

Министерство здравоохранения Республики Беларусь

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии

**РАДИАЦИОННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА:  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ**

Сборник материалов  
Республиканской научно-практической конференции  
с международным участием

29-30 сентября 2022 года

Гродно  
ГрГМУ  
2022

УДК 614.876+614.7(082)  
ББК 51.201  
Р 15

Рекомендовано Редакционно-издательским советом ГрГМУ  
(протокол № 13 от 23.09.2022 г.).

Редакционная коллегия:

зав. каф. лучевой диагностики и лучевой терапии,  
канд. мед. наук А. С. Александрович (отв. редактор);  
доц. каф. лучевой диагностики и лучевой терапии,  
канд. биол. наук Т. И. Зиматкина.

Рецензенты: проф. каф. клинической лабораторной диагностики и  
иммунологии ГрГМУ, д-р мед. наук, проф. С. А. Ляликов;  
зав. каф. биохимии УО «Гродненский государственный  
университет имени Янки Купалы», канд. биол. наук,  
доц. В. И. Резяпкин.

**Р 15** **Радиационная** и экологическая медицина: современные проблемы, взгляд  
в будущее : сборник материалов Республиканской научно-практической  
конференции с международным участием, 29-30 сентября 2022 г. / отв. ред.  
А. С. Александрович. – Гродно : ГрГМУ, 2022. – 384 с.  
ISBN 978-985-595-754-7.

Сборник содержит научные работы Республиканской научно-практической  
конференции с международным участием «Радиационная и экологическая медицина:  
современные проблемы, взгляд в будущее», г. Гродно, 29-30 сентября 2022 года.  
В сборнике представлены статьи, посвященные актуальным проблемам медицины  
по следующим направлениям: радиационная и экологическая медицина, лучевая  
диагностика и терапия.

Представленные работы полезны широкому кругу научных сотрудников и работ-  
ников практического здравоохранения.

УДК 614.876+614.7(082)  
ББК 51.201

ISBN 978-985-595-754-7

© ГрГМУ, 2022

**V РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
«СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ РАДИАЦИОННОЙ  
И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ, ЛУЧЕВОЙ  
ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ»  
(23-24 сентября 2021 года, г. Гродно)**

**Александрович А.С., Зиматкина Т.И.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

Министерство здравоохранения Республики Беларусь, учреждение образования «Гродненский государственный медицинский университет» (ГрГМУ) и кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии ГрГМУ 23-24 сентября 2021 года провели в г. Гродно V Республиканскую научно-практическую конференцию с международным участием «Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии».

Конференция организована в соответствии с планом работы Министерства здравоохранения Республики Беларусь на 2021 г., утвержденного Министром здравоохранения Республики Беларусь, и приказом Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 1137 от 20.09.2021 г., а также в соответствии с планом научно-практических мероприятий ГрГМУ и при поддержке отдела науки Министерства здравоохранения Республики Беларусь в целях консолидации современных знаний и создания информационной среды, важной для подготовки медицинских работников и научных работников высшей квалификации, а также интеграции интеллектуального и практического взаимодействия, научно-педагогических коллективов и ведущих специалистов Республики Беларусь и Российской Федерации по современным, наиболее проблемным вопросам в области экологической, радиационной медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии.

Конференция вызвала большой интерес у специалистов из всех регионов Республики Беларусь. В ней приняли участие ведущие специалисты в области радиационной и экологической

медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии. Зарегистрировано 174 участника из различных учреждений Министерства здравоохранения и Министерства образования Республики Беларусь:

- УО «Гродненский государственный медицинский университет»,
- УО «Белорусский государственный медицинский университет»,
- УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет»,
- УО «Гомельский государственный медицинский университет»,
- УО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»,
- ГУЗ «РНПЦ радиационной медицины и экологии человека»,
- ГУЗ «РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. М. Н. Александрова»,
- ГУЗ «РНПЦ «Мать и дитя»,
- УЗ «Гродненская университетская клиника»,
- УЗ «Гродненский областной клинический перинатальный центр»;

других организаций и высших учебных заведений нашей страны:

- ГП «Институт биохимии биологически активных соединений национальной академии наук Беларуси», г. Гродно;
- УО «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова», БГУ, г. Минск;
- УО «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы»,

а также зарубежных учреждений:

- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Смоленский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Смоленск, Российская Федерация;
- Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного последипломного

образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация;

– Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация;

– Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «3 Центральный военный клинический госпиталь им. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва, Российская Федерация.

Среди зарегистрированных участников Республиканской конференции ученую степень доктора наук и звание профессора имели 10 человек, ученую степень кандидата наук – 19 человек.

Организатором конференции со стороны УО «Гродненский государственный медицинский университет» была кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии. Также оргкомитетом проведена работа по научному рецензированию присланных на конференцию материалов для публикации в сборнике Республиканской научно-практической конференции.

С приветственным словом участникам конференции выступила ректор УО «ГрГМУ», к.м.н., доцент Кроткова Елена Николаевна.

В соответствии с программой конференции в первый день конференции организованы пленарное заседание, 2 секционных заседания и 1 круглый стол.

Председателем пленарного заседания первого дня конференции был Александрович А.С., к.м.н., доцент; сопредседателями – Маскевич А.С., д.ф.-м.н., профессор; Рожко А.В., д.м.н., доцент; Семененя И.Н. д.м.н., профессор. В пленарном заседании первого дня конференции были представлены пять докладов.

С устными докладами выступили:

«Злокачественные новообразования как эколого-генетическая проблема» Семененя И.Н. – директор ГП «Институт биохимии биологически активных соединений НАН Беларуси», д.м.н., профессор (г. Гродно, Беларусь);

«35-летний опыт преодоления медицинских последствий аварии на Чернобыльской АЭС в Республике Беларусь» Рожко А.В. – директор ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», д.м.н., доцент (г. Гомель, Беларусь)

«Медицинский физик: компетенция и опыт» Маскевич С.А. – директор, д.ф.-м.н., профессор; Савастенко Н.А. – зав. кафедрой общей и медицинской физики, к.ф.-м.н., доцент УО «МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ» (г. Минск, Беларусь);

«Организация образовательного процесса в медицинском университете в соответствии с образовательными стандартами «3+»» Дежиц Е.В. – начальник учебно-методического отдела УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«60-летний юбилей кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, ее история, прошлое и настоящее» Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент; Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь).

Председателем секционного заседания № 1 «Лучевая диагностика и лучевая терапия» первого дня конференции был Александрович А.С., к.м.н., доцент, сопредседателем – Юрковский А.М., к.м.н., доцент. В секционном заседании № 1 было представлено шесть докладов:

«Комбинированная гормонохимиолучевая терапия рака предстательной железы высокого риска прогрессирования» Троянов А.В. – врач-онколог; Карякин О.Б. – заведующий отделением лучевого и хирургического лечения урологических заболеваний, д.м.н., профессор; Бирюков В.А. – старший научный сотрудник отделения лучевого и хирургического лечения урологических заболеваний; Гуменецкая Ю.В. – заведующий отделением радиотерапии, д.м.н., МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России (г. Обнинск, Россия);

«Ультразвуковая диагностика субпороговой систолической дисфункции левого желудочка» Жерко О.М. – заведующий кафедрой ультразвуковой диагностики, к.м.н., доцент ГУО «БелМАПО», (г. Минск, Беларусь);

«Особенности проведения сонографически контролируемой блокады полового нерва у пациентов с лигамент-индуцированной болью в нижней части спины» Юрковский А.М. – заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии с курсом ФПКиП, к.м.н., доцент УО «ГомГМУ» (г. Гомель, Беларусь);

«Напряжение сдвига на эндотелии у женщин с посткастрационным синдромом» Милош Т.С. – доцент кафедры акушерства и

гинекологии, к.м.н., доцент; Александрович А.С. – заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, к.м.н., доцент, УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Лучевая диагностика спондилопатий» Лукьяненко Т.Н. – доцент кафедры лучевой диагностики, к.м.н., доцент, ГУО «БелМАПО», (г. Минск, Беларусь);

«Диагностика закрытых травм мочевыделительной системы» Нечипоренко А.С. – врач рентгенолог кабинета рентгеновской компьютерной диагностики, УЗ «Гродненская университетская клиника» (далее – УЗ «ГУК») (г. Гродно, Беларусь).

Председателем секционного заседания № 2 «Радиационная и экологическая медицина» первого дня конференции была Зиматкина Т.И., к.б.н., доцент, сопредседателем – Алехнович А.В., д.м.н., профессор. В секционном заседании № 2 было представлено 6 докладов:

«Методический подход к оценке индивидуализированных доз внешнего облучения лиц, включенных в Госрегистр» Матарас А.Н. – научный сотрудник лаборатории радиационной защиты научного отдела, ГУ «РНПЦ РМиЭЧ» (г. Гомель, Беларусь);

«Анализ применения высокодозовых рентгенорадиологических исследований у населения Гродно и Гродненской области» Маркевич Н.Б. – заведующий рентгеновским отделением УЗ «ГУК»; Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент; Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Сравнительный анализ медицинского облучения и структуры рентгенорадиологических исследований в Республике Беларусь и Российской Федерации» Алехнович А.В. – заведующий кафедрой радиационной гигиены, д.м.н., профессор, ФГБУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Минздрава России, (г. Москва, Россия); Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент; Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Основные факторы риска современных экологически обусловленных заболеваний» Смирнова Г.Д. – старший преподаватель; Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент; кафедра

лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Растительный белок в питании человека и способы повышения его содержания в продукции» Бородин П.В. – доцент кафедры агрохимии почвоведения и сельхозэкологии, к.с.-х.н., доцент, УО «Гродненский государственный аграрный университет»; Зиматкина Т.И. – доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, к.б.н., доцент, УО «ГрГМУ», (г. Гродно, Беларусь);

«Растительные полифенолы и их комплексы» Заводник И.Б. – профессор кафедры биохимии, д.б.н., профессор, УО «ГрГУ им. Я. Купалы», (г. Гродно, Беларусь).

После секционного заседания № 2 первого дня конференции был организован и проведен круглый стол «Актуальные вопросы улучшения здоровья населения при проживании в напряженной радиационно-экологической обстановке». За круглым столом были обсуждены 2 темы:

«Заболеваемость туберкулезом в Республике Беларусь в период пандемии COVID -19» Горбач Л.А. – ученый секретарь, к.м.н., ГУ «РНПЦ «Мать и дитя»», (г. Минск, Беларусь);

«Сравнительный анализ современной динамики заболеваемости раком молочной железы и смертности от данной патологии населения Беларуси и России в постчернобыльский период» Алехнович А.В. – заведующий кафедрой радиационной гигиены, д.м.н., профессор, ФГБУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования» Минздрава России, (г. Москва, Россия); Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент; Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь).

Во второй день конференции 24 сентября в соответствии с программой были организованы 3 секционных заседания и 1 круглый стол.

Председателем секционного заседания №3 «Организация образовательного процесса в ВУЗе» второго дня конференции была Зиматкина Т.И., к.б.н., доцент, сопредседателями – Гузик Е.О., к.м.н., доцент, Дежиц Е.В., Курстак И.А., к.м.н., доцент. В секционном заседании № 3 второго дня конференции было представлено 6 докладов:

«Гигиеническая оценка физического развития учащихся»  
Гузик Е.О. – заведующий кафедрой гигиены и медицинской экологии, к.м.н., доцент, ГУО «БелМАПО», (г. Минск, Беларусь);

«Современные аспекты образовательного процесса на второй ступени высшего медицинского образования» Дежиц Е.В. – начальник учебно-методического отдела УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Опыт использования сервисов WEB 2.0 в обучении студентов медицинского университета» Венская Т.И. – методист; Рогашко Н.А. – методист; Трубило Е.И. – методист, учебно-методический отдел УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Анализ академической компетентности студентов разных факультетов медицинского университета по радиационной и экологической медицине» Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент; Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Использование активных форм и методов обучения студентов медико-диагностического факультета по радиационной, экологической медицине, лучевой диагностике и лучевой терапии» Курстак И.А. – декан медико-диагностического факультета, к.м.н., доцент; Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент; Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии, УО «ГрГМУ»;

«Современное последипломное образование в медицинском ВУЗе, его особенности и перспективы» Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент; Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

Председателем секционного заседания № 4 «Лучевая диагностика» второго дня конференции был Александрович А.С., к.м.н., доцент, сопредседателями – Юрковский А.М., к.м.н., доцент, Водянова О.В., к.м.н. В секционном заседании № 4 второго дня конференции было представлено 13 докладов:

«Современные методы комплексной диагностики стеатоза печени у пациентов с избыточной массой жира» Венидиктова Д.Ю. – младший научный сотрудник; Борсуков А.В. – директор, д.м.н., профессор, ПНИЛ ФГБОУ ВО «СГМУ», (г. Смоленск, Россия);

«Современные возможности оценки композиции тела» Водянова О.В. – доцент кафедры лучевой диагностики, к.м.н. ГУО «БелМАПО»; Дыдышко Ю.В. – ассистент кафедры эндокринологии, к.м.н., УО «БГМУ» к.м.н. (г. Минск, Беларусь);

«Компрессионно-ишемическая невропатия среднего ягодичного нерва у пациентов с болью внизу спины» Назаренко И.В. – декан медико-диагностического факультета, к.м.н.; Юрковский А.М. – заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии с курсом ФПКиП, к.м.н., доцент, УО «ГомГМУ», (г. Гомель, Беларусь);

«Перспективы контраст-усиленного ультразвукового исследования в ранней диагностике ангионевросклероза у пациентов с сахарным диабетом 2 типа» Горбатенко О.А. – аспирант; Борсуков А.В. – директор, д.м.н., профессор, ПНИЛ ФГБОУ ВО «СГМУ» (г. Смоленск, Россия);

«Возможности лучевой диагностики в выявлении множественной миеломы на ранних стадиях» Доманцевич А.В. – врач рентгенолог рентгеновского отделения ГУ «РНПЦ РМиЭЧ» (г. Гомель, Беларусь);

«Компрессионно-ишемическая невропатия верхних нервов ягодич: лучевые критерии» Письменникова Е.И. – ассистент кафедры; Юрковский А.М. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент, кафедра лучевой диагностики, лучевой терапии с курсом ФПКиП УО «ГомГМУ» (г. Гомель, Беларусь);

«Использование вакуумной тонкоигольной аспирационной биопсии как метода ранней цитологической верификации очаговой патологии щитовидной железы» Тагиль А.О. – младший научный сотрудник; Борсуков А.В. – директор, д.м.н., профессор, ПНИЛ ФГБОУ ВО «СГМУ» (г. Смоленск, Россия);

«Ультразвуковая диагностика врожденных пороков сердца плода» Сергей Е.А. – врач ультразвуковой диагностики УЗ «Гродненский областной клинический перинатальный центр» (далее – УЗ «ГОКПЦ») (г. Гродно, Беларусь);

«Ультразвуковые и электроэнцефалографические особенности у доношенных новорожденных с неонатальными судорогами» Александрович А.С. – заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии, к.м.н., доцент, УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Анализ результатов ультразвукового исследования в выборе способа паховой герниопластики» Новицкая В.С. – старший преподаватель кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ»; Сугоняко Ю.В. – заведующий отделением функциональной диагностики УЗ «Больница скорой медицинской помощи» (г. Гродно, Беларусь);

«Ультразвуковая диагностика поражения кишечника у пациентов с SARS-Cov-2» Назаренко И.В. – декан медико-диагностического факультета, к.м.н.; Юрковский А.М. – заведующий кафедрой лучевой диагностики, лучевой терапии с курсом ФПКиП, к.м.н., доцент, УО «ГомГМУ»; Юрковский Д.С. – врач УЗД ГУЗ «ГЦГП»; Паремская Е.С. – зав. отд. УЗД ГУЗ «ГЦГП», (г. Гомель, Беларусь);

«Аномалии развития матки, возможности ультразвуковой визуализации» Рак М.В. – врач ультразвуковой диагностики УЗ «ГОКПЦ» (г. Гродно, Беларусь);

«Результаты маммографического скрининга и медицинской профилактики рака молочной железы у населения г. Гродно и Гродненской области» Маркевич Н.Б. – заведующий рентгеновским отделением УЗ «ГУК»; Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент; Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь).

Председателем секционного заседания № 5 «Клиническая медицина» второго дня конференции был Александрович А.С., к.м.н., доцент, сопредседателем – Зиматкина Т.И., к.б.н., доцент. В секционном заседании № 5 второго дня конференции было представлено 4 доклада:

«Кластерный анализ субпопуляций лейкоцитов при трансплантации почки» Зыблева С.В. – ученый секретарь, к.м.н., ГУ «РНПЦ РМиЭЧ» (г. Гомель, Беларусь);

«Опыт выполнения трансъюгулярного внутripеченочного порто-системное шунтирование» Могилевец Э.В. – заведующий 1-й кафедрой хирургических болезней, к.м.н., доцент, УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Оценка окислительного стресса при трансплантации почки» Зыблев С.Л. – врач-хирург отделения трансплантации, реконструктивной и эндокринной хирургии, к.м.н., доцент, ГУ «РНПЦ РМиЭЧ» (г. Гомель, Беларусь)

«Лучевые методы диагностики рака предстательной железы» Семенюк Т.В. – старший преподаватель кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии, УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

После секционного заседания № 5 второго дня конференции был организован и проведен круглый стол «Актуальные вопросы лучевой диагностики». За круглым столом были обсуждены следующие две темы:

«Ультразвуковая диагностика осложнений после лапароскопической холецистэктомии» Зарецкая Е.С. – старший преподаватель кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь);

«Рентгенодиагностика переломов костей» Маркевич Н.Б. – заведующий рентгеновским отделением, УЗ «ГУК»; Зиматкина Т.И. – доцент кафедры, к.б.н., доцент; Александрович А.С. – заведующий кафедрой, к.м.н., доцент, кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии УО «ГрГМУ» (г. Гродно, Беларусь).

В конце конференции состоялось подведение итогов и обсуждение резолюции конференции. По результатам конференции планируется издание сборника материалов. Участникам конференции выданы программа и сертификаты. Докладчики и участники конференции отметили высокий профессиональный уровень докладов и хорошую организацию конференции, которая завершилась определением перспектив дальнейшего сотрудничества в области науки и практической деятельности, интеграции интеллектуального и практического взаимодействия научно-педагогических коллективов и ведущих специалистов Республики Беларусь и Российской Федерации по современным, наиболее проблемным вопросам в области экологической и радиационной медицины, лучевой диагностики и терапии.

# ИСТОРИЯ, ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ КАФЕДРЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ И ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

**Александрович А.С., Зиматкина Т.И.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

Кафедра рентгенологии и медицинской радиологии Гродненского государственного медицинского института была организована в 1961 году, согласно штатному расписанию МЗ РБ от 29 октября 1959 г.

Реорганизация кафедры или изменения в названии:

- 1961 г. – кафедра рентгенологии и медицинской радиологии.
- 1991 г. – кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии.
- 1998 г. – реорганизована в курс лучевой диагностики и лучевой терапии при кафедре онкологии.
- 2011 г. – кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии, при кафедре создан курс радиационной медицины.
- 2016 г. – на кафедре преподаётся курс по радиационной и экологической медицине.

Кафедра располагается на трех клинических базах:

1. г. Гродно, бульвар Ленинского Комсомола, 52, УЗ «Гродненская областная клиническая больница»;
2. г. Гродно, ул. Горького, 77, УЗ «Гродненский клинический перинатальный центр»;
3. г. Гродно, ул. Советских Пограничников, 115, УЗ «Городская клиническая больница скорой медицинской помощи г. Гродно».

Первый состав кафедры: Шредерс Стефан Антонович, Смирнов Дмитрий Дмитриевич.

**Шредерс Стефан Антонович** (05.04.1915-18.12.1995). Родился в д. Рогозино Почепского р-на, Брянской губернии. Окончил 1-й Московский медицинский институт (1941).

Рентгенолог в санатории, пос. Ольхово Московской области (1946-1947). Аспирант, Центральный рентгено-радиологический

институт, г. Ленинград (1947-1950). Ассистент кафедры рентгенологии и медицинской радиологии Рязанского государственного медицинского института (1950-1954). Доцент кафедры рентгенологии и медицинской радиологии Ставропольского государственного медицинского университета (1955-1956). Доцент кафедры рентгенологии и медицинской радиологии Новосибирского государственного медицинского университета (1955-1956). Врач-рентгенолог (1974-1977).

Заведующий кафедрой рентгенологии и медицинской радиологии Гродненского государственного медицинского университета (1962-1972). Доцент этой же кафедры (1972-1974).

Участник Великой Отечественной войны (1941-1945), фронтовик (1941, 1945). Один из организаторов подпольной антифашистской борьбы в Германии в годы Великой Отечественной войны (1942-1944), впоследствии узник фашистских концлагерей в «Гросс-Розен», «Грулих», «Боэльке-Казэрнэ» (1944-1945).

Под его руководством была организована кафедра рентгенологии и медицинской радиологии в Гродненском государственном медицинском институте и обеспечен учебный процесс по преподаванию рентгенологии и медицинской радиологии.

Автор 26 научных публикаций. Кандидат медицинских наук (Рентгено-морфологические и функциональные изменения в желудке и 12-перстной кишке после операции ушивания язвы, 1951). Научные исследования посвящены рентгено-морфологическим и функциональным изменениям в желудке и 12-перстной кишке после операции ушивания прободной язвы, лечению и предупреждению лучевых реакций.

Организатор Гродненского научно-практического общества рентгенологов, председателем которого был до 1972 г.

Выйдя на пенсию, активно включился в работу Всесоюзного общества «Знание», читал лекции по медицинской тематике, особое внимание уделял патриотическому воспитанию молодежи, ставя в пример такую же молодежь во время войны, которая по собственной воле не щадила своей жизни в глубоком тылу врага и вела борьбу в подполье. В составе агитпоездов «Ленинская смена», «Комсомольская правда», «Молодогвардеец», благотворительного спецрейса Детского Фонда и др., по путёвкам Правления

Всесоюзного общества «Знание» С. А. Шредерс объездил почти всю территорию бывшего СССР. За эту работу он был отмечен Почетными грамотами, Благодарственными письмами, Благодарственными грамотами, памятными подарками с приглашениями продолжать сотрудничество.

Параллельно С.А. Шредерс писал книгу «Наперекор судьбе найди себя...». Это воспоминание на 578 страницах о нелегальной деятельности советских граждан-патриотов на временно оккупированной фашистами территории. Главы из книги печатались в периодической печати (газетах и ежемесячнике Правления общества «Знание» РСФСР).

Награжден: орденом «Отечественной войны» II степени; медалями – «40 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945», «50 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945».

**Смирнов Дмитрий Дмитриевич** (05.08.1924 – 06.11.2006). Родился в с. Афонино Ярославского района и области. Участник Великой Отечественной войны, фронтовик (1942-1945).

Окончил Ярославский государственный медицинский институт (1952). Врач-рентгенолог в г. Белозерск Вологодской области (1952-1956). Аспирант кафедры рентгенологии Ярославского государственного медицинского института (1952-1956). Ассистент кафедры рентгенологии Ярославского государственного медицинского института (1956-1962).

Ассистент кафедры рентгенологии Гродненского государственного медицинского института (1962-1971). Доцент этой же кафедры (1971-1977). Доцент кафедры анатомии Гродненского государственного медицинского института (1977-1992).

Автор более 30 научных публикаций. Кандидат медицинских наук (Рентгенодиагностика изменений костной ткани при хронической свинцовой интоксикации, 1964). Научные исследования посвящены рентгенодиагностике изменений костной ткани.

Правительственные награды (ордена): «Красной звезды», «Отечественной войны 2-й степени»; медали: «За отвагу», «За боевые заслуги», «За победу над Германией», «За победу над Японией», «За штурм Кенигсберга», «Ветерану труда».

Преподаватели кафедры: Галкин Л.П. (1964-1993), Бушанова З.В. (1966-1995), Бережнов И.П. (1972-1995), Гракова Л.С.

(1973-1979), Смирнов С.А. (1990-1999), Волков В.Н. (1991-2014), Овчинников В.А. (1979-2020).

**Галкин Леонид Порфирьевич** (28.12.1928 – 08.04.2019 гг.).

Родился в г. Смоленске. Окончил Военно-медицинскую академию им. С.М. Кирова в г. Ленинграде в 1953 году.

Врач-рентгенолог Военно-морских сил СССР (1953-1956).

Врач-рентгенолог клиники нейрохирургии Военно-медицинской академии им. С.М. Кирова в г. Ленинграде (1956-1957).

Заведующий рентгенологическим кабинетом в г. Подпорожье Ленинградской области (1958-1960).

Врач-рентгенолог Великолукского противотуберкулезного диспансера (1960-1965).

В 1965-1967 гг. заведующий рентгенологическим отделением 1-й Смоленской городской больницы (в это же время заочная аспирантура во 2-м Московском медицинском институте).

Ассистент кафедры рентгенологии и медицинской радиологии Гродненского государственного медицинского университета (1967-1980). Доцент этой же кафедры (1980-1993).

В 1993 г. организывает кафедру лучевой диагностики и лучевой терапии в Гомельском государственном медицинском институте. Доцент кафедры онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии в Гомельском государственном медицинском университете (1997-2015).

С 2015 находился на заслуженном отдыхе.

Автор более 100 научных работ, 5 пособий по лучевой диагностике и лучевой терапии.

Кандидат медицинских наук (Рентгенодиагностика блокированных и анкилозированных позвонков, 1966). Научные исследования посвящены радионуклидному изучению гемодинамики малого круга кровообращения, комплексным лучевым исследованиям сердца и позвоночника. Автор изобретения.

Член правления научного общества лучевых диагностов Республики Беларусь.

Правительственные награды (медали): «XXX лет Советской армии и флота», «250 лет Ленинграду», «Ветерану труда».

**Бушанова Зинаида Владимировна.** Родилась 04.02.1935 в г. Лепель Витебской области.

Окончила Минский государственный медицинский институт (1958). Врач-рентгенолог поликлиники автомобильного завода им. Ленина в г. Москве (1958-1963). Клинический ординатор кафедры рентгенологии Центрального ордена Ленина института усовершенствования врачей в г. Москве (1964-1966). Ассистент кафедры рентгенологии и медицинской радиологии Гродненского государственного медицинского института (1966-1995). Врач-рентгенолог кардиологического диспансера г. Гродно (1995-2005).

Автор более 40 научных публикаций. Научные исследования посвящены рентгенологической диагностике заболеваний желудочно-кишечного тракта. Оказывала большую помощь здравоохранению, передавая богатый опыт работы практическим врачам. Награждена медалью «Ветерану труда».

**Бережнов Иван Пантелеевич** (12.01.1928-08.12.2004) родился в селе Георгиевка Джамбулской области Казахской ССР.

Окончил Киргизский государственный медицинский институт (1949). Врач-хирург в военном госпитале Советской Армии (1949-1960). Заведующий лабораторией радиоизотопной диагностики в НИИ онкологии и радиологии Киргизской ССР (1963-1966). Старший научный сотрудник НИИ онкологии и медицинской радиологии МЗ БССР г. Минск (1966-1972).

Заведующий кафедрой рентгенологии и медицинской радиологии Гродненского государственного медицинского института (1972-1994). Профессор кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Гродненского государственного медицинского института (1994-1995).

Автор более 100 научных публикаций. Автор монографии «Радиоизотопная диагностика рака желудочно-кишечного тракта», 2 изобретений.

Кандидат медицинских наук (Лечебно-транспортная шина при переломах костей таза, 1959). Доктор медицинских наук (Диагностические возможности прижизненной ауторадиографии при раке желудка и пищевода, 1972). Профессор (1972).

Научные исследования посвящены лучевой диагностике злокачественных опухолей, клинической радиобиологии. Под его руководством защищены две кандидатские диссертации. Автор двух пособий для студентов. Создал обширную слайдотеку

по медицинской радиологии на кафедре. С 1972 по 1994 председатель научного общества лучевых диагностов Гродненской области. Член редакционного совета журнала «Медицинская радиология». Активно участвовал в работе общества «Знание».

Почетный доктор Гродненского государственного медицинского университета (2000). Отличник здравоохранения. Награжден медалями: «40 лет Вооруженных сил СССР», «За безупречную службу в Советской армии», «Ветеран труда».

**Гракова Людмила Степановна** родилась 29.07.1938 г. в селе Казачинское Красноярского края.

Окончила Красноярский государственный медицинский институт (1956). Врач-рентгенолог в больнично-поликлиническом отделении № 1 в г. Красноярске (1956-1963). Заведующая рентгеновским кабинетом больницы неотложной хирургии в г. Красноярске (1963-1967). Ассистент кафедры рентгенологии Красноярского государственного медицинского института (1967-1973).

Ассистент кафедры рентгенологии и медицинской радиологии Гродненского государственного медицинского института (1973-1979).

Ассистент кафедры рентгенологии Красноярского государственного медицинского института (1979-1983). Заведующая кафедрой рентгенологии факультета усовершенствования врачей в Красноярском медицинском институте (1983). Почетный профессор Красноярской государственной медицинской академии (2005).

Л.С. Граковой опубликовано 117 печатных работ, 3 монографии, 9 патентов на изобретения. Научные исследования положены в основу защиты 9 кандидатских и 4 докторских диссертаций. Кандидат медицинских наук (Вазографические изменения мелкососудистого рисунка при хронической пневмонии и раке легкого, 1968).

Доктор медицинских наук (Ангиографическая картина сосудистого рисунка конечностей при региональной перфузии и внутриартериальной инфузии, 1983). Профессор (1983). Приоритетными исследованиями являются лучевая диагностика органов дыхания, сосудистой и опорно-двигательной систем.

В 1999 году во Всемирном институте библиографии в США была отмечена как выдающийся ученый года. Отличник здраво-

охранения Российской Федерации. Лауреат конкурса международной академии наук и экономики России.

**Смирнов Сергей Анатольевич** родился 19 ноября 1956 года в г. Ленинграде. Окончил Гродненский государственный медицинский институт (1980). Врач-рентгенолог Столбцовской районной больницы (1980-1982). Младший научный сотрудник НИИ онкологии и медицинской радиологии МЗ БССР (1982-1985). Заведующий рентгенологическим кабинетом 2-й городской больницы г. Гродно (1985-1990).

Ассистент кафедры рентгенологии и медицинской радиологии Гродненского государственного медицинского института (1990-1999).

Заведующий кабинетом магнитно-резонансной томографии больницы скорой медицинской помощи в г. Гродно (1999-2012). С 2013 года врач МРТ диагностического центра «Томоград» в Москве.

Автор 15 научных публикаций. Научные исследования в области рентгенологической диагностики рака желудка, комплексной лучевой диагностики при пороках сердца.

**Волков Вадим Николаевич** родился 11 декабря 1963 года в г. Гродно.

Окончил Гродненский государственный медицинский институт в 1987 г. Заведующий отделением функциональной диагностики Гродненского областного кардиологического диспансера (1988-1991).

Преподаватель-стажер кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Гродненского государственного медицинского университета (1991-1992). Ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Гродненского государственного медицинского института (1992-1998). Ассистент кафедры онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии Гродненского государственного медицинского университета (1999-2014 гг.).

Автор 92 научных публикаций, 7 пособий для студентов.

Кандидат медицинских наук (Морфофункциональная характеристика предсердий с эктопической активностью у больных ИБС, 1998). Научные приоритеты в области комплексной лучевой диагностики в кардиологии и клинической онкологии.

**Овчинников Владимир Алексеевич** родился в г. Гродно 1 ноября 1950 года.

В 1973 г. окончил Гродненский государственный медицинский институт. 1973–1974 гг. – врач-интерн-терапевт. 1974–1977 гг. – врач по контролю за занимающимися физкультурой в 1-й Городской клинической больнице им. З. П. Соловьева. 1977–1979 гг. – клиническая ординатура на кафедре факультетской терапии Гродненского государственного медицинского института.

1979–1982 гг. – очная аспирантура на кафедре рентгенологии и медицинской радиологии Гродненского государственного медицинского института. 1982–1992 – ассистент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Гродненского государственного медицинского университета. 1992–1994 гг. – доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии Гродненского государственного медицинского университета.

1994–1998 гг. – заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии Гродненского государственного медицинского университета. 1998–2011 гг. – доцент кафедры онкологии с курсом лучевой диагностики и лучевой терапии. Приказом ректора университета от 28.08.2011 г. назначен на должность заведующего кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии.

2011–2016 гг. – заведующий кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии. 2016–2020 – доцент кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии. В 1992 г. присвоено звание «доцент» по специальности «Лучевая диагностика и лучевая терапия».

Овчинников В.А. автор более 215 печатных работ, из них более 172 научных работ, 40 учебно-методических работ, в том числе 8 типовых учебных программ, 17 пособий (3 – с грифом Министерства образования Республики Беларусь, 2 – на английском языке). Соавтор 2 патентов на изобретение, 45 рационализаторских предложений.

Член областного межведомственного Совета по установлению причинной связи заболевания с выполнением работ по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС или проживанием в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению.

Награжден знаком «Отличник здравоохранения Республики Беларусь», благодарственным письмом Гродненского городского

Совета депутатов, почетной грамотой Ректората Гродненского государственного медицинского университета.

В настоящее время кафедрой лучевой диагностики и лучевой терапии руководит к.м.н., доцент Александрович Александр Сулейманович (2016-н/в).

Коллектив кафедры успешно выполняет план мероприятий по учебной, научной, лечебной и воспитательной работе. Сотрудники кафедры проводят последипломное обучение по ультразвуковой и лучевой диагностике.

Основными задачами кафедры являются:

1. Подготовка специалистов, обладающих профессиональными знаниями и навыками в области лучевой диагностики, в соответствии с государственными стандартами образования;

2. Разработка и предоставление на утверждение в установленном порядке рабочих учебных программ и учебных планов по дисциплинам, на основе государственных стандартов образования;

3. Учебно-методическое обеспечение дисциплин кафедры, разработка учебников, учебных пособий, комплексных и тестовых заданий, методических рекомендаций по изучению дисциплин;

4. Разработка и использование современных образовательных технологий, повышающих усвоение учебного материала обучающимися;

5. Проведение всех видов учебных занятий, в соответствии с рабочим учебным планом по дисциплинам дополнительного и послевузовского профессионального образования, обеспечение качества их проведения;

6. Внедрение современных технологий и форм обучения;

7. Повышение квалификации профессорско-преподавательского состава.

8. Выполнение запланированных научно-исследовательских работ в соответствии с утвержденным планом и внедрение результатов в практическое здравоохранение.

На кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии преподаются следующие дисциплины:

– лучевая диагностика и лучевая терапия на третьем курсе лечебного, педиатрического, медико-психологического факультетов и отделении иностранных студентов и на четвертом и пятом курсе медико-диагностического факультета;

– радиационная и экологическая медицина на втором курсе лечебного, педиатрического, медико-диагностического факультета и на третьем курсе медико-психологического факультета.

К достижениям кафедры в учебном процессе следует отнести:

– использование ресурсов базы данных УЗ «ГУК» и УЗ «ГОКПЦ» для демонстрации диагностических изображений цифровой рентгенографии на практических занятиях;

– проведение внутриуниверситетских Олимпиад по лучевой диагностике с использованием самостоятельного анализа лучевых изображений, составление протоколов и заключений в программе для дистанционного обучения Moodle, размещенной в ЭУМК для студентов 3 курса лечебного и педиатрического факультетов;

– проведение внутриуниверситетских Олимпиад по радиационной и экологической медицине для студентов 2 курса лечебного и педиатрического и медико-диагностического факультетов;

– использование ультразвуковых симуляторов для обучения студентов практическим навыкам ультразвуковой диагностики;

– для учебного процесса на кафедре имеются и используются цифровые телевизоры (3) для демонстрации лучевых изображений и учебных фильмов по лучевой диагностике и лучевой терапии и радиационной-экологической медицине.

Коллективом кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии регулярно проводятся ряд научно-практических и учебных конференций, в том числе в 2021–2022 учебном году организованы и проведены следующие мероприятия:

*I. Межуниверситетские и межвузовские:*

1. 30.03.2022 г. VI межвузовская научно-практическая Интернет-конференция студентов магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Актуальные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии» (приказ УО «ГрГМУ» № 129 от 25.03.2021 г.).

2. 24-25.09.2020 г. Республиканская научно-практическая конференция с международным участием «Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии» (приказ МЗ РБ № 1137 от 20.09.2021 г.).

По итогам вышеперечисленных конференций изданы два сборника материалов конференций.

## *II. Внутривузовские:*

3. 22 ноября 2021 года «Медико-экологическая характеристика современной городской среды и пути ее оптимизации» для студентов I потока лечебного факультета;

4. 23 ноября 2021 года «Региональные особенности экологической обстановки населенных мест и влияние их на здоровье населения» для студентов II потока лечебного факультета;

5. 24 ноября 2021 года «Экологическая обусловленная патология детского населения и пути ее профилактики» для студентов педиатрического факультета;

6. 25 ноября 2021 года «Особенности диагностики и профилактики экологически-обусловленных нарушений здоровья» для студентов медико-диагностического факультета;

7. 26 ноября 2021 года смотр-конкурс малых носителей информации, по тематикам «Климат и погода, профилактика зимней депрессии и метеопатических реакций», «Эндемическая патология и ее профилактика» для студентов II курса всех факультетов.

8. 17 мая 2022 года «Обеспечение радиационной безопасности населения, пациентов и персонала при существующей, планируемой и аварийной ситуациях облучения» для студентов II курса лечебного факультета;

9. 18 мая 2022 года «Проблемы сохранения здоровья детского населения в напряженной радиационно-экологической обстановке» для студентов II курса педиатрического факультета;

10. 19 мая 2022 года «Актуальные вопросы укрепления физического и психического здоровья населения в условиях повышенного воздействия источников ионизирующего излучения» для студентов III курса медико-психологического факультета;

11. 20 мая 2022 года «Донорозологическая диагностика и сохранение здоровья населения в постчернобыльский период» для студентов II курса медико-диагностического факультета.

На данный момент основные помещения кафедры расположены в учебном корпусе УО «ГрГМУ» по адресу: 230030, г. Гродно, бульвар Ленинского комсомола, 50.

На кафедре работает 14 сотрудников: Александрович А.С. – заведующий, к.м.н.; Зиматкина Т.И. – доцент, к.б.н., доцент; Губарь Л.М., Смирнова Г.Д., Новицкая В.С., Саросек В.Г., Семенюк Т.В., Лукошко Е.С. – старшие преподаватели, Сезеневская Е.П.,

Тихонов П.А., Якубчик А.А. – ассистенты; Протас И.И., Кельник Е.И., Адасько О.А. – специалисты.

В 2022 году за высокие показатели в учебной, научной, лечебной и воспитательной работе кафедра лучевой диагностики и лучевой терапии занесена на Доску Почета Гродненского государственного медицинского университета.

### Литература

1. Александрович, А. С. 75-летие Победы: вклад ветеранов Великой Отечественной войны и лидеров практического здравоохранения в организации и становлении кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии / А. С. Александрович, Т. И. Зиматкина // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, Гродно, 24–25 сентября 2020 г. – Гродно, 2020. – С. 3–8.

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧНОЙ МОДЕЛИ В ОЦЕНКЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА СОЧЕТАННОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ РАКА ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Александрович А.С.<sup>1</sup>, Довнар О.С.<sup>2</sup>,  
Зиматкина Т.И.<sup>1</sup>, Семенюк Т.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>УО «Гродненский государственный медицинский университет»,

<sup>2</sup>УЗ «Гродненская университетская клиника»

г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** В последние годы для количественной оценки эквивалентности лучевого воздействия различных режимов фракционирования вместо эмпирических изоэффективных формул радиобиологи предлагают применять линейно-квадратичную модель (ЛКМ) клеточной выживаемости. Использование ЛКМ показало, что она позволяет более точно определить дозовую компенсацию биологического эффекта ионизирующей радиации

вследствие пропущенных дней лечения, сравнение разных схем лечения, что важно для разработки новых режимов фракционирования дозы в клинических испытаниях [8].

Имеются единичные работы по оценке биологического эффекта сочетанной лучевой терапии (СЛТ) рака предстательной железы (РПЖ) [4].

**Цель.** Оценить биологическую эффективность сочетанной лучевой терапии рака предстательной железы с использованием линейно – квадратичной модели клеточной выживаемости.

**Методы исследования.** Проведены наблюдения у 75 пациентов с РПЖ. Возраст 51–77 лет. Изучался уровень общего простатспецифического антигена (ПСА) до лечения и через 3–6–12–18–24 месяца после окончания СЛТ. Выполнялись также и другие исследования в соответствии с рекомендациями, изложенными в «Алгоритмах диагностики и лечения злокачественных образований. Минск, 2012» [1].

В нашем исследовании для планирования дозового распределения при высокодозной брахитерапии (ВДБ) использовалось УЗИ [10]. В результате такого планирования дозового распределения предписанная 100% изодоза включала от 67,8% до 97,5% объема предстательной железы, в среднем,  $93,0 \pm 0,7\%$ . Органы риска: прямая кишка, мочевого пузыря, уретра получили  $75,8 \pm 0,7\%$ ,  $72,5 \pm 2,8\%$ ,  $115,2 \pm 0,2\%$  предписанной дозы.

У всех пациентов диагноз верифицирован морфологически – аденокарцинома. Локализованный РПЖ (Т2а-с) был в 58 случаях, местно-распространенный – в 17 (Т3а). Во всех случаях локализованный рак был с неблагоприятным прогнозом (стадия Т2с или сумма Глисона  $>7$ , или ПСА  $>20$  нг/мл).

Всем пациентам проводилась телегамматерапия (ТГТ) на область предстательной железы и семенных пузырьков, лимфатических узлов таза в режиме обычного фракционирования дозы до суммарной дозы 40–44 Гр (средняя суммарная доза  $40,8 \pm 0,2$  Гр). ВДБ с иридием 192 проводилась в виде двух имплантаций по 8,5 Гр или 9,5 Гр на предстательную железу до или после ТГТ. Общая длительность СЛТ составляла 54–150 дней, в среднем  $82,9 \pm 1,7$  дня. Все пациенты получали адъювантную гормонотерапию: флутамид по 0,25 три раза в день внутрь. 39 пациентам СЛТ

применялась с ВДБ в разовой дозе 8,5 Гр из них – 24 пациента после андрогенной депривации (двусторонняя орхиэктомия). 36 пациентам СЛТ использовалась с ВДБ в разовой дозе 9,5 Гр (вторая группа) из них – 15 пациентов после двусторонней орхиэктомии. Возраст пациентов, длительность лечения, количество пациентов с андрогенной депривацией в рассматриваемых группах не различались статистически достоверно.

Для оценки биологического эффекта при лучевой терапии применялась ЛКМ. ЛКМ получила свое название от уравнения, описывающего фракции выживших клеток, которая представлена линейной ( $\alpha$ ) и квадратичной ( $\beta$ ) зависимостью от дозы. Гибель клеток, обусловленная одномоментными и двойными разрывами ДНК, характеризуется линейной функцией. Квадратичная часть уравнения описывает связь гибели клеток с разрывами спиралей ДНК за счет накопления одиночных разрывов. Отношение  $\alpha/\beta$ , измеряемое в единицах «Грэй», представляет собой дозу, при которой  $\alpha$ - и  $\beta$ - компоненты гибели клеток равны:  $\alpha d = \beta d^2$ , отсюда  $d = \alpha/\beta$ . Для клеток рака предстательной железы принимается  $\alpha/\beta = 1,5$  Гр [6]. Отношение  $\alpha/\beta$  для прямой кишки принималось равным 4 [4], а для уретры 3 [2]. Произведение  $d^3 n^3$  для уретры и прямой кишки не применялось, поскольку считается, что эквивалентная доза репопуляции клеток здоровых тканей в этих условиях равна нулю [7]. Полученные данные по биологически эффективной дозе (БЭД) выражаются в «Греях» (Гр).

Лучевые реакции оценивались по общепринятой классификации [9]. Статистический анализ проводился с помощью программного пакета Microsoft Office Excel 2010.

**Результаты и их обсуждение.** БЭД в предстательной железе, то есть в зоне опухолевого поражения возросла на 10,2% с  $203,4 \pm 1,0$  Гр в 1-й группе (разовая доза ВДБ в этой группе 8,5 Гр) до  $224,3 \pm 0,6$  Гр,  $p < 0,001$  во 2-й группе (разовая доза ВДБ в этой группе 9,5 Гр).

На органы риска: прямую кишку и простатическую часть уретры радиационное воздействие также возросло в этих условиях – БЭД увеличилась на 8,9 % в прямой кишке (с  $95,3 \pm 1,1$  Гр до  $103,8 \pm 1,1$  Гр,  $p < 0,001$ ) и на 9,4% в уретре (с  $148,7 \pm 0,8$  Гр до  $168,9 \pm 0,5$  Гр,  $p < 0,001$ ) во 2-й группе относительно 1-й группы.

Биохимический контроль (БК) – отсутствие биохимического рецидива, то есть превышения надира (плато ПСА после первоначального снижения на фоне терапии) на 2,0 нг/мл и более [4]. Рост ПСА, или биохимический рецидив, свидетельствует об активизации болезни и предшествует ее прогрессированию.

В 1-й группе БК в течение двух лет составил 29 случаев (74,4±7,0 %). Во второй группе БК в течение двух лет был у 32 пациентов (88,9±5,2%), что не отличалось статистически достоверно от первой группы. Лучевые реакции соответствовали первой и второй степеням. Лучевые реакции первой степени со стороны мочевого выделительной системы были в первой группе в 16 наблюдениях (41,0±7,9%), в 9 случаях достигали 2-й степени (23,1±6,7%). Со стороны кишечника в первой группе лучевые реакции были первой степени в 17 наблюдениях (43,6±7,9%), второй степени – в 4 случаях (10,3±4,9%).

Во второй группе лучевые реакции первой степени со стороны мочевого выделительной системы были у 31 пациента (86,1±5,8%) в 4 случаях (11,1±5,2%) – второй степени. Наблюдалось статистически достоверное увеличение частоты лучевых реакций первой степени со стороны мочевого выделительной системы во второй группе ( $p < 0,01$ ).

Повышение БЭД с 203,4±1,0 Гр до 224,3 Гр не приводило к существенному увеличению количества пациентов с БК у пациентов при СЛТ РПЖ.

При возрастании БЭД в уретре с 148,7±0,8 Гр до 168,9±0,5 Гр увеличивалась частота лучевых реакций со стороны мочевого выделительной системы, не достигая степеней, вынуждающих прервать лучевое лечение.

Указанная эскалация дозы в ПЖ оказалась недостаточной для повышения эффективности СЛТ. Вместе с тем приемлемый уровень лучевых реакций позволяет рассматривать возможность дальнейшего повышения дозы при СЛТ РПЖ.

**Выводы.** Увеличения биологически эффективной дозы по данным линейно-квадратичной модели клеточной выживаемости с 203,4±1,0 Гр до 224,3±0,6 Гр недостаточно для существенного роста частоты биохимического контроля при сочетанной лучевой терапии рака предстательной железы.

## Литература

1. Алгоритмы диагностики и лечения больных злокачественными новообразованиями / О. Г. Суконко [и др.]. – Минск, 2012. – 589 с.
2. Armpilla, C. I. The determination of radiobiologically optimized half-lives for radionuclides used in permanent brachytherapy implants / C. I. Armpilla et al. // *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*, 2003, Vol. 55, №2. – P. 378–385.
3. Demanes D. J., High-dose-rate brachytherapy as monotherapy for prostate cancer / D. J. Demanes, M. I. Ghilezan // *Brachytherapy*. – 2014. – Vol. 13, №6. – P. 529–541.
4. Demanes, D. J. High-dose-rate brachytherapy as monotherapy for prostate cancer / D. J. Demanes, M. I. Chilezan // *Brachytherapy*. – 2014. – Vol. 13, № 6. – P. 529–541.
5. Dose escalation improves cancer-related events at 10 years for intermediate and high-risk prostate cancer patients treated with hypofractionated high-dose-rate boost and external beam radiotherapy / A. A. Martinez [et al.] // *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. – 2011. – Vol. 79, № 2. – P. 363–370.
6. Gulley, L. Prostate cancer / Updates in radiation therapy for prostate cancer: dose matters / E. C. White [et al.]. – New York: Demos Medical Publishing, 2011. – P. 481–500.
7. Price, P. Mathematical modelling and its application in oncology / P. Price, K. Sikora, T. Illidge // *Treatment of Cancer. Fifth Edition*. – Boca Raton, Taylor & Francis Group, 2008. – P. 58–73.
8. The alfa and beta of tumours: a review of parameters of the linear-quadratic model, derived from clinical radiotherapy studies / C. M. van Leeuwen [et al.] // *Radiation oncology [Electronic resource]*. – 2018 – Mode of access: <https://rojournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13014-018-1040-z> – Date of access: 11.07.2022.
9. Toxicity criteria of the Radiation Therapy Oncology Group (RTOG) and the European Organization for Research and Treatment of Cancer (EORTC) / J.D. Cox [et al.] // *International Journal of Radiation Oncology Biology Physics*. – 1995. – Vol. 31, № 5. – P. 1341–1346.
10. Use of ultrasound in image-guided high-dose-rate brachytherapy: enumerations and arguments / S. Banerjee [et al.] // *Journal of Contemporary Brachytherapy*. – 2017. – Vol. 9, № 2. – P. 146–150.

# **СОВРЕМЕННОЕ ПОСЛЕДИПЛОМНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ, ЕГО ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Александрович А.С., Зиматкина Т.И.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

Последипломное медицинское образование является одной из основополагающих систем, обеспечивающих практическое здравоохранение квалифицированными медицинскими работниками. В связи с огромным потоком информации, новыми технологиями в диагностике и лечении оно должно быть гибким и многофункциональным [1].

В условиях настоящего времени, связанных с проблемой пандемии коронавируса и других возможных чрезвычайных ситуаций, организация системы дополнительного образования требует особого подхода и применения различных форм и методов обучения. Целью дополнительного образования является повышение уровня профессиональных знаний и компетенции, умений и навыков, совершенствование мышления и личных качеств медицинского персонала, необходимых для успешной профессиональной карьеры и качественной охраны здоровья населения.

Наряду с тем, что медицинские работники имеют накопительную систему баллов за участие в научно-практических конференциях, они должны постоянно повышать свою профессиональную компетентность за счет систематического самообучения и регулярного прохождения курсов повышения квалификации по специальности. Поэтому в реалиях современной жизни особую значимость и актуальность приобретает система дистанционного обучения в последипломной профессиональной подготовке медицинских работников [2, 3].

Цель данного исследования – изучение и анализ некоторых особенностей современной послевузовской подготовки медицинских работников и специфики обучения взрослых. Независимо от того, осуществляется послевузовская подготовка медицинских работников на базе крупного образовательного учреждения или

силами организаций здравоохранения, необходимо учитывать специфику обучения взрослых, так как преподаватель имеет дело с опытными специалистами.

Выделяют ряд специфических особенностей в обучении взрослых:

1) мотивация к обучению у них возникает тогда, когда они обнаруживают острую потребность в пополнении знаний или же, когда социальная ситуация или требования, предъявляемые к профессии, диктуют необходимость изучения определенных вопросов;

2) в процессе обучения специалисты со стажем ожидают получить практические советы для решения наиболее злободневных для них вопросов;

3) они предпочитают комфортные условия и обучение в малых группах, им требуется больше времени для обучения;

4) взрослые боятся «провалиться», показаться несведущими в чем-либо.

Что касается форм и методов непрерывного обучения, оптимальным представляется рациональное сочетание и интеграция различного рода подходов – от традиционных академических до современных, включающих индивидуальные стажировки и дистанционное обучение [1, 2]. Последнее позволяет в большей мере удовлетворить самые взыскательные потребности обучающихся взрослых, поскольку имеет ряд характерных особенностей:

1) модульность, так как в основу дистанционного обучения закладывается модульный принцип;

2) гибкость, поскольку обучаемый, может учиться столько, сколько лично ему необходимо для освоения дисциплины;

3) параллельность, так как обучение может проводиться при совмещении основной профессиональной деятельности с учебой;

4) дальное действие, поскольку расстояние от места нахождения обучающегося до образовательного учреждения не является препятствием для эффективности образовательного процесса;

5) асинхронность, подразумевающая обучение по оптимальному для обучающегося расписанию и в удобном темпе;

6) охват или «массовость», поскольку количество обучаемых в системе дистанционного обучения не является критическим параметром;

7) рентабельность, подразумевающая экономическую эффективность дистанционного обучения, которое обходится на 10-15% дешевле за счет более эффективного использования учебных площадей и технических средств;

8) новая роль преподавателя, возлагающая на него такие функции как: координирование познавательного процесса, корректировку преподаваемого курса, консультирование, руководство учебными проектами и т. д.;

9) новые требования к обучаемому, от которого в системе дистанционного обучения требуется высокая мотивация, самоорганизация, трудолюбие и определенный стартовый уровень образования;

10) новые информационные технологии с применением аудиовидеотехники, систем и средств телекоммуникаций.

Преимущества использования социальных сетей в учебном процессе очевидны. У обучаемого появляется возможность просмотра в режиме удаленного доступа видео- и аудиоматериалов, что помогает лучше понять и усвоить тему лекции или занятия. Есть возможность многократного просмотра учебного материала, если он не был понят с первого раза. Коммуникативное пространство социальной сети позволяет выстраивать более оптимальное общение между преподавателем и обучаемым. Форум дает возможность организации обсуждения наиболее проблемных вопросов, а чат-проведения дискуссий в режиме реального времени. Это обеспечивает лучшее усвоение обучаемыми программного материала и более длительную выживаемость полученных знаний. Тестовый компьютерный контроль позволяет в краткой и доступной форме провести скрининговую оценку знаний обучаемых при более высокой объективизации оценки знаний и отсутствии психологического воздействия между преподавателем и обучаемым.

В процессе применения информационных технологий еще имеется ряд проблем. Это касается соотношения объема информации, который может предоставить сеть Интернет обучаемому, и объема сведений и знаний, которые он может осмыслить, систематизировать и усвоить. Затрудняют эффективность учебного процесса могут недостаточная техническая оснащенность и проблема компьютерной грамотности как обучаемого, так и преподавателя.

Дистанционное обучение имеет большой потенциал и ряд преимуществ, но вряд ли сможет полностью в будущем заменить классические методы обучения. В профессии медицинского работника виртуальное общение никогда не заменит живой контакт между врачом и пациентом, поэтому педагогический процесс в медицинском университете должен быть направлен на воспитание навыков этого общения и формирование клинического мышления. Важно определить объемы применения дистанционного обучения. Для развития гибкой и многофункциональной системы последипломного образования необходимо внедрение в качестве оптимальной очно-дистанционной формы обучения, что, несомненно, будет способствовать более эффективной профессиональной подготовке медицинских работников.

### Литература

1. Амбрушкевич, Ю. Г. Современные информационные технологии в образовательном пространстве медицинского вуза: проблемы и перспективы / Ю. Г. Амбрушкевич // Использование информационных образовательных технологий и электронных средств обучения в вузе : материалы научно-методической конференции / отв. ред. В. А. Снежицкий. – Гродно : ГрГМУ, 2011. – С. 6–8.
2. Снежицкий, В. А. Современные направления развития информационно-инновационной медицинской образовательной среды / В. А. Снежицкий, М. Н. Курбат, Л. Н. Гущина // Использование информационных образовательных технологий и электронных средств обучения в вузе : материалы научно-методической конференции / отв. ред. В. А. Снежицкий. – Гродно : ГрГМУ, 2011. – С. 133–136.
3. Зиматкина, Т. И. Рейтинговая оценка академической компетенции студентов по радиационной и экологической медицине / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович // Актуальные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии: сб. материалов V межвузовской науч.-практ. интернет-конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 25 марта 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 28–31.

# СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СВЯЗИ С РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Алехнович А.В.<sup>1</sup>, Зиматкина Т.И.<sup>2</sup>,  
Александрович А.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного последипломного образования»,

г. Москва, Россия

<sup>2</sup>УО «Гродненский государственный медицинский университет»

г. Гродно, Беларусь

**Актуальность.** Как в Республике Беларусь (РБ), так и в Российской Федерации (РФ) рак молочной железы (РМЖ) занимает лидирующие позиции (1-2-е место) по заболеваемости и смертности женщин от злокачественных новообразований. Общемировой средний показатель заболеваемости РМЖ составляет 43,1 случая на 100 тыс. населения, из них 74,1 на 100 тыс. населения или (47,3%) приходится на экономически развитые страны и 31,3 на 100 тыс. населения (52,7%) – на развивающиеся [1-5].

Разрабатываются и внедряются в клиническую практику новые методы диагностики и скрининга РМЖ, однако, цифры заболеваемости и смертности от этой патологии продолжают неуклонно расти.

**Цель.** Анализ современной динамики заболеваемости и смертности населения РБ и РФ в связи с РМЖ за последние годы.

**Материалы и методы исследований.** В работе использовались сравнительно-оценочный, аналитический и эпидемиологический методы исследования. Материалами для исследования служили данные государственной статистической отчетности и Министерства здравоохранения РБ и РФ.

**Результаты и их обсуждение.** При изучении эпидемиологической ситуации в РБ установлено, что в 1989-2002 гг. показатель заболеваемости РМЖ составил 46,5 на 100 тысяч населения от 35,4 в 1989 г. до 57,5 случая на 100 тысяч населения в 2002 г.). Самый высокий уровень злокачественных новообразований

молочной железы был зарегистрирован в 1989-2002 гг. в Гомельской области (57,3 случая на 100 тысяч населения). Также достоверно более высокие уровни заболеваемости раком молочной железы отмечались по г. Минску (50,5 случая на 100 тысяч населения) и Витебской области (49,6 случая на 100 тысяч населения). Повозрастной уровень заболеваемости данной патологией был максимальным в возрастной группе 57-61 год.

Показатель заболеваемости РМЖ в России в период 1990-2002 гг. увеличился в 1,5 раза (от 39,6 в 1990 до 59,5 случая на 100 тысяч населения в 2002).

В период 2002-2011 гг. заболеваемость РМЖ в РБ увеличилась в 1,33 раза (от 57,5 в 2002 до 76,7 случая на 100 тысяч населения в 2011). Установлено, что с 2002-2011 гг. в РФ данный показатель увеличился в 1,25 раза (от 59,5 в 2002 до 74,9 случая на 100 тысяч населения в 2011). В 2004 г. самые высокие показатели заболеваемости РМЖ в РФ были зафиксированы в Сибирском федеральном округе (СФО) – 43,61 случая на 100 тыс., что превышало общероссийский показатель (40,82), так и в 2012 г.

Уровень заболеваемости РМЖ в РБ за период 2011-2017 гг. составил в среднем 82,25 случая на 100 тысяч населения (от 76,7 в 2011 г. до 87,8 случая на 100 тысяч населения в 2017 г.). Количество пациентов с впервые в жизни установленным диагнозом РМЖ в 2010-2019 гг. составил в среднем 46,4 на 100 тысяч населения (от 40,3 в 2010 г. до 52,5 случаев на 100 тысяч населения в 2019 г.). В 2011-2017 гг. заболеваемость РМЖ в РФ в среднем составила 82,8 случая на 100 тысяч населения.

При изучении распределения заболеваемости по возрасту в РБ выявлено, что пик РМЖ в РБ установлен в возрастной группе 65-69 лет. Средний возраст пациентов с диагнозом данного злокачественного новообразования в РФ составляет 61,5.

При анализе смертности от данной онкологической патологии по областям и г. Минску наиболее высокий показатель в 2018-2019 гг. отмечен среди жителей Витебской области (15,7 на 100 тысяч населения в 2018 г. и 13,5 на 100 тысяч населения в 2019 г.), г. Минска (12,5 на 100 тысяч населения в 2018 г. и 14,0 на 100 тысяч населения в 2019 г.), Гомельской области (12,2 на 100 тысяч населения в 2018 г. и 14,6 на 100 тысяч населения в 2019 г.). За 2018-2019 гг. показатель смертности от РМЖ уменьшился в Минской

области в 1,13 раза (с 12,7 на 100 тысяч населения в 2018 г. и 11,2 на 100 тысяч населения в 2019 г.). В других областях отмечено увеличение показателя смертности от данной патологии.

Многолетняя динамика смертности от РМЖ за 2001-2017 гг. характеризовалась однонаправленной умеренной тенденцией к снижению. Показатель смертности женщин от РМЖ в Беларуси в 2001-2017 гг. снизился на 3,5 на 100 тысяч населения. В 2019 г. смертность увеличилась на 1,09% по сравнению с 2018 (12,1 случая на 100 тысяч населения в 2018 г. и 13,2 случая на 100 тысяч населения в 2019 г.) Установлено, что смертность в 2019 г. была выше у городского населения (13,3 на 100 тысяч населения) по сравнению с сельским в 1,2 раза (10,9 на 100 тысяч населения). Следует также отметить увеличение в 1,08 раза смертности городского населения в период с 2018-2019 гг. (с 12,3 на 100 тысяч населения в 2018 г. до 13,3 на 100 тысяч населения в 2019 г.) и уменьшение смертности сельского населения в этот же период в 1,02 раза (с 11,1 на 100 тысяч населения в 2018 г. и 10,9 на 100 тысяч населения в 2019 г.)

Установлено, что динамика смертности в РФ от злокачественных новообразований молочной железы в 1985-2007 гг. увеличилась в 2,2 раза. Следует отметить уменьшение единого показателя в 2007-2018 гг. в 1,34 раза. За последнее 10-летие увеличился средний возраст умерших с 65,9 до 67,3 года: у мужчин – с 64,9 до 66,3 года, у женщин – с 67,0 до 68,5 года. Имеющиеся данные по Российской Федерации и ее регионам не позволяют пока в полной мере проследить степень эффективности проведения маммографических обследований населения. Однако в трети регионов России при росте частоты применения маммографии наблюдалось снижение смертности от данной патологии, закономерность характерна для значительного числа регионов Центрального и Сибирского федеральных округов. Однако у другой трети территорий отмечен одновременный рост частоты использования маммографии и смертности. Наибольшее число таких регионов расположено в Приволжском федеральном округе.

Известно, что эффективность оказания медицинской помощи определяется количеством пациентов, оставшихся в живых в течение пяти лет и более после проведения лечения. При I стадии РМЖ удается достигнуть положительного результата у 91,8% пациентов,

при II стадии заболевания – у 64,5%. На результаты лечения влияют результаты проводимого адъювантного лечения, так как смертность при I-II стадиях обусловлена, в основном, развитием отдаленных метастазов. Следует учесть, что часть пациентов с прогрессирующими опухолями имеет положительный эффект от проводимой химио- и гормонотерапии и переживают пятилетний рубеж с признаками заболевания. При III-IV стадиях РМЖ прогрессирование может иметь вид как локального рецидива, так и манифестирующих метастазов. Часть пациентов с III стадией заболевания переживает пятилетний рубеж (42,3%) за счет адъювантного лечения, которое позволяет увеличить продолжительность ремиссии до первой волны метастазирования. Полное излечение в IV-й стадии практически невозможно. Однако, в ряде случаев удается добиться частичного лечебного эффекта и достичь пятилетней выживаемости у 28,8% пациентов.

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенного нами исследования установлен рост данного заболевания у населения РБ и РФ, что может свидетельствовать, с одной стороны, о снижении уровня здоровья и защитных сил организма, а, с другой стороны, об улучшении качества диагностики данной патологии. В 2017 г. уровень заболеваемости населения в РБ был в 2,5 раза выше по сравнению с 1989 г. Показатель заболеваемости в РФ 1990-2017 увеличен в 2,2 раза. Выявлено смещение возрастного пика заболеваемости РМЖ женского населения с 57-61 год на 65-69 лет за данный период. При анализе смертности от данной онкологической патологии по областям и г. Минску наиболее высокий показатель в 2018-2019 гг. отмечен среди жителей Витебской области, г. Минска, Гомельской области. Следует также отметить увеличение в 1,08 раза смертности городского населения в период с 2018-2019 гг. в РБ. Динамика смертности в РФ от злокачественных новообразований молочной железы в 1985-2007 гг. характеризуется однонаправленным увеличением, а в период 2007-2018 гг. снижением, что говорит о высоком развитии диагностических исследований.

### Литература

1. Статистический ежегодник Республики Беларусь. – Минск, 2020. – 436 с.

2. Здоровоохранение в Республике Беларусь официальный статистический сборник за 2017 г. – Минск : ГУ РНМБ, 2018. – 287 с.

3. Здоровоохранение в Республике Беларусь официальный статистический сборник за 2018 г. – Минск : ГУ РНМБ, 2019. – 261 с.

4. Здоровоохранение в Республике Беларусь официальный статистический сборник за 2019 г. – Минск : ГУ РНМБ, 2020. – 436 с.

5. Маркевич, Н. Б. Результаты маммографического скрининга и медицинской профилактики рака молочной железы у жителей Гродно и Гродненской области / Н. Б. Маркевич, Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, 23-24 сентября 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 140–142.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧНОЙ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В КЛИНИКЕ ПОСРЕДСТВОМ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ**

**Батян А.Н.<sup>1</sup>, Демешко П.Д.<sup>2</sup>, Гончарова Е.В.<sup>1</sup>,  
Гайда А.В.<sup>3</sup>, Оргиш А.Н., Лемешевский В.О.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Международный государственный  
экологический институт им. А. Д. Сахарова БГУ,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>РНПЦ онкологии и медицинской радиологии им. Н. Н. Александрова,  
аг. Лесной, Минский район, Республика Беларусь

<sup>3</sup>УЗ «Брестский областной онкологический диспансер»,  
г. Брест, Республика Беларусь

**Резюме.** Расчеты, связанные с оценкой поглощенных доз излучения при изменении графика лучевого лечения в процессе курса ЛТ приводят к значительному увеличению затрат рабочего времени медицинских физиков и врачей-радиационных онкологов, а также требует специальной подготовки квалифицированных специалистов, способных их проводить. Целью исследования оптимизация расчетов, связанных с оценкой поглощенных доз излучения

при изменении графика лучевого лечения, путем моделирования такого рода изменений в специальном программном обеспечении, созданном на основе теории линейно-квадратичной радиобиологической модели. Web-приложение «Линейно-квадратичная модель для медицинских физиков и радиационных онкологов» разрабатывалось специалистами в области радиобиологии, медицинской физики, практикующими врачами-радиационными онкологами на базе МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова, Брестского областного онкологического диспансера. Исходный код программы написан IT-разработчиком специалистом в области прикладной математики и актуарных наук на языках программирования JavaScript (52,2%) и HTML (47.8%). Исследованное приложение является адекватным инструментом для расчета изоэффективных доз, количества фракций, поправок для измененной схемы лечения, расчета EQD<sub>2</sub> с учетом перерыва в облучении или уменьшения дней лечения, неполной репарации при многофракционном облучении в день, возможности корректировок ошибок в отпуске дозы.

**Ключевые слова:** радиобиология, радиобиологические модели, линейно-квадратичная модель, радиочувствительность, пролиферация, гипофракционирование, лучевая терапия, перерывы в лечении, веб-приложение.

**Актуальность.** Проблема оценки негативного влияния перерывов в лучевом лечении и способов их компенсации регулярно поднимается на совместных курсах МАГАТЭ и АМФР и в профессиональном сообществе медицинских физиков. При этом на современном этапе предлагается опираться на теорию ЛКМ, которая имеет долгую и сложную историю [1-3].

Практическое применение линейно-квадратичной радиобиологической модели (ЛКМ) во многих учреждениях является неотъемлемой частью клинической практики терапии онкологических заболеваний. Однако расчеты, связанные с оценкой поглощенных доз излучения при изменении графика лучевого лечения в процессе курса ЛТ приводят к значительному увеличению затрат рабочего времени медицинских физиков и врачей-радиационных онкологов, а также требует специальной подготовки квалифицированных специалистов, способных их проводить.

Внедряя в практику ЛКМ для оценки доз излучения с учетом потерь биологического эффекта при модификации схем лучевого лечения специалисты сталкиваются с вышеперечисленными трудностями. Поэтому, для решения обозначенных вопросов нами предложено Web-приложение, позволяющее оптимизировать процессы, связанные с оценкой доз излучения при модификации графика лучевого лечения пациентов.

**Цель** нашего исследования – оптимизация расчетов, связанных с оценкой поглощенных доз излучения при изменении графика лучевого лечения, путем моделирования такого рода изменений в специальном программном обеспечении, созданном на основе теории линейно-квадратичной радиобиологической модели.

**Материал и методы исследований.** Разработка приложения велась специалистами в области радиобиологии, медицинской физики, практикующими врачами-радиационными онкологами на базе МГЭИ им. А.Д. Сахарова БГУ, РНПЦ ОМР им. Н.Н. Александрова, Брестского областного онкологического диспансера. Исходный код программы написан IT-разработчиком специалистом в области прикладной математики и актуарных наук на языках программирования JavaScript (52,2%) и HTML (47,8%). Техническим требованием для пользователя является наличие браузера, поддерживающего JavaScript. Доступ к программе осуществляется по интернет-ссылке <https://hypo-calc.github.io/>.

Цифровая копия приложения, а также необходимые документы и материалы о нем, зарегистрированы и переданы на хранение в Национальный центр интеллектуальной собственности Республики Беларусь (свидетельство о добровольной регистрации и депонировании объекта авторского права № 1487-КП, акт № d20220013 от 25.03.2022, авторы Оргиш А.Н., Батян А.Н., Демешко П.Д., Гончарова Е.В., Гайда А.В.).

Web-приложение позволяет произвести расчет изоэффективных доз, количества фракций, поправок для измененной схемы лечения, EQD<sub>2</sub> с учетом перерыва в облучении и уменьшения дней лечения; учет неполной репарации при многофракционном облучении в день; возможность корректировок ошибок в отпуске дозы и др.

Структура приложения логически включает три области: область ввода данных, область рассчитанных величин и расписание

лечения. В области ввода данных пользователь задает необходимые ему параметры. Обязательными к заполнению являются ячейки: «Разовая очаговая доза», «Количество фракций», «Прошло фракций», «Коэффициент  $\alpha/\rho$ ». Поля «День недели начала лечения», «Время полувосстановления» и «Учитывать пролиферацию» заполняются, когда необходим учет длительности курса, перерывов и неполной репарации при многофракционном облучении в день. Поле «Учитывать пролиферацию» становится активным, когда количество дней курса ЛТ превышает 21 день.

В области расчетных величин значения «Количество дней лечения», «Суммарная очаговая доза», «Биологически эффективная доза» и «Эквивалентная доза», зависят от введенных значений «Разовой дозы» и «Количества фракций». Значения в ячейках «Фактическое количество пропущенных дней» и «Фактическое количество дней лечения» зависят от изменений, вносимых в «Расписание лечения». «Эквивалентная доза с учетом пропущенных дней лечения» рассчитывается при условии заполнения ячейки «Учитывать пролиферацию».

Расписание календаря заполняется автоматически при корректно заполненных полях ввода. Клик мыши по заполненным ячейкам делает их пустыми, по пустым ячейкам – добавляет фракции. При принудительном изменении количества фракций происходит пересчет разовой дозы внутри ячеек календаря. Если задано количество уже пролеченных фракций, то они отображаются в календаре серым цветом. Доза в этих ячейках не пересчитывается при изменении количества оставшихся фракций. При наведении курсором мыши на ячейку становится доступным добавление нескольких фракций в день, нажав на «+» внутри ячейки. При нажатии на  $\Delta t$  можно задать интервал времени между фракциями.

**Результаты и их обсуждение.** Разработанный нами программный комплекс «Линейно-квадратичная модель для медицинских физиков и радиационных онкологов», предназначен для решения задач, связанных с расчетом изоэффективных режимов облучения, изоэффективных доз излучения, эквивалентных доз излучения с учетом радиочувствительности тканей и пролиферации.

В качестве примера работы приложения ниже рассмотрены следующие случаи, возможные в клинической практике (задачи

взяты из лекций МАГАТЭ/АМФР курсов «Радиобиология» 2018 г. и «Переход от 3D конформной лучевой терапии к лучевой терапии с модуляцией интенсивности» 2021 г.).

### ***Модельный случай 1. Расчет изоэффективных режимов***

Найти величину РД для режима изоэффективного предоперационному облучению 5 фракций каждый день по 5 Гр СД=25 Гр, реализуемого за 3 фракции через день ( $\alpha/\beta = 10$  Гр).

Для нахождения разовой дозы излучения, которую необходимо подвести за 3 фракции через день, необходимо заполнить ячейки программы:

«Разовая доза»	5 Гр
«Количество фракций»	5
«Прошло фракций»	0
«Коэффициент $\alpha/\beta$ »	10 Гр.

Искомое значение дозы за фракцию отображается в ячейке «Расписания лечения» и составляет 7,25 Гр.

### ***Модельный случай 2. Расчет поправок для измененной схемы лечения***

Пациенту назначены 5 сеансов предоперационной ЛТ РД=5Гр. Понедельник, вторник все шло в запланированном режиме. В среду произошел перерыв в лечении. Какую дозу необходимо подвести за 2 последние фракции, чтобы закончить ЛТ, как и планировалось в пятницу?  $\alpha\beta=10$  Гр.

Для нахождения дозы излучения, которую необходимо подвести за 2 последние фракции, чтобы закончить ЛТ, как и планировалось в пятницу, необходимо заполнить ячейки программы:

«Разовая доза»	5 Гр
«Количество фракций»	5
«Прошло фракций»	0
«Коэффициент $\alpha/\beta$ »	10 Гр.

Искомое значение дозы 6,73 Гр за фракцию для последних двух фракций отображается в ячейке «Расписания лечения».

### **Модельный случай 3. Корректировка ошибок в отпуске дозы**

Запланировано облучение опухоли легкого РОД 2 Гр за 33 фракции. После 20 фракции обнаружилось, что из-за ошибки (предписания или нормировки) подводилось 1,8 Гр вместо 2 Гр. Как скорректировать лечение?

Для нахождения значения, до которого необходимо скорректировать дозу излучения, необходимо осуществить несколько этапов работы с приложением. На первом этапе вводятся значения уже пролеченных 20 фракций по 1,8 Гр за фракцию и находится, чему равна эквивалентная доза:

«Разовая доза»	2 Гр
«Количество фракций»	20
«Прошло фракций»	0
«Коэффициент $\alpha/\beta$ »	10 Гр.

Рассчитанное значение «Эквивалентной дозы» 35,4 Гр.

Далее, используя промежуточный расчет, необходимо найти разницу в эквивалентных дозах между запланированным на конец курса значением эквивалентной дозы и значением для первых 20 фракций по 1,8 Гр:  $\Delta EQD = 66 - 35,4 = 30,6$  Гр. После этого в программу вносятся значения для оставшихся 13 фракций и подбирается значение разовой дозы, которое будет соответствовать полученному значению эквивалентной дозы 30,6 Гр.

«Разовая доза»	? Гр
«Количество фракций»	13
«Прошло фракций»	0
«Коэффициент $\alpha/\beta$ »	10 Гр.

Отслеживаем «Эквивалентную дозу». Подбираем значение «Разовой дозы», чтобы значение эквивалентной составило 35,4 Гр. В нашем случае это 2,3 Гр. Значит, скорректировать разовую дозу необходимо до значения 2,3 Гр.

**Выводы.** Расчеты, связанные с оценкой эффективности лучевой терапии и возможности внесения изменений в схему лучевого лечения требует специальной подготовки квалифицированных специалистов, способных проводить такого рода расчеты. Для решения указанных задач разработана компьютерная программа,

позволяющая оптимизировать работу, связанную с оценкой доз излучения.

В качестве модельных случаев рассмотрены расчет изоэффективных режимов, расчет поправок для измененной схемы лечения, корректировка ошибок в отпуске дозы.

Web-приложение «Линейно-квадратичная модель для медицинских физиков и радиационных онкологов» является инструментом для оптимизации процесса расчетов, связанных с вычислением изоэффективных режимов облучения, изоэффективных доз излучения, эквивалентных доз излучения, позволяет производить поправки на перерыв в лечении, проводить оценку биологического эффекта с учетом перерыва в лучевом лечении, корректировку РОД при модификации схемы лучевого лечения.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Соответствие принципам этики.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

### Литература

1. Столбовой, А. В. Радиобиологические модели и клиническая радиационная онкология / А. В. Столбовой, И. Ф. Залялов. – Онкология. – Журнал им. П. А. Герцена, 2016. – № 6. – С. 88–96.

2. Батян, А. Н. Эволюция радиобиологических моделей: от зарождения представлений до современных подходов оценки эффектов лучевой терапии / А. Н. Батян [и др.]. – Журнал Белорусского государственного университета. – Экология, 2021. – № 3. – С. 49–56.

3. Michael, C. Joiner. Basic Clinical Radiobiology / C. Joiner Michael, Albert J. van der Kogel. Description : Fifth edition. Boca Raton, FL. – CRC Press Taylor & Francis Group, 2018. – 350 p.

# ХАРАКТАРЫСТЫКА ДОЗ АПРАМЯНЕННЯ ПАЦЫЕНТАЎ МЕДЫЦЫНСКІХ УСТАНОЎ МАГІЛЁўСКОЙ ВОБЛАСЦІ ЗА КОШТ РОЗНЫХ РЭНТГЕНАДЫАГНАСТЫЧНЫХ МЕТАДАЎ АБСЛЕДАВАННЯ

**Бахта А.А.**

УА “Беларускі дзяржаўны медыцынскі ўніверсітэт”,  
г. Мінск, Рэспубліка Беларусь

**Актуальнасць.** Згодна з дадзенымі навуковага камітэту пры ААН па дзеянню атамнай радыяцыі прамяневая метады медыцынскай дыягностыкі займаюць другое месца па ўкладу ў сярэдняміравую калектыўную дозу апрамянення пасля прыродных крыніц [1]. У калектыўную дозу апрамянення насельніцтва за кошт тэхнагенных крыніц медыцынскае апрамяненне насельніцтва дае больш 50% укладу.

Акрамя вялікага ўкладу ў агульную структуру апрамянення насельніцтва, медыцынскія крыніцы характарызуюцца высокай магутнасцю дозы; уздзеянствам, як правіла, на хворы ці паслаблены арганізм; пераважным апрамяненнем адніх і тых жа радыяадчувальных органаў; частым апрамяненнем груп высокага рызыку: дзяцей, жанчын і людзей дзетароднага ўзросту [2]. Па гэтых прычынах у нармальным, неаварыйных умовах медыцынскае апрамяненне па біялагічнаму дзеянню пераўзыходзіць усе астатнія віды радыяцыйнага ўздзеяння разам узятых [3].

Штогод у Рэспубліцы Беларусь праводзіцца больш за 10 мільёнаў рэнтгеналагічных даследаванняў пацыентаў. У сувязі з пандэміяй, выкліканай распаўсюджваннем каронавіруса SARS-CoV-2, значэнне рэнтгенадыагнастычных працэдур толькі павялічылася. З прычыны гэтага асаблівае значэнне набываюць кантроль і ацэнка доз апрамянення пацыентаў, якія падвяргаюцца прамянёвай дыягностыке.

**Мэта.** Вывучыць і сістэматызаваць звесткі аб фарміраванні доз апрамянення ад медыцынскіх рэнтгенадыагнастычных працэдур органаў грудной клеткі ў г. Магілёве і сямі раёнах Магілёўскай вобласці.

**Матэрыялы і метады даследавання.** У час даследавання быў праведзены аналіз фактычных дадзеных рэнтгеналагічнай статыстыкі Магілёўскай абласной клінічнай бальніцы (далей – МАКБ), усталяваны структура і дынаміка прамяневых даследаванняў органаў грудной клеткі (далей – ОГК) з 2019 па 2021 год, іх уклад у калектыўную дозу апрамянення насельніцтва, а таксама сярэднія значэння эфектыўных доз апрамянення на душу насельніцтва.

**Вынікі і іх абмеркаванне.** У выніку аналізу фактычных дадзеных рэнтгеналагічнай статыстыкі ўсталявана, што структуры рэнтгенадыягнастычных даследаванняў ОГК за тры гады з 2019 г. па 2021 г. колькасць даследаванняў, праведзеных насельніцтву раёнаў Магілёўскай вобласці пераважае над колькасцю даследаванняў, праведзеных пацыентам у абласной клінічнай бальніце г. Магілёва. Суадносіны з найбольшай перавагай у структуры раёнаў Магілёўскай вобласці назіраецца ў 2019 г. (88,11% у раёнаў да 11,89% у МАКБ), а суадносіны з найменшай перавагай даюць паказчыкі 2020 г. (86,42% у раёнаў да 13,58% у МАКБ). У 2021 г. долі даследаванняў склалі 88,01% і 11,99% у раёнах і МАКБ адпаведна.

У 2019 годзе ў Магілёўскай вобласці было праведзены 592 рэнтгенааскапічныя даследаванні, 82208 рэнтгенаграфічных і 97674 флюараграфічных. У 2020 годзе – 1069 рэнтгенааскапічных, 105962 рэнтгенаграфічных і 103005 флюараграфічных даследавання. У 2021 годзе было праведзена 1351 рэнтгенааскапія, 125121 рэнтгенаграфія і 86686 флюараграфій.

У 2019 годзе у структуры рэнтгенадыягнастычных даследаванняў ОГК па Магілёўскай вобласці пераважалі флюараграфічныя – 97974 даследаванні, а ў 2020 г. і 2021 г. пераважалі рэнтгенаграфічныя – 105962 і 125121 даследавання адпаведна. У дынаміцы на прамежку з 2019 па 2021 гг. назіраецца значнае павелічэнне колькасці рэнтгенаграфічных даследаванняў (з 82208 даследаванняў у 2019 г. да 125121 у 2021 г.), таксама нязначнае павелічэнне колькасці рэнтгенааскапічных даследаванняў (з 592 даследаванняў у 2019 г. да 1351 у 2021 г.). У той жа час колькасць флюараграфій спачатку вырасла (з 97674 даследаванняў у 2019 г. да 103005 у 2020 г.), а потым значна зменшылася (з 103005 даследаванняў у 2020 г. да 86686 у 2021 г.).

У 2019 г. у структуры рэнтгенадыягнастычных даследаванняў ОГК, праведзеных пацыентам у МАКБ і раенных бальніцах Магілёўскай вобласці доля флюараграфічных даследаванняў склала 54,12%, рэнтгенаграфічных – 45,55%, а рэнтгенаскапічных – 0,33%; у 2020 г. – 49,04%, 50,45% і 0,51% адпаведна; у 2021 г. – 40,67%, 58,7% і 0,63% адпаведна.

Такім чынам, у 2019 г. пераважалі флюараграфічныя даследавання (54,12%), а ў наступныя гады – рэнтгенаграфічныя (50,45% у 2020 г. і 58,7% у 2021 г. адпаведна).

Уклад рэнтгенадыягнастычных даследаванняў у калектыўную дозу апрамянення насельніцтва ў сярэднім за 2019-2021 гг. у МАКБ склалі: рэнтгенаграфічныя даследаванні – 72,74%, флюараграфічныя – 19,12%, рэнтгенаскапічныя – 8,14%; у раёнах Магілёўскай вобласці – 60,09%, 38,91% і 1% адпаведна.

З прыведзеных дадзеных вынікае, што асноўны ўклад у фарміраванне гадавой калектыўнай дозы медыцынскага апрамянення ў 2019-2021 гг. уносілі рэнтгенаграфічныя даследаванні (72,74 у МАКБ і 60,09% у раёнах вобласці).

Эфектыўная доза – велічыня, якую выкарыстоўваюць як меры рызыку ўзнікнення стохастычных эфектаў пры апрамяненні ўсяго цела чалавека і асобных яго тканін з улікам радыяадчувальнасці [1].

Сярэднія сумарныя значэнні гадавых эфектыўных доз апрамянення на душу насельніцтва раёнаў Магілёўскай вобласці склалі 0,06 мЗв/год ў 2019 г., 0,07 мЗв/год у 2020 г. і 0,08 мЗв/год у 2021 г. Такім чынам, найбольшае сярэдняе сумарнае значэнне эфектыўных доз апрамянення на душу насельніцтва прыходзіцца на 2021 г. (0,08 мЗв/год).

**Высновы.** Робячы выснову з вышэйпрыведзеных дадзеных і вылічэнняў, можна сказаць, што назіраемае ў дынаміцы за перыяд 2019-2021 гг. павелічэнне колькасці рэнтгенаграфічных даследаванняў магчыма за кошт выкарыстання гэтага метаду для ранняй дыягностыцы COVID-19. Дынаміка рэнтгенаскапічных працэдур за гэты ж перыяд характэрызавалася змяншэннем уклада ў агульную колькасць выкананых прамяневых метадаў дыягностыцы, нягледзячы на павелічэнне колькасці гэтых працэдур.

Медыцынскае апрамяненне адрозніваецца ад іншых відаў тэхнагеннага апрамянення, паскольку прыцып «чым менш доза –

тым лепш» непрымальны з позірку якасці і надзейнасці дыягностыкі [4]. Таму пры прызначэнні рэнтгенадыягнастычных працэдур так важліва трымацца асноўных прынцыпаў забеспячэння радыяцыйнай бяспекі: нарміравання, абгрунтавання і аптымізацыі.

### Літаратура

1. Ляпкало, А. А. Облучение персонала и населения при проведении медицинских рентгенологических процедур / А. А. Ляпкало, В. В. Кучумов. – Российский медико-биологический вестник им. академика И. П. Павлова. – Вып. 3-4. – Рязань, 2001. – 144 с.

2. Ставицкий, Р. В. Медицинская рентгенология: технические аспекты, клинические материалы, радиационная безопасность / Р. В. Ставицкий. – М. : МНПИ, 2003. – 344 с.

3. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation [Electronic resource] : UNSCEAR 2000 report. Vol. I. Sources and effects of ionizing radiation. – Mode of access: [http://www.unscear.org/unscear/publications/2000\\_1.html](http://www.unscear.org/unscear/publications/2000_1.html). – Date of access: 28.07.2022.

4. Охрименко, С. Е. Оптимизация доз облучения пациентов в лучевой диагностике / С. Е. Охрименко [и др.]. – Гигиена и санитария. – Вып. 12. – Москва, 2019. – 1334 с.

## **COVID-19-АССОЦИИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ: СЕКЦИОННЫЕ ДАННЫЕ КАК ОРИЕНТИР ДЛЯ ВРАЧА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ**

**Бойко М.А.<sup>1</sup>, Юрковский А.М.<sup>1</sup>,  
Назаренко И.В.<sup>1</sup>, Ачинович С.Л.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет»,

<sup>2</sup>УЗ «Гомельский областной клинический онкологический диспансер»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Инцидентность ассоциированные COVID-19 инфекцией поражения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) отмечаются в 11,4-61,1% случаев [1–3]. Наиболее частыми симптомами этого поражения являются: боль в животе, тошнота, рвота, диарея [1, 2].

Наличие перечисленных симптомов нередко становится причиной направления пациентов на ультразвуковое исследование органов брюшной полости. Однако результативность указанного исследования зависит от наличия у врача, проводящего исследование, четких представлений относительно того, где и как часто могут иметь место ассоциированные COVID-19 инфекцией изменения ЖКТ. Поскольку успех их обнаружения зависит от правильности выбора места и методики сканирования. Отсюда и необходимость изучения инцидентности и выраженности поражения различных отделов ЖКТ при COVID-19 инфекции для того, чтобы оптимизировать диагностический поиск.

**Цель исследования.** Оценить по данным секционных исследований степень вовлеченности в патологический процесс разных отделов желудочно-кишечного тракта при COVID-19 инфекции.

**Материал и методы.** Для достижения поставленной цели было выполнено секционное исследование желудка и кишечника у 11 субъектов (7 мужчин и 4 женщин в возрастном диапазоне 57–74 года), умерших от инфекции COVID-19 (диагноз подтвержден методом ПЦР в режиме реального времени: на анализаторе Rotor Gene Q, Qigen (Германия) определялась РНК SARS-CoV-2 с использованием готовых наборов реагентов «АртБиоТех» (Республика Беларусь). Критерием отбора субъектов для исследования было отсутствие в медицинской карте стационарного пациента сведений о наличии у них заболеваний ЖКТ.

Для визуальной оценки площади поражения полые органы (желудок, кишечник) вскрывались продольно по противобрыжечному краю, промывались от содержимого. Для оценки распространенности процесса на слизистую оболочку накладывалась прозрачная пленка с нанесенной миллиметровой сеткой и проводилось фотографирование объектов с помощью цифрового фотоаппарата. Далее с помощью компьютерной программы ImageJ определялась площадь всего исследуемого объекта, площадь пораженных участков (очаги гиперемии с мелкоточечными кровоизлияниями) и определялся процент поражения слизистой органа.

Статистический анализ проводился с применением пакета прикладных программ Statistica 10,0.

**Результаты и их обсуждение.** У исследованных субъектов в 5 случаях (45,5%), был выявлен хронический антральный

гастрит, в 6 случаях (54,5%) – пангастрит. Выраженность изменений была умеренной в 4 случаях (36,4%), значительно выраженной – в 7 случаях (63,6%). При значительно выраженных изменениях выявлялись очаги микроэрозий в антральном отделе (у 4 субъектов) и по малой кривизне в нижней трети желудка (у 3 субъектов). Во всех случаях имело место нарушение микроциркуляции по типу формирования эритроцитарных сладжей и микротромбов.

Умеренная степень активности процесса была выявлена у 5 субъектов (45,5%), выраженная – у 6 субъектов (54,5%). У двух субъектов были выявлены *Helicobacter pylori*. У 4 субъектов (36,4%) была выявлена полная кишечная метаплазия. Аналогичные, хотя и менее выраженные, изменения были отмечены в тонкой и толстой кишках.

Инцидентность поражений различных отделов желудочно-кишечного тракта при COVID-19 инфекции была следующей: желудок – 100,0%; двенадцатиперстная кишка – 25,0%; тощая кишка – 55,0%; подвздошная кишка – 35,0%; слепая кишка – 18%; восходящий отдел толстой кишки – 15%; поперечно-ободочная кишка 15% нисходящий отдел толстой кишки 41% сигмовидная кишка 55% прямая кишка 75%

Площадь поражения различных отделов желудочно-кишечного тракта при COVID-19 инфекции была следующей (%): желудок – 86,0 (75,0; 90,0); двенадцатиперстная кишка – 48,0 (39,0; 66,0); тощая кишка – 55,0 (50,0; 59,0); подвздошная кишка – 35,0 (30,0; 41,0); слепая кишка – 59,0 (55,0; 69,0); восходящий отдел толстой кишки – 34,0 (29,0; 41,0); поперечно-ободочная кишка – 36,0 (30,0; 42,0); нисходящий отдел толстой кишки – 40,0 (34,0; 47,0); сигмовидная кишка – 65,0 (61,0; 71,0); прямая кишка – 69,0 (65,0; 73,0).

**Обсуждение.** О возможности вовлечения в патологический процесс ЖКТ сообщали многие авторы. Однако каких-либо конкретных данных относительно инцидентности и распространенности COVID-19-ассоциированных изменений в разных отделах ЖКТ не приводилось. При боли в животе у пациентов с COVID-19 инфекцией вероятность выявления изменений в стенке кишки (речь идет о слизистой оболочке и подслизистой основе) при ультразвуковом исследовании будет отмечаться в слепой кишке и ректосигмоидном отделе толстой кишки. И это ожидаемо, поскольку вирус, кроме всего прочего, поражает и клетки эпителия ЖКТ

(желудок, тонкая и толстая кишка), имеющие рецепторы АПФ2 (ангиотензинпревращающего фермента 2-го типа) [4–6]. Но проблема в том, что нет четкого представления о том, как могут выглядеть участки пораженной стенки при ультразвуковом исследовании. Поскольку для этого необходимо провести сопоставления гистологических и иммуногистохимических данных с данными ультразвуковых исследований.

В данном исследовании были некоторые ограничения: во-первых, отсутствие в карте стационарного пациента сведений о наличии заболеваний ЖКТ, с нашей точки зрения, не являлось достаточной гарантией того, что они отсутствовали у исследованных субъектов при жизни; во-вторых, количество наблюдений в данном исследовании было небольшим.

**Выводы.** При ультразвуковом исследовании изменения ассоциированные с COVID-19 инфекцией будут выявляться во всех отделах ЖКТ, однако наиболее выраженные и доступные для ультразвукового сканирования изменения будут выявляться в слепой (59%), сигмовидной (65%) и прямой кишках (69%);

Изменения, как правило, будут ограничиваться слизистой оболочкой и подслизистой основой, а потому вероятность не выявления указанных изменений при стандартном ультразвуковом исследовании будет высокая.

### Литература

1. Leal, T. Gastrointestinal manifestations of COVID-19 : results from a European centre / T. Leal [et al.]. – European J. Gastroenterology & Hepatology, 2021. – Vol. 33, № 5. – С. 691–694.
2. Kariyawasam, J. C. Gastrointestinal manifestations in COVID-19 / J. C. Kariyawasam [et al.]. – Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg, 2021. – Vol. 115, № 12. – С. 1362–1388.
3. Groff, A. Gastrointestinal Manifestations of COVID-19: a review of what we know / A. Groff [et al.]. – Ochsner J. – 2021. – Vol. 21, № 2. – С. 177–180.
4. Щикота, А. М. Поражение желудочно-кишечного тракта, печени и поджелудочной железы при COVID-19 / А. М. Щикота [и др.]. – Доказательная гастроэнтерология, 2021. – Т. 10, № 1. – С. 30–37.
5. Ивашкин, В. Т. Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) и система органов пищеварения / В. Т. Ивашкин [и др.]. – Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии, 2020. – Т. 30, № 3. – С. 7–13.

# РАСТИТЕЛЬНЫЙ БЕЛОК В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО СОДЕРЖАНИЯ В ПРОДУКЦИИ

Бородин П.В.<sup>1</sup>, Зиматкина Т.И.<sup>2</sup>, Бородина П.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>УО «Гродненский государственный аграрный университет»,

<sup>2</sup>УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Организм человека нуждается в регулярном поступлении энергии из внешней среды. Источниками энергии служат пищевые вещества (белки, жиры, углеводы), попадающие в организм с продуктами питания. Питание является одним из основных условий существования человека, а проблема питания – одной из основных проблем человеческой культуры. Количество, качество, ассортимент потребляемых пищевых продуктов, своевременность и регулярность приема пищи решающим образом влияют на человеческую жизнь во всех ее проявлениях. Правильное питание – важнейший фактор здоровья, оно положительно сказывается на работоспособности человека и его жизнедеятельности и в значительной мере определяет длительность жизни, задерживая наступление старости.

Характер питания населения складывается постепенно в зависимости от уровня экономического и культурного развития. Научные достижения биологической химии, физиологии, гигиены питания, витаминологии позволили установить и научно обосновать физиологические потребности человека в пищевых веществах в зависимости от возраста, профессии, пола, климатических особенностей, степени коммунального обслуживания и других факторов. Следует отметить, что характер питания определяется физиологическими и профессиональными особенностями организма и влиянием факторов внешней среды [2].

Чрезвычайно важную роль в питании человека играют белки, поскольку являются самой главной составной частью клеток всех органов и тканей нашего организма. На долю белка приходится не менее 50% сухой массы органических соединений животной клетки.

Функционирование белка лежит в основе важнейших процессов жизнедеятельности организма. Обмен веществ (пищеварение, дыхание и др.), мышечное сокращение, нервная проводимость и жизнь клетки в целом неразрывно связаны с активностью ферментов – высокоспецифических катализаторов биохимических реакций, являющихся белками. Основу костной и соединительной ткани составляют структурные белки. Они же формируют остов клеточных органелл (митохондрий, мембран и др.). Расхождение хромосом при делении клетки, движение жгутиков, работа мышц животных и человека осуществляются по единому механизму при посредстве белков сократительной системы. Важную группу составляют регуляторные белки, контролирующие биосинтез белка, и нуклеиновых кислот [1].

Экспрессия генетической информации, способность поддерживать онкотическое давление в клетках и крови, буферные свойства, поддерживающие физиологическое значение рН внутренней среды – это все жизненно важные функции белков.

Из этого далеко не полного перечня основных функций белков видно, что им принадлежит исключительная и разносторонняя роль в живом организме. Если попытаться выделить главное, решающее свойство, которое обеспечивает многогранность биологических функций белков, то следовало бы назвать способность белков строго избирательно, специфически соединяться с широким кругом разнообразных веществ. В частности, эта высокая специфичность белков (средство) обеспечивает взаимодействие ферментов с субстратами, антител с антигенами, транспортных белков крови с переносимыми молекулами других веществ и т. д. Это взаимодействие основано на принципе биоспецифического узнавания, завершающегося связыванием фермента с соответствующей молекулой субстрата, что содействует протеканию химической реакции.

Потребность организма в белках зависит от возраста, пола, физиологического состояния (беременность, кормление грудью), климатических условий, интенсивности выполняемой физической работы и т. д. Особенно в белках нуждается молодой растущий организм, а также пораженный каким-либо заболеванием. В последнем случае в организме возникает острая потребность в регенерации

изношенных, отживших клеток, восстановить которые можно лишь с помощью белка. Количество требуемого белка пропорционально изнашиваемости тканей. Чем большую нагрузку испытывают мышцы, тем выше потребность в регенерации, а значит, и в потреблении белка.

По рекомендациям нутрициологов суточная норма белка для женщин равна 1 г на 1 кг веса. В случае активного образа жизни (посещения тренажерного зала, занятия фитнесом) стоит повысить количество употребляемого белка до 1,2 г на 1 кг веса. Для мужчин норма белка выше. Если не заниматься спортом, достаточно 1,2 г на 1 кг веса, а если же активно посещать тренажерный зал, то необходимо увеличить до 1,5-1,8 г белка на 1 кг веса [3].

Белковая недостаточность является важнейшей проблемой питания. При белковой недостаточности (белковом голодании) у детей развивается алиментарная дистрофия – нарушаются процессы костеобразования, замедляется рост и умственное развитие. Единственное решение проблемы – это употребление в пищу полноценных белков или белковых добавок.

Белки состоят в основном из двадцати аминокислот, которые и составляют основу жизни. Эти аминокислоты определяют биологическую специфичность и пищевую ценность белков. Аминокислоты можно разделить на заменимые и незаменимые. Заменимые аминокислоты могут быть синтезированы в организме. Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме человека вообще или синтезируются в недостаточном количестве.

Биологическая ценность белков пищевых продуктов зависит от количества и соотношения в них незаменимых аминокислот. Однако заменимые аминокислоты также выполняют в организме разнообразные функции и играют не меньшую роль, чем незаменимые аминокислоты [4].

Аминокислоты содержатся во всех продуктах растительного и животного происхождения. Однако эти продукты различаются содержанием и соотношением аминокислот. Наиболее оптимальным является соотношение незаменимых аминокислот в продуктах животного происхождения – молоке, мясе, рыбе, яйцах. Основные поставщики белка растительного происхождения – семена бобовых культур (соя, фасоль, горох, арахис), зерно зерновых и крупяных

растений (пшеница, рис, кукуруза, ячмень, гречиха), семена масличных растений (подсолнечник, лен).

Необходимо отметить, что растительные белки имеют ряд преимуществ. Они не содержат насыщенные жиры, вредные для ЖКТ и не влияют на «вредный» холестерин. Рацион, в котором растительный белок преобладает над животным или полностью заменяет его, помогает предупредить ожирение и снизить риск заболеваний сердечно-сосудистой системы. Белки также не содержат гормоны и антибиотики, которые используются для выращивания животных. Следовательно, употребление растительного белка снижает вероятность многих заболеваний – от аллергий до гормональных нарушений.

Белки из различных пищевых источников усваиваются организмом не в одинаковой мере. Наиболее хорошо усваиваются белки яиц, молока сыра (от 95 до 97%). Усваиваемость белков риса, пшеницы, овса несколько ниже (от 86 до 88%). При избыточном содержании в пище жиров усваиваемость белков снижается.

Поэтому разработаны рекомендации для увеличения пищевой ценности белковой пищи путем добавления в пищу лимитирующих аминокислот или смешивания белков с различным содержанием аминокислот. Полагают, что соотношение в пище животных и растительных белков должно составлять от 50 до 55 к от 45 до 50% (быть близким к 1 : 1) [3].

Очевидно, что обеспечение полноценного, рационального питания населения нашей страны является общенациональной задачей и требует комплексных и постоянных усилий на государственном уровне.

Проблема здорового питания – сложная и комплексная проблема, требующая обширных знаний и навыков в различных областях науки и практики. Так, вопросы производства, сохранности, доставки и потребления пищевых продуктов, организации и контроля питания, обеспечение соответствия состава продуктов потребностям человеческого организма, их рациональное использование и усвоение относятся к экологии и сельскому хозяйству, биологии и физиологии, лечебной и профилактической медицине.

**Результаты и их обсуждение.** В сельском хозяйстве в производстве растительного белка главная роль принадлежит пшенице, которая занимает первое место в мире по посевной площади

и сбору зерна среди зерновых культур. Зерно пшеницы используют для выпечки хлеба и хлебопродуктов, а также в крупяной, макаронной, кондитерской и спиртовой промышленности. Отходы мукомольного производства являются высококачественным кормом для сельскохозяйственных животных.

Белок пшеницы очень богат различными видами аминокислот в той или иной мере необходимых человеческому организму, но основными среди них по праву считаются глутамин и лейцин.

Глутамин для человека незаменим, поскольку влияет на эффективное связывание аммиака, образуемого в результате активной деятельности клеток, помогает преобразованию жиров и углеводов, а также способствует стимуляции умственной деятельности.

С лейцином связан активный и полноценный обмен веществ. Он способен снизить уровень сахара в крови человека, значительно укрепляет иммунитет человека, а также дарит ему бодрость. Человеческий организм не в состоянии самостоятельно выработать его, поэтому получает только в процессе употребления пищи растительного происхождения [2, 5].

Поэтому на сегодняшний день повышение содержания белка в пшенице является одной из наиболее актуальных проблем сельскохозяйственного производства. Уровень его содержания в растениях зависит от множества факторов: климатических и погодных условий, сортовой принадлежности, технологии возделывания. В настоящее время аграрии обладают образцами пшеницы, зерно которой может содержать до 22% белка. Однако эти высокобелковые сорта, как правило, характеризуются невысокой продуктивностью, а уровень белка в них подвержен интенсивной изменчивости. Селекционерам чрезвычайно трудно вывести сорт пшеницы, который бы одновременно включал высокий процент белка с максимальным содержанием лизина и обладал при этом хорошим качеством клейковины. По этой причине увеличение содержания белка в пшенице в настоящее время производится в основном за счет агротехнических мероприятий, которые включают научно обоснованную систему применения минеральных удобрений.

Хорошо известно, что на количество и качество растительного белка (в самых различных фазах вегетации пшеницы) оказывают влияние находящиеся в ее внутренних тканях макро и

микроэлементы, прежде всего такие как азот и сера. Азот и сера представляют собой базовые и жизненно необходимые для растений элементы, поскольку как раз они и способствуют выработке ценных аминокислот. Именно при непосредственном участии азота и серы в пшенице происходит формирование белковых молекул, характеристики которых оказывают влияние на качество зерна. Поэтому для получения хороших показателей урожайности пшеницы с высоким содержанием белка необходимо внимательно следить, чтобы растение своевременно получало эти компоненты в нужном объеме.

Наиболее распространенное сегодня азотное серосодержащее удобрение – сульфат аммония. С каждым годом количество аграрных предприятий, практикующих использование сульфата аммония в технологии выращивания пшеницы и других сельскохозяйственных культур, возрастает.

Сульфат аммония по эффективности применения не уступает другим твердым азотным удобрениям – аммиачной селитре и карбамиду, а в части физико-химических свойств и своей стоимости выгодно отличается и обладает явным преимуществом. Сульфат аммония является более экологичной формой азотных удобрений. Во-первых, катион аммония характеризуется низкой миграционной способностью, в результате его поглощения почвой он не вымывается при нормальном увлажнении и при орошении. Во-вторых, применение сульфата аммония обеспечивает минимальное по сравнению с другими формами азотных удобрений накопление нитратного азота в растениеводческой продукции.

Сульфат аммония широко применяется в США под различные сельскохозяйственные культуры, при этом его производят только в виде гранулированного удобрения. В Украине гранулированный сульфат аммония становится самым популярным из азотных удобрений. Компания ООО «УкрТехноФос» впервые на территории СНГ и в Украине внедрила технологию гранулирования сульфата аммония и обогащения его гуматами (за счет добавления водного раствора гуматов при грануляции кристаллического сульфата аммония). В России выпуск гранулированного сульфата аммония осуществляется целым рядом производств (АО «Куйбышев Азот», Компания КНК Групп, ООО «ХимАгроПром» и др.), причем объемы производства постоянно увеличиваются.

Основным ограничивающим фактором использования данного ценного удобрения является мелкозернистая физическая фракция, которая не позволяет эффективно использовать его при внесении традиционными тукоразбрасывателями. Кроме того, при попадании на листья растений мелкие кристаллы сульфата аммония могут вызывать на них ожоги.

Преодолеть отдельные недостатки этого удобрения позволяет грануляция сульфата аммония. Важнейшими преимуществами сульфата аммония гранулированного в сравнении с кристаллическим являются улучшенные физико-механические и агрохимические свойства.

В этой связи для агропромышленного комплекса Республики Беларусь актуальным явилось производство сульфата аммония гранулированного и проведение исследований, подтверждающих эффективность его применения.

Учитывая выше изложенное, в задачи исследований входило:

- изучить влияние сульфата аммония гранулированного на урожайность озимой пшеницы;
- определить изменение химического состава получаемой продукции;
- провести оценку и выдать рекомендации по применению сульфата аммония гранулированного.

Полевой опыт по изучению эффективности применения сульфата аммония при возделывании озимой пшеницы был проведен на наиболее распространенной в Республике Беларусь дерново-подзолистой связносупесчаной почве в условиях опытного поля УО «Гродненский государственный аграрный университет». В схему опыта были включены следующие варианты:

1. P<sub>80</sub>K<sub>120</sub> – Фон (контроль).
2. Фон + N<sub>70</sub> (сульфат аммония кристаллический) + N<sub>40</sub> (карбамид) + N<sub>30</sub> (карбамид).
3. Фон + N<sub>70</sub> (сульфат аммония гранулированный) + N<sub>40</sub> (карбамид) + N<sub>30</sub> (карбамид).

Исследования проводились с сортом Багатка по общепринятой технологии для данных почвенно-климатических условий.

Анализ полученных экспериментальных данных показал, что внесение азотных удобрений в подкормку обеспечило достоверный

рост урожайности зерна на 16,4 и 17,5 ц/га относительно фонового варианта. Вместе с тем проведение первой подкормки различными формами сульфата аммония не определило формирование разного уровня урожайности. Разница в урожайности между вариантами опыта составила 1,1 ц/га, что не превышает НСР<sub>05</sub>.

Подобная закономерность была установлена в действии изучаемых удобрений на качественные показатели зерна: содержание сырого протеина возросло на 1,6-1,8%, клейковины – на 3,5-4,1%.

С учетом равнозначного действия азотных удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы сульфат аммония гранулированный был рекомендован для государственной регистрации в Республике Беларусь.

**Выводы.** Таким образом, одним из эффективных и экономических способов увеличения сбора растительного белка является использование в сельском хозяйстве новых форм удобрений.

### Литература

1. Биологическая химия : учебник для студентов медицинских высших учебных заведений / В. К. Кухта [и др.] ; ред. А. Д. Таганович. – Минск : Асар, 2008. – 688 с.
2. Гуляев, В. Н. Ценный источник белка / В. Н. Гуляев. – Пищ. Промышленность, 2008. – № 12. – С. 31–35.
3. Скальный, А. В. Основы здорового питания : пособие по общей нутрициологии / А. В. Скальный [и др.]. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. – 117 с.
4. Мак-Мюррей, У. Обмен веществ у человека / У. Мак-Мюррей ; под ред. Н. Е. Беляевой. – М. : Мир, 2000. – 366 с.
5. Зиматкина, Т. И. Экологическая медицина = Ecological Medicine : пособие для студентов факультета иностранных учащихся с английским языком обучения, обучающихся по специальности 1-79 01 01 «Лечебное дело» / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 212 с.

# **ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ТУБЕРКУЛЕЗОМ И СМЕРТНОСТЬ ОТ НЕГО СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И НАИБОЛЕЕ ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ ОБЛАСТЕЙ ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ COVID-19**

**Горбач Л.А.**

ГУ «Республиканский научно-практический центр «Мать и дитя»,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Актуальность.** В 2020 году согласно Глобальному докладу по туберкулезу (ТБ) Всемирной организации здравоохранения число заболевших ТБ в мире составило 9 870 тысяч человек [1]. В динамике последних трех лет (2018-2020 гг.) темп ежегодного прироста этого показателя был крайне низким, всего -0,7%. Ежегодное снижение числа впервые заболевших ТБ, достигнутое в предыдущие годы, почти остановилось. В структуре впервые заболевших ТБ преобладали мужчины – 56%, женщины составили 33%, дети – 11% [1].

Пандемия COVID-19 отрицательно повлияла на регистрацию пациентов с ТБ в мире. Впервые за последние 4 года отмечалось снижение регистрации с 7,1 миллиона человек в 2019 году до 5,8 миллионов человек в 2020 году или на 18% [1]. Особенно значительно регистрация пациентов с ТБ снизилось среди детского населения: в возрасте от 0 до 14 лет – на 28%, в возрасте от 5 до 14 лет – на 21%. Наибольший вклад в глобальное снижение регистрации случаев ТБ из стран с высоким бременем ТБ внесли 16 стран: Индия, Индонезия, Филиппины, Китай, Бангладеш, Пакистан, Мьянма, Южная Африка, Российская Федерация, Кения, Ангола, Бразилия, Перу, Украина, Уганда, Вьетнам [1].

Согласно исследованиям Глобального фонда «Влияние COVID-19 на ВИЧ, услуги по ТБ и малярии и системы здравоохранения: обзор из 502 медицинских учреждений Африки и Азии» число обследований на ТБ снизилось на 70% в 7 странах Азии, на 29% – в 24 странах Африки [2]. Число обследований на лекарственно-чувствительный ТБ снизилось на 52% в 7 странах Азии, на 28% – в 24 странах Африки [2].

Негативное влияние пандемия COVID-19 оказала на охват лечением пациентов с ТБ с множественной лекарственной устойчивостью и устойчивостью к рифампицину. Отмечено снижение охватом лечения с 177 тысяч человек в 2019 году до 150 тысяч в 2020 году или на 15% [1].

Под воздействием пандемии COVID-19 снизился охват профилактическим противотуберкулезным лечением ВИЧ-инфицированных лиц и лиц, проживающих в условиях контакта с пациентом с ТБ. Так, если в 2019 году было пролечено профилактически 3,6 миллиона человек, то в 2020 году только 2,8 миллиона человек, снижение на 21% [1].

В 31 стране мира сократился охват вакцинацией БЦЖ на 5% и более в 2020 г. по сравнению с 2019 годом. Это снижение было больше, чем в предыдущие годы, и могло быть обусловлено сбоями в работе служб здравоохранения, вызванными пандемией COVID-19 [1].

Все вышеизложенные тенденции привели к росту смертности от ТБ в 2020 году в сравнении с 2019 годом. В 2020 году число умерших от ТБ среди ВИЧ-отрицательных лиц увеличилось на 100 тысяч человек или на 8,3% (с 1,2 миллионов человек до 1,3) [1]. Число умерших от ТБ среди ВИЧ-положительных лиц увеличилось на 5 тысяч человек или на 2,4% (с 209 тысяч человек до 214) [1].

Изучение показателей заболеваемости ТБ и смертности от ТБ во время пандемии COVID-19 имеет значение для адекватного существующим условиям планирования и проведения противотуберкулезных мероприятий.

Эпидемиологические исследования, проведенные сразу после чернобыльской аварии, выявили значительное ухудшение эпидемической ситуации по ТБ в пострадавших от аварии районах [3]. Вместе с тем исследование среднегодовых темпов снижения показателей заболеваемости ТБ и смертности от ТБ среди населения пострадавших территорий после чернобыльской аварии в условиях пандемии COVID-19, не проводилось.

**Цель.** Целью настоящей работы стала вычисление и сравнительная оценка среднегодовых темпов снижения интенсивных показателей заболеваемости ТБ и смертности от ТБ среди населения Республики Беларусь и наиболее пострадавших от чернобыльской аварии областей.

**Материал и методы исследования.** Материалом для исследования были данные об интенсивных показателях заболеваемости ТБ и смертности от ТБ среди населения Республики Беларусь и наиболее пострадавших от чернобыльской аварии областей. К наиболее пострадавшим в результате чернобыльской аварии областям были отнесены две области – Гомельская и Могилевская. Это было связано с тем, что в соответствии с Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 845 от 9 июня 2000 г. в вышеуказанных областях находится самое большое число наиболее пострадавших районов: в Гомельской области – 13, в Могилевской области – 5 [4]. Анализировались и сравнивались два периода 2009-2019 годы (до пандемии COVID-19) и 2009-2021 годы (в период с учетом пандемии COVID-19). Темпы снижения интенсивных показателей заболеваемости и смертности высчитывались с помощью формулы Палтышева И. П. [5].

**Результаты и их обсуждение.** В период до пандемии COVID-19 (2009-2019 годы) отмечено существенное снижение показателя заболеваемости ТБ среди населения Республики Беларусь: с 47,9 на 100 тысяч человек в 2009 году до 18,6 в 2019 году или в 2,6 раза. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -9,0%. В период с учетом пандемии COVID-19 (2009-2021 годы) показатель заболеваемости ТБ среди населения Республики Беларусь снизился еще больше: с 47,9 на 100 тысяч человек в 2009 году до 12,7 в 2021 году или в 3,8 раза. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -10,2%. Следовательно, пандемия COVID-19 ускорила снижение показателя заболеваемости ТБ среди населения Республики Беларусь.

Как показало наше исследование, аналогичные тенденции прослеживались по показателям заболеваемости ТБ среди населения Гомельской и Могилевской областей.

За период до пандемии COVID-19 показатель заболеваемости ТБ среди населения наиболее пострадавшей от чернобыльской аварии Гомельской области снизился в 2,3 раза – с 62,2 на 100 тысяч человек в 2009 году до 26,5 в 2019 году. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -7,6% и были ниже по сравнению с общереспубликанским показателем (-9,0%). В период с учетом пандемии COVID-19 показатель заболеваемости ТБ среди населения Гомельской области снизился еще больше: с 62,2

на 100 тысяч человек в 2009 году до 22,5 в 2021 году или в 2,8 раза. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -8,7%. Однако они были ниже по сравнению с общереспубликанским показателем (-10,2%).

Показатель заболеваемости ТБ среди населения наиболее пострадавшей от чернобыльской аварии Могилевской области за период до пандемии COVID-19 снизился в 2,7 раза с 64,5 на 100 тысяч населения в 2009 году до 23,6 в 2019 году. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -9,4%, что было выше по сравнению с общереспубликанским показателем (-9,0%). В период с учетом пандемии COVID-19 показатель заболеваемости ТБ среди населения Могилевской области снизился еще больше: с 64,5 на 100 тысяч человек в 2009 году до 16,1 в 2021 году или в 4 раза. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -10,6%. Они были незначительно выше по сравнению с общереспубликанским показателем (-10,2%).

Таким образом, среднегодовые темпы снижения показателей заболеваемости ТБ в период до пандемии COVID-19 (2009-2019 годы) и в период с учетом пандемии COVID-19 (2009-2021 годы) среди населения Гомельской и Могилевской областей отличалась от общереспубликанских показателей. Среднегодовые темпы снижения показателей заболеваемости ТБ среди населения Гомельской области отставали от общереспубликанских показателей. Среднегодовые темпы снижения показателей заболеваемости ТБ среди населения Могилевской области незначительно опережали общереспубликанские показатели.

В период до пандемии COVID-19 показатель смертности от ТБ среди населения Республики Беларусь снизился в 3,6 раза: с 8,0 на 100 тысяч человек в 2009 году до 2,2 в 2019 году. Темпы среднегодового снижения показателя смертности от ТБ среди населения Республики Беларусь составили -12,9%. В период с учетом пандемии COVID-19 показатель смертности от ТБ среди населения Республики Беларусь снизился еще больше: с 8,0 на 100 тысяч человек в 2009 году до 1,2 в 2021 году или в 6,7 раза. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -14,1%. Следовательно, пандемия COVID-19 ускорила темпы снижения показателя смертности от ТБ среди населения Республики Беларусь.

Подобные тенденции были обнаружены нами по показателям смертности от ТБ среди населения Гомельской и Могилевской областей.

Показатель смертности от ТБ среди населения Гомельской области в период до пандемии COVID-19 снизился в 2,9 раз с 11,7 на 100 тысяч человек в 2009 году до 4,0 в 2019 году. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -13,2%, что было выше по сравнению с общереспубликанским показателем (-12,9%). В период с учетом пандемии COVID-19 показатель смертности от ТБ среди населения Гомельской области снизился еще больше: с 11,7 на 100 тысяч человек в 2009 году до 2,7 в 2021 году или в 4,3 раза. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -13,4%, что было ниже по сравнению с общереспубликанским показателем (-14,1%). Следовательно, пандемия COVID-19 замедлила снижение показателей смертности от ТБ среди населения Гомельской области.

Показатель смертности от ТБ в период до пандемии COVID-19 среди населения Могилевской области снизился в 4,2 раза с 10,7 на 100 тысяч населения в 2009 году до 2,5 в 2019 году. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -14,4%, что было выше по сравнению с общереспубликанским показателем (-12,9%). В период с учетом пандемии COVID-19 показатель смертности от ТБ среди населения Могилевской области снизился еще больше: с 10,7 на 100 тысяч человек в 2009 году до 1,4 в 2021 году или в 7,7 раза. Темпы среднегодового снижения этого показателя составили -15,0%, что было выше по сравнению с общереспубликанским показателем (-14,1%). Следовательно, пандемия COVID-19 ускорила снижение показателей смертности от ТБ среди населения Могилевской области.

Таким образом, среднегодовые темпы снижения показателей смертности от ТБ в период до пандемии COVID-19 (2009-2019 годы) и в период с учетом пандемии COVID-19 (2009-2021 годы) среди населения Гомельской и Могилевской областей отличалась от общереспубликанских показателей. Среднегодовые темпы снижения показателей смертности от ТБ среди населения Гомельской области в период с учетом пандемии COVID-19 отставали от общереспубликанского показателя. Аналогичные показатели среди населения

Могилевской области в период с учетом пандемии COVID-19 опережали общереспубликанский показатель.

**Выводы.** На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Пандемия COVID-19 ускорила снижение показателей заболеваемости ТБ и смертности от ТБ среди населения Республики Беларусь.

2. Среднегодовые темпы снижения показателей заболеваемости ТБ среди населения Гомельской области отставали от общереспубликанских показателей. Среднегодовые темпы снижения показателей заболеваемости ТБ среди населения Могилевской области незначительно опережали общереспубликанские показатели. Это отмечалось как в период до пандемии COVID-19, так и в период с учетом пандемии COVID-19.

3. Среднегодовые темпы снижения показателей смертности от ТБ среди населения Гомельской области отставали от общереспубликанских показателей в период с учетом пандемии COVID-19. Это свидетельствовало о том, что пандемия COVID-19 замедлила снижение показателей смертности от ТБ среди населения Гомельской области.

4. Среднегодовые темпы снижения показателей смертности от ТБ среди населения Могилевской области опережали общереспубликанские показатели в период с учетом пандемии COVID-19. Это свидетельствовало о том, что пандемия COVID-19 ускорила снижение показателей смертности от ТБ среди населения Могилевской области.

5. Полученные нами результаты исследования могут быть использованы для оценки влияния пандемии COVID-19 на эффективность противотуберкулезных мероприятий.

### **Литература**

1. Global Tuberculosis Report 2021. – Geneva. – World Health Organization, 2021. – 57 p.

2. The Impact of COVID-19 on HIV, TB and Malaria Services and Systems for Health. – The Global Fund to Fight AIDS. – Tuberculosis and Malaria. – Geneva, Switzerland, 2021. – 17 p.

3. Борщевский, В. В. Тенденции в заболеваемости туберкулезом после Чернобыльской аварии в Беларуси / В. В. Борщевский,

О. М. Калечиц, А. В. Богомазова. – Медико-биологические аспекты аварии на ЧАЭС, 1996. – № 1. – С. 33–37.

4. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 9 июня 2000 г. № 845 «О некоторых мерах экономической поддержки организаций потребительской кооперации, расположенных в наиболее пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС районах республики». Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 5/3381. – Собрание декретов, указов Президента и постановлений Правительства Республики Беларусь, 2000 г. – № 16. – 469 с.

5. Антипова, С. И. Методы эпидемиологического анализа инфекционной и неинфекционной заболеваемости / С. И. Антипова, К. В. Мошук. – Инструкция по применению методов эпидемиологического анализа заболеваемости. – Минск, 1989. – 25 с.

## **ДИАГНОСТИКА ГАСТРОИНТЕСТИНАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ В ГРОДНЕНСКОМ ОНКОДИСПАНСЕРЕ**

**Губарь Л.М., Сенько Ж.Л.,  
Миклашевич Ф.С., Маркевич Н.Б.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
УЗ «Гродненская университетская клиника»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Гастроинтестинальные стромальные опухоли – ГИСО – (термин «gastrointestinalstromatumors» – GIST ввели в 1983 г. М.Т. Mazur и Н.В. Clark) являются наиболее распространенными саркомами желудочно-кишечного тракта (ЖКТ), составляя 1% всех злокачественных новообразований указанной локализации, но 80% от всех сарком ЖКТ [1].

GIST составляет 10–20 случаев на 1 000 000 населения в год. В США ежегодно регистрируется около 5000–6000 новых случаев подобных заболеваний. Расчетные данные в Беларуси – от 11 случаев ГИСО в год (0.12 на 100 тыс. случаев), что свидетельствует о недостаточно налаженном в Беларуси учете данного вида зло-

качественного новообразования, что является актуальностью изучения данного заболевания.

**Цель.** Изучить особенности проявления гастроинтестинальных стромальных опухолей (ГИСО) в онкодиспансере Гродненской университетской клиники за 2012- 2020 годы.

**Методы исследования.** Изучение историй болезни онкодиспансера Гродненской университетской клиники за 2012-2020 годы и методической литературы по теме ГИСО.

**Результаты исследования и их обсуждение.** ГИСО имеет признаки поражения как нервной, так и гладкомышечной ткани и происходит из клеток стенки ЖКТ, известных под названием интерстициальных клеток Каяла (ICCa1) – первоначально описаны Каялом в 1889 г. Это КИТ-положительные фибробластоподобные клетки, принимающие участие в целом комплексе межклеточных взаимодействий между автономной нервной системой (интрамуральным нервным сплетением) и гладкомышечными клетками кишечника. Как считается, они координируют перистальтику (пейсмекерные клетки ЖКТ) и генерируют медленно-волновую электрическую активность. Сходство гистологической структуры между клетками GIST и клетками Каяла, а также возможность иммуногистохимической идентификации обоих типов клеток при помощи антител к рецептору тирозиновойкиназы доказывает, что GIST происходят из клеток Каяла или имеют общую клетку-предшественника [2].

Верификация GIST должна проводиться по результатам биопсии опытным патоморфологом. Получение небольшого образца нередко затрудняет постановку диагноза, поскольку опухоль может иметь различную гистологическую картину в пределах одного образца и меняться на фоне терапии [3].

Поскольку первичная опухоль локализуется в подслизистом слое, то существуют определенные трудности в гистологической верификации диагноза на предоперационном этапе. С помощью эндоскопических методов, таких как фиброгастродуоденоскопия (ФГДС) и фиброколоноскопия (ФКС), гистологический диагноз удается установить лишь в 50% случаев. Небольшие образования чаще всего не дают клинических симптомов и вследствие других причин являются случайными находками при проведении эндоско-

пических исследований или лапаротомии. Нередко GIST диагностируется в ходе экстренных операций, связанных с перфорацией органа или кровотечением. На момент диагностирования заболевания у 15-50% пациентов уже имеются метастазы, но распространение процесса, как правило, ограничено пределами брюшной полости. При этом в 65% наблюдений выявляются метастазы в печень, в 21% встречается диссеминация по брюшине. Крайне редко поражаются регионарные лимфатические узлы, кости, легкие и головной мозг.

Бессимптомное течение GIST отмечается в 20% случаев. В 20-50% наблюдаются боли в животе без четкой локализации. Развитие острых кровотечений из различных отделов ЖКТ диагностируют в 50%, а непроходимость – в 10-30% случаев. В спектре симптомов также – увеличение в объеме живота, анемия, слабость, потеря массы тела, тошнота, рвота, пальпируемые опухолевые массы. Но перечисленные признаки не являются строго патогномичными и могут быть присущи опухолям ЖКТ любого гистогенеза.

Лечение GIST носит комплексный характер и включает хирургический подход и лекарственную терапию. Хирургический подход остается основным при отсутствии признаков диссеминации процесса. Основным хирургическим принципом является полная резекция опухоли. Поскольку риск лимфогенного метастазирования низок (6–8%), то нет необходимости в лимфаденэктомии. Последняя проводится в случае увеличенных лимфатических узлов. Имеются отдельные сообщения о проведении лучевой терапии, однако они весьма ограничены ввиду риска облучения окружающих тканей. Данный вид терапии возможен при ректальной локализации опухоли.

**Всего за 9 лет** в онкодиспансере Гродненской университетской клиники с 2012 по 2020 годы 66 пациентам был выставлен диагноз ГИСО:

- в 2012 г. 3 пациентам (2 женщинам и 1 мужчине);
- в 2013 г. 3 пациентам (1 женщине и 2 мужчинам);
- в 2014 г. 3 пациентам (1 женщине и 2 мужчинам);
- в 2015 г. 3 пациентам (1 женщине и 2 мужчинам);
- в 2016 г. 10 пациентам (6 женщинам и 4 мужчинам);
- в 2017 г. 15 пациентам (12 женщинам и 3 мужчинам);

в 2018 г. 14 пациентам (7 женщинам и 7 мужчинам);

в 2019 г. 8 пациентам (3 женщинам и 5 мужчинам);

в 2020 г. 7 пациентам (5 женщинам и 2 мужчинам);

Начиная с 2016 года количество выявленных заболевших ГИСО значительно увеличилось, что говорит о более точной диагностике.

Из 66 заболевших ГИСО диагноз выставлен 28 мужчинам (42%) и 38 женщинам (58%) Соотношение возрастного показателя следующее:

20-29 лет: 3 пациента (67% мужчины и 36% женщины),

30-39 лет: 1 пациент (100 % мужчины и 0% женщины),

40-49 лет: 11 пациентов (36% мужчины и 64% женщины),

50-59 лет: 12 пациентов (50% мужчины и 50% женщины),

60-69 лет: 22 пациент (50% мужчины и 50% женщины),

70-79 лет: 14 пациентов (29% мужчины и 71% женщины),

80-89 лет: 2 пациента (0% мужчины и 100% женщины),

90-99 лет: 1 пациент (0% мужчины и 100% женщины).

По месту жительства 38 пациентов жители города (из них 18 мужчин (47%) и 20 женщин (53%)) и 28 сельских жителей (из них 10 мужчин (36%) и 18 женщин (64%)).

Локализации опухолей следующие: желудок (58%), тонкая кишка (36%), толстая кишка (5%), пищевод (1%). Основное лечение – резекция участка с опухолью.

- *Желудок* – 38 пациентов (47% мужчины и 53% женщины)  
- 31 пациентам выполнена резекция участка желудка с опухолью (82%)

- 2 пациентам выполнена гастрэктомия (5%),

- 3 пациентам назначено симптоматическое лечение (8%),

- 2 пациентам назначено лекарственное лечение (5%).

- *Тонкая кишка* – 24 пациента (42% мужчины и 58% женщины)

- 17 пациентам выполнена резекция участка тонкой кишки с опухолью (71%)

- 3 пациентам выполнена гемиколонэктомия (12,5%),

- 2 пациентам назначено симптоматическое лечение (8,25%),

- 2 пациентам назначено лекарственное лечение (8,25%).

- *Толстая кишка* – 3 пациента (0% мужчины и 100% женщины)
  - 2 пациентам назначено симптоматическое лечение (67%),
  - 1 пациенту выполнена гемиколонэктомия (33%).
- *Пищевод* – 1 пациент (100% мужчины и 0% женщины).
  - пациенту выполнена эзофагэктомия.

Среди 66 обследованных у двух женщин и одного мужчины наблюдались ГИСО с прорастанием (6% пациентов от общего количества):

- опухоль ободочной кишки с прорастанием в печень – лечение симптоматическое;
- опухоль двенадцатиперстной кишки с прорастанием в головку поджелудочной железы – выполнены панкреатэктомия с реконструкцией общего желчного протока и гемиколонэктомия;
- опухоль желудка с прорастанием в забрюшинное пространство – лекарственное лечение

У трех пациентов наблюдались метастазы ГИСО в печень. Их них 2 женщины с локализацией ГИСО в тощей кишке и 1 мужчина с локализацией в желудке.

7 пациентам с локализацией ГИСО в желудке (43%), тонкой кишке (28,5%), толстой кишке (28,5%) назначено симптоматическое лечение.

3 пациентам назначено лекарственное лечение с локализацией ГИСО в желудке (67%) и тонкой кишке (33%).

**Выводы.** Медиана возраста пациентов с GIST приходилась на 40–79 лет, редко у лиц моложе 40 лет и после 80 лет. От 50 до 70 лет одинаково часто поражались и мужчины, и женщины, до 50 лет и после 70 лет преобладало поражение женщин. Типичной локализацией GIST являлся желудок и тонкая кишка, реже толстая кишка, очень редко ГИСО выявлялся в пищеводе. По различным локализациям ГИСО чаще встречался у женщин. По месту жительства преобладали жители города (без явного преимущества мужчин или женщин). Среди сельских жителей чаще болели женщины.

### Литература

1. Стромальные опухоли желудочно-кишечного тракта (GIST) : Клиническая монография. – Тверь. – ООО «Издательство «Триада», 2006. – 40 с.

2. Benjamin, R. Phase III dose-randomized study of imatinibmesylate (STI571) for GIST : intergroup S0033 early results / R. Benjamin [et al.]. – Proc. Am. Soc. Clin. Oncol, 2003. – Vol. 22. – P. 3271.

3. Михайлов, А. Н. Рентгенодиагностика основных болезней пищеварительного тракта: мультимедийное руководство / А. Н. Михайлов. – 2014 г.

## **РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ**

**Губарь Л.М., Маркевич Н.Б.,  
Войтешонок Д.Д.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
УЗ «Гродненская университетская клиника»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Визуализация костей изначально лежала в основе медицинской визуализации и до сих пор имеет огромное значение. При наличии боли в кости и при подозрении на воспалительный процесс или опухоль в кости основным первоначальным методом диагностики является рентгенография [1].

Переломом кости (fractura ossis) называется нарушение ее целостности под влиянием внешнего насилия или патологического процесса. По происхождению выделяют переломы врожденные и приобретенные. Врожденные переломы обусловлены нарушением процессов остеогенеза при внутриутробном развитии плода. Приобретенные переломы разделяются на две группы: травматические и патологические. Патологические переломы возникают при остром и хроническом остеомиелите, костных кистах, доброкачественных и злокачественных опухолях костей, при метастазах в кость (чаще других метастазируют в кость опухоли молочных желез, почек, предстательной железы, легких, желудка) [2].

Как известно, травматические повреждения занимают лидирующие места в структуре общей заболеваемости [3], что обуславливает актуальность проблемы.

**Цель.** Оценка травматических переломов костей конечностей в зависимости от возраста, пола, локализации и сезонности.

**Методы исследования:** Анализ амбулаторных карт пациентов травмопункта УЗ «ГКБСМП г. Гродно», прошедших рентгенографическое исследование, за 2021 год. Результаты обработаны с использованием методов непараметрической статистики с помощью Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Самую многочисленную группу приобретенных переломов составляют травматические, которые возникают от одномоментного воздействия чрезмерной механической силы при транспортной, производственной и других видах травм. По степени нарушения целостности кости различают переломы полные и неполные. К неполным переломам относят такие, при которых излом распространяется больше чем наполовину диаметра трубчатой кости, но не достигает противоположной кортикальной пластинки.

Локализация, характер и степень тяжести напрямую зависят от возраста и гендерной принадлежности, приводя к нежелательным последствиям, начиная от временной нетрудоспособности вплоть до инвалидности или летального исхода. В Беларуси преобладает умеренно континентальный климат, что влечет за собой достаточно большие перепады температуры. Это может привести, например, к гололедице – высокий риск травматизации. В летний период дети на каникулах и, соответственно, почти все свое время проводят на улице: на спортивных и игровых площадках, где тоже высокий риск. Взрослые, как правило, травмируются при несоблюдении техники безопасности на работе или в быту, особенно при алкогольном опьянении. Люди преклонного возраста страдают различными хроническими заболеваниями, которые могут привести к снижению тонуса мускулатуры, остеопорозу, снижению упругости и прочности костей, тем самым увеличению риска получения травм. Немалая доля полученных травм приходится вследствие ДТП.

При правильном лечении пострадавших с повреждениями костей пациенты не теряют профессиональную трудоспособность или качество жизни.

В ходе клинического обследования для правильной диагностики травматических повреждений костей пациента обязательно

проведение рентгенографии в стандартных укладках не менее чем в двух взаимно перпендикулярных проекциях с захватом близлежащего сустава.

Всего за 2021 год обследовалось 8759 (100%) пациентов.

Из них в январе в возрасте 0-10 лет: 12 (1%) мужчин и 9 (0,75%) женщин. В 10-20 лет соответственно: 72 (6%)м и 48 (4%)ж. В 20-30 лет: 161 (13,5%)м и 131 (11%)ж. В 30-40 лет: 160 (13,4%) и 143 (12%). В 40-50 лет: 107 (9%) и 140 (11,7%). В 50-60 лет: 35 (2,9%) и 95 (7,9%). В 60-70 лет: 20 (1,7%) и 47 (3,9%). В 70-80 лет: 4 (0,34%) и 10 (0,84%).

В феврале в 0-10 лет: 10 (1,2%)м и 6 (0,7%)ж. В 10-20 лет: 50 (6%) и 33 (4%). В 20-30 лет: 112 (13,4%) и 91 (11%). В 30-40 лет: 113 (13,5%) и 100 (12%). В 40-50 лет: 75 (9%) и 91 (10,9%). В 50-60 лет: 31 (3,7%) и 70 (8,4%). В 60-70 лет: 16 (1,9%) и 33 (3,95%). В 70-80 лет: 1 (0,1%) и 3 (0,4%).

В марте в 0-10 лет: 6 (0,9%) и 6 (0,9%). В 10-20 лет: 40 (6%) и 27 (4%). В 20-30 лет: 97 (14,5%) и 73 (10,9%). В 30-40 лет: 86 (12,9%) и 80 (12%). В 40-50 лет: 60 (9%) и 73 (10,9%). В 50-60 лет: 20 (3%) и 53 (7,95%). В 60-70 лет: 13 (1,95%) и 26 (3,9%). В 70-80 лет: 2 (0,3%) и 5 (0,75%).

В апреле в 0-10 лет: 6 (1,1%)м и 4 (0,75%)ж. В 10-20 лет: 32 (6%) и 21 (3,9%). В 20-30 лет: 72 (13,5%) и 58 (10,9%). В 30-40 лет: 80 (15%) и 63 (11,8%). В 40-50 лет: 47 (8,8%) и 58 (10,9%). В 50-60 лет: 15 (2,8%) и 42 (7,9%). В 60-70 лет: 9 (1,7%) и 21 (3,9%). В 70-80 лет: 2 (0,4%) и 3 (0,6%).

В мае в 0-10 лет: 5 (0,9%)м и 4 (0,7%)ж. В 10-20 лет: 34 (6,3%) и 21 (3,9%). В 20-30 лет: 75 (13,9%) и 60 (11,1%). В 30-40 лет: 70 (12,9%) и 64 (11,85%). В 40-50 лет: 48 (8,9%) и 59 (10,9%). В 50-60 лет: 16 (2,9%) и 43 (7,9%). В 60-70 лет: 10 (1,85%) и 22 (4,1%). В 70-80 лет: 4 (0,7%) и 5 (0,9%).

В июне в 0-10 лет: 14 (2,2%)м и 12 (1,9%)ж. В 10-20 лет: 37 (5,8%) и 24 (3,8%). В 20-30 лет: 90 (14,1%) и 68 (10,6%). В 30-40 лет: 80 (12,5%) и 74 (11,6%). В 40-50 лет: 55 (8,6%) и 68 (10,6%). В 50-60 лет: 18 (2,8%) и 51 (7,9%). В 60-70 лет: 15 (2,35%) и 24 (3,8%). В 70-80 лет: 3 (0,5%) и 6 (0,9%).

В июле в 0-10 лет: 12 (1,9%)м и 11 (1,7%)ж. В 10-20 лет: 37 (5,85%) и 25 (4%). В 20-30 лет: 84 (13,3%) и 68 (10,8%). В 30-40 лет: 82 (13%) и 75 (11,9%). В 40-50 лет: 56 (8,9%) и 68 (10,8%).

В 50-60 лет: 18 (2,85%) и 50 (7,9%). В 60-70 лет: 12 (1,9%) и 25 (4%). В 70-80 лет: 3 (0,5%) и 6 (0,95%).

В августе в 0-10 лет: 13 (2%) и 12 (1,9%). В 10-20 лет: 38 (5,9%) и 25 (3,9%). В 20-30 лет: 85 (13,3%) и 69 (10,8%). В 30-40 лет: 82 (12,8%) и 75 (11,7%). В 40-50 лет: 56 (8,7%) и 69 (10,8%). В 50-60 лет: 19 (3%) и 51 (8%). В 60-70 лет: 13 (2%) и 25 (3,9%). В 70-80 лет: 3 (0,5%) и 6 (0,9%).

В сентябре в 0-10 лет: 10 (1,8%) и 10 (1,8%). В 10-20 лет: 33 (5,9%) и 22 (3,9%). В 20-30 лет: 75 (13,4%) и 61 (10,9%). В 30-40 лет: 72 (12,8%) и 66 (11,8%). В 40-50 лет: 50 (8,9%) и 61 (10,9%). В 50-60 лет: 17 (3%) и 44 (7,8%). В 60-70 лет: 11 (2%) и 22 (3,9%). В 70-80 лет: 2 (0,4%) и 5 (0,9%).

В октябре в 0-10 лет: 5 (1%) и 6 (1,2%). В 10-20 лет: 30 (6%) и 20 (4%). В 20-30 лет: 67 (13,4%) и 55 (11%). В 30-40 лет: 67 (13,4%) и 60 (12%). В 40-50 лет: 45 (9%) и 55 (11%). В 50-60 лет: 15 (3%) и 40 (8%). В 60-70 лет: 10 (2%) и 20 (4%). В 70-80 лет: 2 (0,4%) и 3 (0,6%).

В ноябре в 0-10 лет: 8 (1%) и 8 (1%). В 10-20 лет: 48 (5,9%) и 30 (3,7%). В 20-30 лет: 108 (13,3%) и 88 (10,85%). В 30-40 лет: 104 (12,8%) и 96 (11,8%). В 40-50 лет: 72 (8,9%) и 88 (10,85%). В 50-60 лет: 24 (3%) и 64 (7,9%). В 60-70 лет: 32 (3,95%) и 32 (3,95%). В 70-80 лет: 4 (0,5%) и 5 (0,6%).

В декабре в 0-10 лет: 14 (1,2%)м и 12 (1%)ж. В 10-20 лет: 72 (6%) и 48 (4%). В 20-30 лет: 162 (13,4%) и 133 (11%). В 30-40 лет: 157 (13%) и 145 (12%). В 40-50 лет: 108 (9%) и 133 (11%). В 50-60 лет: 36 (3%) и 96 (8%). В 60-70 лет: 24 (2%) и 48 (4%). В 70-80 лет: 6 (0,5%) и 12 (1%).

По локализации отмечались следующие данные: в возрасте от 0-10 лет у мужчин регистрировали: переломы хирургической шейки плеча 6(5,2%), чрезмышцелковые переломы плеча 49(42,6%), переломы головки и шейки лучевой кости 9(7,8%), переломы локтевого отростка 10(8,7%), переломы дистальной части лучевой кости 5(4,35%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 16(13,9%), диафизарные переломы костей голени 5(4,35%), переломы фаланг пальцев 15(13%); у женщин регистрировали: переломы хирургической шейки плеча 9(9%), чрезмышцелковые переломы плеча 30(30%), переломы головки и шейки лучевой кости 5(5%), переломы локтевого отростка 15(15%), переломы костей

диафиза предплечья 2 (2%), переломо-вывихи костей предплечья 1 (1%), переломы дистальной части лучевой кости 1 (1%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 28 (28%), диафизарные переломы костей голени 1(1%), переломы фаланг пальцев 8 (8%).

В возрасте от *10-20 лет у мужчин*: переломы хирургической шейки плеча 18 (3,4%), переломы диафиза плеча 1 (0,2%), чрезмыщелковые переломы плеча 29 (5,5%), переломы головки и шейки лучевой кости 10 (1,9%), переломы локтевого отростка 52 (9,9%), переломы костей диафиза предплечья 16 (3%), переломо-вывихи костей предплечья 35 (6,7%), переломы дистальной части лучевой кости 57 (10,9%), перелом ладьевидной кости 2 (0,4%), переломы первой пястной кости 99 (18,9%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 106 (20,3%), латеральные или вертельные переломы 15 (2,9%), переломы большого и малого вертела 1 (0,2%), переломы диафиза бедренной кости 2 (0,4%), переломы мыщелков большеберцовой кости 2 (0,4%), диафизарные переломы костей голени 15 (2,9%), переломы лодыжек 38 (7,3%), переломы фаланг пальцев 25 (4,8%); *у женщин*: переломы хирургической шейки плеча 3 (0,9%), переломы диафиза плеча 1 (0,3%), чрезмыщелковые переломы плеча 15 (4,4%), переломы головки и шейки лучевой кости 14 (4,1%), переломы локтевого отростка 31 (9%), переломы костей диафиза предплечья 8 (2,3%), переломо-вывихи костей предплечья 25(7,3%), переломы дистальной части лучевой кости 51(14,8%), перелом ладьевидной кости 1 (0,3%), переломы первой пястной кости 10 (2,9%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 94 (27,3%), латеральные или вертельные переломы 9 (2,6%), переломы диафиза бедренной кости 2 (0,6%), переломы мыщелков большеберцовой кости 4 (1,2%), диафизарные переломы костей голени 6 (1,7%), переломы лодыжек 41 (11,9%), переломы фаланг пальцев 29 (8,4%).

В возрасте *от 20-30 у мужчин*: переломы хирургической шейки плеча 21 (1,8%), переломы диафиза плеча 13 (1,1%), чрезмыщелковые переломы плеча 10 (0,8%), переломы головки и шейки лучевой кости 13 (1,1%), переломы локтевого отростка 47 (4%), переломы костей диафиза предплечья 29(2,4%), переломо-вывихи костей предплечья 26 (2,2%), переломы дистальной части лучевой кости 84 (7,1%), перелом ладьевидной кости 50 (4,2%), переломы первой пястной кости 99(8,3%), переломы пястных костей и фаланг

пальцев 456(38,4%), переломы шейки бедренной кости 2(0,2%), латеральные или вертельные переломы 45(3,8%), переломы большого и малого вертела 5(0,4%), переломы диафиза бедренной кости 4(0,3%), переломы дистального отдела бедренной кости 1(0,1%), переломы мыщелков большеберцовой кости 2(0,2%), диафизарные переломы костей голени 31(2,6%), переломы лодыжек 174(14,65%), переломы фаланг пальцев 76(6,4%); у *женщин*: переломы хирургической шейки плеча 10(1%), переломы диафиза плеча 1(0,1%), чрезмыщелковые переломы плеча 5(0,5%), переломы головки и шейки лучевой кости 17(1,8%), переломы локтевого отростка 52(5,45%), переломы костей диафиза предплечья 26(2,7%), переломо-вывихи костей предплечья 24(2,5%), переломы дистальной части лучевой кости 83(8,7%), перелом ладьевидной кости 15(1,6%), переломы первой пястной кости 15(1,6%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 378(39,6%), переломы шейки бедренной кости 1(0,1%), латеральные или вертельные переломы 52(5,2%), переломы большого и малого вертела 1(0,1%), переломы диафиза бедренной кости 2(0,2%), переломы дистального отдела бедренной кости 2(0,2%), переломы мыщелков большеберцовой кости 5(0,5%), диафизарные переломы костей голени 15(1,6%), переломы лодыжек 146(15,3%), переломы фаланг пальцев 105(11%).

В возрасте *от 30-40 у мужчин*: переломы хирургической шейки плеча 5(0,4%), переломы диафиза плеча 5(0,4%), переломы головки и шейки лучевой кости 11(0,95%), переломы локтевого отростка 42(3,6%), переломы костей диафиза предплечья 15(1,3%), переломо-вывихи костей предплечья 19(1,65%), переломы дистальной части лучевой кости 74(6,42%), перелом ладьевидной кости 34(2,95%), переломы первой пястной кости 253(21,9%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 325(28,2%), переломы шейки бедренной кости 1(0,1%), латеральные или вертельные переломы 30(2,6%), переломы большого и малого вертела 2(0,2%), переломы диафиза бедренной кости 3(0,3%), переломы мыщелков большеберцовой кости 9(0,8%), диафизарные переломы костей голени 34(2,95%), переломы лодыжек 164(14,2%), переломы фаланг пальцев 127(11%); у *женщин*: переломы хирургической шейки плеча 3(0,3%), переломы диафиза плеча 2(0,2%), чрезмыщелковые переломы плеча 2(0,2%), переломы головки и шейки лучевой кости

17(1,7%), переломы локтевого отростка 39(3,9%), переломы костей диафиза предплечья 36(3,6%), переломо-вывихи костей предплечья 24(2,4%), переломы дистальной части лучевой кости 82(8,2%), перелом ладьевидной кости 14(1,4%), переломы первой пястной кости 14(1,4%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 305(30,5%), переломы шейки бедренной кости 1(0,1%), латеральные или вертельные переломы 67(6,7%), переломы большого и малого вертела 2(0,2%), переломы диафиза бедренной кости 4(0,4%), переломы дистального отдела бедренной кости 1(0,1%), переломы мыщелков большеберцовой кости 7(0,7%), диафизарные переломы костей голени 15(1,4%), переломы лодыжек 231(22,2%), переломы фаланг пальцев 175(16,8%).

В возрасте *от 40-50 у мужчин*: переломы хирургической шейки плеча 4(0,5%), переломы диафиза плеча 2(0,3%), чрезмыщелковые переломы плеча 3(0,4%), переломы головки и шейки лучевой кости 9(1,2%), переломы локтевого отростка 41(5,3%), переломы костей диафиза предплечья 7(0,9%), переломо-вывихи костей предплечья 16(2,05%), переломы дистальной части лучевой кости 45(5,8%), перелом ладьевидной кости 19(2,4%), переломы первой пястной кости 156(20%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 243(31,2%), переломы шейки бедренной кости 1(0,15%), латеральные или вертельные переломы 19(2,4%), переломы большого и малого вертела 1(0,15%), переломы диафиза бедренной кости 1(0,15%), переломы дистального отдела бедренной кости 1(0,15%), переломы мыщелков большеберцовой кости 2(0,3%), диафизарные переломы костей голени 27(3,5%), переломы лодыжек 124(15,9%), переломы фаланг пальцев 58(7,45%); *у женщин*: переломы хирургической шейки плеча 7(0,7%), переломы диафиза плеча 3(0,3%), чрезмыщелковые переломы плеча 2(0,2%), переломы головки и шейки лучевой кости 12(1,25%), переломы локтевого отростка 38(3,95%), переломы костей диафиза предплечья 19(2%), переломо-вывихи костей предплечья 35(3,6%), переломы дистальной части лучевой кости 57(5,9%), перелом ладьевидной кости 12(1,25%), переломы первой пястной кости 16(1,7%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 287(29,8%), переломы шейки бедренной кости 5(0,5%), латеральные или вертельные переломы 35(36,3%), переломы большого и малого вертела 3(0,3%), переломы диафиза бедренной кости 2(0,2%),

переломы дистального отдела бедренной кости 2(0,2%), переломы мыщелков большеберцовой кости 3(0,3%), диафизарные переломы костей голени 13(1,35%), переломы лодыжек 276(28,7%), переломы фаланг пальцев 136(14,1%).

В возрасте *от 50-60 у мужчин*: переломы хирургической шейки плеча 2(0,8%), переломы диафиза плеча 2(0,8%), чрезмыщелковые переломы плеча 1(0,4%), переломы головки и шейки лучевой кости 5(1,9%), переломы локтевого отростка 15(5,7%), переломы костей диафиза предплечья 2(0,8%), переломо-вывихи костей предплечья 8(3%), переломы дистальной части лучевой кости 22(8,3%), перелом ладьевидной кости 2(0,8%), переломы первой пястной кости 9(3,4%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 92(34,85%), переломы шейки бедренной кости 2(0,8%), латеральные или вертельные переломы 15(5,7%), переломы большого и малого вертела 2(0,8%), переломы диафиза бедренной кости 1(0,4%), переломы мыщелков большеберцовой кости 2(0,8%), диафизарные переломы костей голени 14(5,3%), переломы лодыжек 57(21,6%), переломы фаланг пальцев 11(4,2%); *у женщин*: переломы хирургической шейки плеча 3(0,45%), переломы диафиза плеча 2(0,3%), чрезмыщелковые переломы плеча 1(0,15%), переломы головки и шейки лучевой кости 8(1,15%), переломы локтевого отростка 24(3,4%), переломы костей диафиза предплечья 16(2,3%), переломо-вывихи костей предплечья 13(1,9%), переломы дистальной части лучевой кости 41(5,9%), перелом ладьевидной кости 10(1,4%), переломы первой пястной кости 5(0,7%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 205(29,3%), переломы шейки бедренной кости 13(1,9%), латеральные или вертельные переломы 19(2,7%), переломы большого и малого вертела 5(0,7%), переломы диафиза бедренной кости 2(0,3%), переломы дистального отдела бедренной кости 2(0,3%), переломы мыщелков большеберцовой кости 6(0,9%), диафизарные переломы костей голени 5(0,7%), переломы лодыжек 231(33%), переломы фаланг пальцев 88(12,6%).  
В возрасте *от 60-70 у мужчин*: переломы хирургической шейки плеча 1(0,5%), переломы диафиза плеча 1(0,5%), переломы головки и шейки лучевой кости 1(0,5%), переломы локтевого отростка 5(2,7%), переломы костей диафиза предплечья 1(0,5%), переломо-вывихи костей предплечья 2(1%), переломы дистальной части лучевой кости 26(14%), переломы пястных костей и фаланг пальцев

47(25,4%), переломы шейки бедренной кости 37(20%), переломы диафиза бедренной кости 1(0,5%), диафизарные переломы костей голени 1(0,5%), переломы лодыжек 53(28,65%), переломы фаланг пальцев 9(4,9%); у женщин: переломы хирургической шейки плеча 2(0,6%), переломы головки и шейки лучевой кости 6(1,7%), переломы локтевого отростка 9(2,6%), переломы костей диафиза предплечья 9(2,6%), перелома-вывихи костей предплечья 15(4,35%), переломы дистальной части лучевой кости 57(16,5%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 73(21,2%), переломы шейки бедренной кости 67(19,4%), латеральные или вертельные переломы 15(4,35%), переломы диафиза бедренной кости 15(4,35%), диафизарные переломы костей голени 5(1,45%), переломы лодыжек 67(19,4%), переломы фаланг пальцев 5(1,45%).

В возрасте *от 70-80 у мужчин*: переломы локтевого отростка 1(2,8%), переломы пястных костей и фаланг пальцев 1(2,8%), переломы шейки бедренной кости 28(77,8%), переломы диафиза бедренной кости 4(11,2%), переломы лодыжек 2(5,6%); *у женщин*: переломы пястных костей и фаланг пальцев 2(3%), переломы шейки бедренной кости 35(50,7%), латеральные или вертельные переломы 20(29%), переломы диафиза бедренной кости 11(15,9%), переломы лодыжек 1(1,45%).

Наибольшее количество пациентов отмечается на трудоспособный возраст, особенно на период с ноября по февраль. До 40 лет чаще обращались мужчины, а после 50 лет женщины.

По локализации у детей чаще встречались чрезмышечковые переломы плеча. С 20 до 60 лет чаще наблюдались переломы пястных костей и фаланг пальцев как верхних (2658 – 30,35%), так и нижних конечностей (867 – 9,9%), а также в зимний период перелом лодыжек (1605 – 18,3%).

У пожилых людей с 60 лет и особенно у стариков старше 70 лет чаще отмечались переломы шейки бедренной кости.

**Выводы.** Наиболее частыми пациентами травмопункта, прошедших рентгенографическое исследование, являются люди в возрасте от 20 до 50 лет (удельный вес мужчин больше) со следующими повреждениями: перелом фаланг пальцев верхних и нижних конечностей, а также перелом лодыжек, особенно в осенне-зимний период.

Окончательное формулирование диагноза возможно после проведения рентгенологического обследования, что дает решающее значение для дальнейшей тактики лечения пациентов.

### **Литература**

1. Киричек, С. И. Травматология и ортопедия : учеб. пособие / С. И. Киричек. – Минск : БГМУ, 2002. – 131 с.

2. Овчинников, В. А. Лучевая диагностика в онкологии: пособие для курса повышения квалификации «Лучевая диагностика в онкологии» / В. А. Овчинников, Л. М. Губарь, А. С. Александрович. – Гродно : ГрГМУ, 2018. – 472 с.

3. Общая хирургия: переломы костей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grsmu.by/files/file/university/cafedry/obsheihirurgii/files/lekcionnu-material/16.pdf>. – Дата доступа: 10.03.2022.

## **УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ ЖЕНЩИН РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП**

**Губарь Л.М., Слизович Т.Н., Слизович Ю.О.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
УЗ «Медицинский центр РОСМЕД»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Лучевое исследование молочных желез (маммография, УЗИ, МРТ) занимает особое место в спектре методик лучевой диагностики [1]. Если рентгеновская маммография является основным методом скрининга, то УЗИ является основным дополнительным методом диагностики молочных желез (МЖ) для молодых женщин до 35 лет, для женщин с плотной паренхимой или при наличии имплантов [2]. Данное исследование предполагает близкий контакт врача диагноста с пациентом.

У женщин моложе 35 лет рак молочной железы (РМЖ) встречается редко, а чувствительность маммографии в выявлении злокачественных образований у молодых пациенток снижена за счет плотности паренхимы молочных желез [3].

Различная патология МЖ встречается примерно у 25% женщин в возрасте до 30 лет и у 60% старше 40 лет. Несомненную угрозу жизни и здоровью представляет РМЖ. РМЖ является самой частой злокачественной опухолью женщин в странах Европы. В 2020 г. было зарегистрировано свыше 2,2 миллиона случаев РМЖ [4]. В течение своей жизни РМЖ будет болеть примерно каждая двенадцатая женщина. Рак молочной железы является главной причиной смерти женщин от онкологических заболеваний. В 2020 г. примерно 685000 женщин умерли от этой болезни.

Большинство заболеваний МЖ в 60-80% представляют собой доброкачественный процесс, но они могут являться фоном для развития РМЖ.

Наиболее распространенным методом обследования МЖ во всем мире является рентгеновская маммография. Точность ее достигает 96-98% при исследовании МЖ с большим количеством жировой клетчатки и значительно снижается при преобладании железистой ткани. В таких случаях преимущество имеют методы УЗИ [5].

**Цель.** Проанализировать встречающиеся заболевания молочных желез у женщин различных возрастных групп при УЗИ.

**Материалы и методы исследования.** Статистические данные кабинета ультразвуковой диагностики медицинского центра «РОСМЕД». Статистическая обработка данных проведена при помощи пакета прикладных программ статистика 8.0.

**Результаты и их обсуждение.** Впервые метод использования ультразвука для диагностики в медицине был предложен еще в 1942 году. Идея метода заключается в следующем. Исследуемый орган подвергается воздействию направленного пучка ультразвука. Ультразвук, пройдя через здоровую однородную ткань, встречает на своем пути препятствия, которые представляют собой пораженные заболеванием участки или границы органов. На этих участках и границах ультразвук претерпевает частичное или полное отражение, которое может быть зафиксировано электронными приборами. Путем исследования полученного изображения можно определить характер заболевания, поставить или уточнить диагноз, проследить течение болезни.

Ультразвуковые исследования (УЗИ) занимают ведущее положение в группе неионизирующих методов инструментальной

диагностики заболеваний молочных желез. УЗИ МЖ проводится для дополнительной оценки патологических изменений, выявленных с помощью рентгеновской маммографии и у женщин старше 40 лет. До 40 лет исследование МЖ можно ограничить только выполнением УЗИ при соответствующей квалификации врача. Однако в случае подозрения на злокачественный процесс необходимо выполнение и рентгеновской маммографии.

Преимущества УЗИ молочных желез:

1. Возможность проведения обследования у молодых женщин, беременных и лактирующих женщин, детей.
2. Возможность дифференциации кист и солидных образований.
3. Высокая информативность при рентгенологически «плотных» МЖ.
4. Возможность проведения обследования в острый период травм и воспаления.
5. Оценка состояния силиконовых протезов.
6. Возможность проведения диагностических и лечебных процедур под контролем УЗИ.
7. Возможность проведения цветового доплеровского картирования и энергетического доплеровского картирования сосудов МЖ и опухоли.
8. Возможность визуализации внутрипротоковых и внутрикистозных образований.

Недостатки УЗИ молочных желез:

1. Низкая информативность при исследовании МЖ с большим количеством жировой клетчатки.
2. Невозможность использования при скрининге.
3. Отсутствие возможности получить широкий томографический срез.
4. Субъективность получения изображения.

В кабинете ультразвуковой диагностики медицинского центра «РОСМЕД» за 2021 год обследовано 982 женщины:

Группа женщин в возрасте *71-80 лет* (17 человек – 1,73%). Без патологии (БП) – 12(70,59%), фиброзно-кистозная мастопатия (ФКМ) – 1(5,88%), кисты левой молочной железы (ЛМЖ) – 2(11,76%), кисты правой молочной железы (ПМЖ) – 1(5,88%), фибroadенома левой молочной железы (ФА ЛМЖ) – 1(5,88%).

Группа *70-66 лет* (17 человек – 1,73%). БП – 7(41,18%), ФКМ – 3(17,65%), фиброзная мастопатия (ФМ) – 1(5,88%), железисто-кистозная мастопатия (ЖКМ) – 1(5,88%), кисты молочных желез (МЖ) – 1(5,88%), ФА ЛМЖ -1(5,88%), образование ЛМЖ – 1(5,88%), после операции – 2(11,76%).

Группа *61-65 лет* (35 человек – 3,56%). БП – 14(40%), ФКМ – 4(11,43%), ФМ – 2(5,71%), ЖКМ – 1(2,86%), кисты ЛМЖ – 2(5,71%), киста ПМЖ – 3(8,57%), кисты МЖ – 2(5,71%), липомы МЖ – 2(5,71%), ФА ЛМЖ – 1(2,86%), образование ЛМЖ – 2(5,71%), дуктэктазия – 1(2,86%), лимфаденопатия – 2(5,71%).

Группа *56-60 лет* (92 человека – 9,37%). БП – 44(47,83%), ФКМ – 20(21,74%), ФМ – 9(9,78%), киста ЛМЖ – 3(3,26%), киста ПМЖ – 3(3,26%), кисты ЛМЖ – 1(1,09%), кисты МЖ – 1(1,09%), липома ЛМЖ – 2(2,17%), липома ПМЖ – 4(4,35%), липомы МЖ – 1(1,09%), ФА ПМЖ – 1(1,09%), образование ЛМЖ – 2(2,17%), образование ПМЖ – 1(1,09%), дуктэктазия – 2(2,17%), лимфаденопатия – 1(1,09%), папиллома протока ПМЖ – 1(1,09%).

Группа *51-55 лет* (94 человека – 9,57%). БП – 36(38,3%), ФКМ – 35(37,23%), киста ЛМЖ – 7(7,45%), киста ПМЖ – 3(3,19%), кисты ЛМЖ – 3(3,19%), кисты ПМЖ – 2(2,13%), кисты МЖ – 2(2,13%), липомы ЛМЖ – 1(1,06%), липомы ПМЖ – 1(1,06%), липомы МЖ – 1(1,06%), ФА ЛМЖ – 2 (2,13%), ФА ПМЖ – 2 (2,13%), образование ПМЖ – 3(3,19%), дуктэктазия – 1(1,06%).

Группа *46-50 лет* (161 человек – 16,40%). БП – 36(22,36%), ФКМ – 79(49,07%), ФМ – 8(4,97%), киста ЛМЖ – 8(4,97%), киста ПМЖ – 2(1,24%), кисты ЛМЖ – 1(0,62%), кисты ПМЖ – 3(1,86%), кисты МЖ – 8(4,97%), липома ЛМЖ – 1(0,62%), липома ПМЖ – 2(1,24%), липомы МЖ – 1(0,62%), ФА ЛМЖ – 7(4,35%), ФА ПМЖ – 5(3,11%), образование ЛМЖ – 4(2,48%), образование ПМЖ – 2(1,24%), дуктэктазия – 3(1,86%).

Группа *41-45 лет* (148 человек – 15,07%). БП – 37(25%), ФКМ – 67(45,27%), ФМ – 5(3,38%), ЖКМ – 1(0,68%), киста ЛМЖ – 7(4,73%), киста ПМЖ – 1(0,68%), кисты ПМЖ – 2(1,35%), кисты ЛМЖ – 1(0,68%), кисты МЖ – 10(6,76%), липома ПМЖ – 1(0,68%), липомы ЛМЖ – 1(0,68%), ФА ЛМЖ – 3(2,03%), ФА ПМЖ – 7(4,73%), ФА МЖ – 1(0,68%), образование ЛМЖ – 4(2,7%), дуктэктазия – 1(0,68%), интрамаммарный лимфатический узел (ЛУ) – 2(1,24%), лимфаденопатия – 1(0,68%), папиллома протока ПМЖ – 1(0,68%).

Группа *36-40 лет* (144 человека – 14,66%). БП – 49(34,03%), ФКМ – 55(38,19%), ФМ – 8(5,56%), ЖМ – 4(2,78%), киста ЛМЖ – 6(4,17%), киста ПМЖ – 5(3,47%), кисты ЛМЖ – 2(1,39%), кисты ПМЖ – 2(1,39%), кисты МЖ – 3(2,08%), липома ПМЖ – 1(0,69%), ФА ЛМЖ – 4(2,78%), ФА ПМЖ – 4(2,78%), образование ПМЖ – 2(1,39%), дуктэктазия – 4(2,78%), интрамаммарный ЛУ – 1(0,69%).

Группа *31-35 лет* (121 человек – 12,32%). БП – 54(44,63%), ФКМ – 30(24,79%), ФМ – 7(5,79%), ЖКМ – 1(0,83%), киста ЛМЖ – 2(1,65%), киста ПМЖ – 5(4,13%), кисты ПМЖ – 2(1,65%), кисты МЖ – 4(3,31%), липома ПМЖ – 1(0,83%), ФА ЛМЖ – 5(4,13%), ФА ПМЖ – 5(4,13%), образование ПМЖ – 4(3,31%), лимфаденопатия – 2(1,65%), интрамаммарный ЛУ – 1(0,83%).

Группа *26-30 лет* (94 человека – 9,57%). БП – 38(40,43%), ФКМ – 20(21,28%), ФМ – 8(8,51%), ЖМ – 3(3,19%), ЖКМ – 3(3,19%), киста ЛМЖ – 2(2,12%), киста ПМЖ – 2(2,12%), кисты ЛМЖ – 1(1,06%), кисты МЖ – 3(3,19%), ФА ЛМЖ – 8(8,51%), ФА ПМЖ – 3(3,19%), образование ПМЖ – 1(1,06%), дуктэктазия – 1(1,06%), лимфаденопатия – 1(1,06%), после операции – 1(1,06%).

Группа *21-25 лет* (47 человек – 4,79%). БП – 14(29,79%), ФКМ – 10(21,28%), ФМ – 6(12,77%), ЖМ – 3(6,38%), ЖКМ – 1(2,13%), киста ЛМЖ – 3(6,38%), кисты ЛМЖ – 2(4,26%), ФА ЛМЖ – 2(4,26%), ФА ПМЖ – 3(6,38%), образование ПМЖ – 1(2,13%), дуктэктазия – 1(2,13%), лимфаденопатия – 1(2,13%), галактоцеле – 1(2,13%), мастит – 1(2,13%).

Группа *16-20 лет* (12 человек – 1,22%). БП – 9(75%), ФКМ – 1(8,33%), ЖМ – 1(8,33%), ФА ПМЖ – 1(8,33%).

*Всего у 982 женщин выявлено:* БП – 350(35,64%), ФКМ – 325(33,1%), ФМ – 54(5,5%), ЖКМ – 7(0,71%), ЖМ – 12(1,22%), киста – 123(12,53%), липома – 20(2,04%), ФА – 66(6,72%), образование – 27(2,75%), дуктэктазия – 14(1,43%), интрамаммарный ЛУ – 4(0,41%), лимфаденопатия – 8(0,81%), галактоцеле – 1(0,1%), папиллома протока – 2(0,2%), мастит – 1(0,1%), после операции – 3(0,31%).

Самой распространенной патологией отмечалась фиброзно-кистозная мастопатия – более 30% и чаще в 46-50 лет (49,06%). Часто встречаются фиброзные мастопатии – 5,5%, фиброаденомы – 6,72% и кисты – 12,53%. При обнаружении фиброаденом и кист чаще всего выявляют фиброаденомы левой молочной железы – 3,46%, одиночную кисту левой молочной железы (3,87%),

а также кисты молочных желез (3,5%). С возрастом увеличивается количество липом, образований, фиброаденом, папиллом протоков. Редкие патологии – галактоцеле (0,1%) и мастит (0,1%).

**Выводы.** УЗИ занимают ведущее положение среди женщин репродуктивного возраста, в котором чаще наблюдаются фиброзно-кистозные мастопатии. До 40 лет исследование молочных желез можно ограничить только выполнением УЗИ и в случае подозрения на рак молочной железы выполняется и рентгеновская маммография.

### Литература

1. Рак молочной железы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer>. – Дата доступа: 2022 г.

2. Маммология : национальное руководство / под ред. В. П. Харченко, Н. И. Рожковой. – М. : ГЭОТАР – Медиа, 2009. – 328 с.

3. Остман, Й. В. Основы лучевой диагностики. От изображения к диагнозу : пер. с англ. / Й. В. Остманн, К. Уальд, Дж. Кроссин. – М. : Мед. лит., 2012. – 368 с.

4. Овчинников, В. А. Лучевая диагностика в онкологии: пособие для курса повышения квалификации «Лучевая диагностика в онкологии» / В. А. Овчинников, Л. М. Губарь, А. С. Александрович. – Гродно : ГрГМУ, 2018. – 472 с.

5. Трофимова, Т. Н. Лучевая диагностика заболеваний молочных желез : учеб. пособие / Т. Н. Трофимова, И. А. Солнцева, Л. Е. Шарова, Н. С. Бельчикова. – СПб : издательский дом СПб-МАПО, 2004 – 65 с.

## СЛУЧАЙ ВЫЯВЛЕНИЯ ОПУХОЛИ ПОЧКИ ПРИ СКРИНИНГОВОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ

**Евдочкова Т.И., Селькина В.Д.**

ГУ «Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Среди первичных опухолей почек необходимо различать опухоли паренхимы почки – почечно-клеточный рак (ПКР), развивающийся из эпителия канальцев и собирательных

трубочек почки, и злокачественные опухоли собирательной системы почки (почечной лоханки и чашечек), представленные, главным образом, переходно-клеточным раком [1].

ПКР составляет примерно 2-3% от всех злокачественных новообразований. Мужчины болеют в 1,5–2 раза чаще, чем женщины [1]. Жители города болеют чаще (16,2 на 100000 населения), чем жители села (14,3 на 100000 населения), по данным белорусского канцеррегистра за 2019 г. [2].

Показатель заболеваемости населения Гомельской области в 2019г. составил 39 на 100000 населения у городских мужчин, 37,9 у сельских мужчин и 25,1 на 100000 населения у городских женщин, 27,9 на 100000 населения у сельских женщин.

Показатель смертности населения Гомельской области в 2019 г. составил 10,2 на 100000 населения у мужчин и 4,9 на 100000 населения у женщин; в то время как показатель смертности населения Могилевской области в 2019 г. составил 6,9 на 100000 населения у мужчин и 3,8 на 100000 населения у женщин. Показатель смертности населения Республики Беларусь в 2019 г. занял второе место среди урологических опухолей после рака предстательной железы [2].

Заболеваемость ПКР постепенно увеличивается, кроме того, в большинстве стран мира отмечается некоторое увеличение выживаемости при этой патологии [1, 3]. Считается, что основной причиной как роста числа выявленных случаев заболевания, так и улучшения прогноза при ПКР является отмечающееся в последние десятилетия все более широкое использование ультразвуковых и рентгенологических методов диагностики. Это приводит к выявлению бессимптомных форм ПКР.

В развитии ПКР установлена роль многочисленных этиологических факторов (вирусные инфекции, химические и производственные вредности, особенности питания), однако существенного влияния этих факторов на заболеваемость в эпидемиологических исследованиях не было показано.

Симптомы ПКР складываются:

- а) из местных признаков;
- б) из признаков метастазирования опухоли;
- в) из паранеопластических синдромов.

Локализация опухоли в забрюшинном пространстве, малодоступном пальпации и способном вместить большой объем приводит к тому, что симптомы, связанные с местным ростом опухоли, возникают при достижении опухолью больших размеров. До эры появления в медицине методов визуализации диагноз ПКР можно было заподозрить на основании классической триады местных симптомов: боль в пояснице, макрогематурия и наличие пальпируемой опухоли. Все эти симптомы свидетельствуют о запущенной стадии ПКР и сегодня встречаются редко. Чаще определяются отдельные симптомы, составляющие классическую триаду [1].

Нередко ПКР выявляют у пациентов, обращающихся по поводу симптомов, связанных с развитием метастазов. Может наблюдаться лимфостаз нижних конечностей при массивном поражении забрюшинных лимфоузлов, увеличение надключичных лимфоузлов, боли в костях, патологические переломы, неврологические нарушения при поражении головного мозга.

ПКР отличает высокая частота развития разнообразных паранеопластических синдромов. Опухоли почки могут вырабатывать в больших количествах ренин, эритропоэтин, простагландины, цитокины и другие вещества, способные приводить к таким явлениям как гиперкальциемия, гипертермия (прогностически неблагоприятный симптом), эритроцитоз, гипертензия, анемия (как результат частых гематурий или гемолиза), кахексия, нейропатия, ускорение СОЭ, коагулопатия и дисфункция печени, не связанная с ее метастатическим поражением (синдром Стауффера) [1].

В соответствии с современными взглядами, существует пять вариантов рака почки: светлоклеточный (типичный), папиллярный, хромофобный, рак собирательных трубочек и неклассифицируемый ПКР. В настоящее время принята клиническая классификация рака почки по системе TNM 2009 г., где категории устанавливаются на основании физикального обследования и лучевых методов диагностики [1].

Большинство опухолей в настоящее время выявляется случайно при проведении ультразвукового исследования (УЗИ), выполняемом по поводу неспецифических жалоб. Так, при проведении профосмотров в 2017 г. выявлено 75,8% к числу вновь зарегистрированных случаев [2].

Нет патогномоничных ультразвуковых признаков пяти вариантов рака почки. Излюбленная локализация ПКР – полюса почек, однако опухоли встречаются в любом сегменте почки. Наиболее часто встречается солидная или солидно-кистозная структура опухоли. Присутствие кистозного компонента может быть объяснено наличием участков геморрагий, некроза. При солидном типе опухоль выглядит как изо- или гипоехогенное образование округлой или сферической формы с четкими контурами [4]. Характерен гиперэхогенный ободок по периферии (так называемая псевдокапсула), четко разграничивающий опухолевую и нормальную ткани почки. Псевдокапсула является следствием сдавления неизмененной почечной ткани. При изменении характера роста опухоли эхографический контур опухоли становится нечетким, размытым, капсула почки может быть инфильтрирована, опухоль может прорасти в окружающие ткани [5].

При выявлении опухоли почки необходимо провести УЗИ окружающих органов и тканей; УЗИ абдоминальных и забрюшинных лимфоузлов; УЗИ почечных вен, нижней полой вены на предмет выявления тромбов; УЗИ органов-мишеней. Метастазы при раке почки могут быть в легкие, кости, печень, надпочечники, головной мозг. Весьма важным местным симптомом является варикоцеле, возникающее при сдавлении или прорастании опухоли, опухолем тромбозе левой почечной вены, сдавлении нижней полой вены опухолью или увеличенными лимфоузлами [6].

Ультразвуковая диагностика злокачественных опухолей почки в известной мере облегчается благодаря применению ЦДК, ЭД и импульсно-волновой доплерографии. В связи с неоваскуляризацией опухоли по периферии образования определяются интенсивные как бы полыхающие, цветные сигналы, которые могут распространяться внутрь образования. Наблюдающееся «цветное сияние» вокруг опухоли связано с тем, что к опухоли подходят высокоскоростные питающие сосуды [7]. Максимальная систолическая скорость в них значительно повышена, она превышает в 1,5-2 раза таковую в сегментарной артерии при нормальной кровотоке. В сосудах внутри опухоли скорость кровотока и индекс резистентности (IR) характеризуются значительной вариабельностью. Выявляются высоко- и низкоскоростные сосуды, высокорезистивные

сосуды и сосуды с  $IR < 4$ , что является признаком артерио-венозного шунтирования.

Метод УЗИ является скрининговым при выявлении рака почки. Диагноз рака почки подтверждается при компьютерной томографии, которая является стандартным методом диагностики при ПКР, с использованием болюсного контрастного усиления [1].

При компьютерной томографии (КТ) выявляется гомогенное, солидное, гиподенсивное образование, как правило без некрозов, кровоизлияний и кальцификатов, без инвазии окружающих тканей. Возможна компрессия прилежащих органов [8].

**Цель исследования.** Определение возможности ультразвукового метода исследования и компьютерной томографии на клиническом примере.

**Материалы и методы.** Пациентка С., 59 лет, поступила в эндокринологическое отделение ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека» (ГУ «РНПЦ РМиЭЧ») с жалобами на колющие боли в области сердца, боль в затылке, боли внизу живота в течение 1 месяца, снижение зрения, «пелену» перед глазами, усталость и боль в мышцах ног. Из анамнеза: гипотиреоз выявлен в течение 1 года, принимает левотироксин в дозе 25 мкг; артериальная гипертензия наблюдается в течение 5 лет; железодефицитная анемия в 2017 г. (обследована по протоколу анемии в 2017 г.). Ухудшение состояния отмечает около 2-3 месяцев, направлена к эндокринологу ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», госпитализирована в эндокринологическое отделение.

Проведены следующие обследования.

Общий анализ крови: эритроциты –  $4,89 \times 10^{12}/л$ , лейкоциты –  $5,81 \times 10^9/л$ , тромбоциты –  $309 \times 10^9/л$ , гемоглобин – 144 г/л, СОЭ – 7 мм/час. Биохимический анализ крови: общий белок – 70,8 г/л, мочевины – 6 ммоль/л, креатинин – 71 мкмоль/л, глюкоза – 4,8 ммоль/л. Показатели за пределами нормы: CRPhs = 1,1; 33-CYSC = 0,92.

Общий анализ мочи: цвет соломенно-желтый, удельный вес 1030, белка нет, сахара нет, лейкоциты 0-1 в поле зрения, эритроциты 0 в поле зрения, билирубин отрицательный.

Заключение ЭКГ: синусовый ритм. ЧСС 75 ударов в минуту. ЭСС норма. Субэндокардиальные изменения в заднебоковой области.

Заключение эхокардиографии: камеры сердца не расширены. Диастолическая дисфункция ЛЖ тип 1. Глобальная систолическая функция ЛЖ не нарушена.

Заключение эзофагогастродуоденоскопии: эритематозная гастропатия. Эрозия препилорического отдела.

Заключение ультразвукового исследования (УЗИ) органов малого таза: миома матки малых размеров. Киста левого яичника.

При проведении УЗИ щитовидной железы выявлены эхографические признаки хронического тиреоидита.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) почек и надпочечников проводилось с использованием конвексного датчика с частотой 2-7 МГц в серошкальном В-режиме, в режимах ЦДК и ЭД в соответствии с Унифицированными протоколами Министерства здравоохранения Республики Беларусь. Компьютерная томография почек выполнена по протоколу 5×5 мм на сканнере «Hispeed CT/e» производства «General Electric».

**Результаты и их обсуждение.** Протокол УЗИ почек и надпочечников от 20.02.2020 г. Положение почек в пределах нормы. Размеры правой почки: 11,9×4,9 см, размеры левой почки: 11,8×4,8 см. Толщина паренхимы обеих почек достаточная: толщина паренхимы правой почки 1,6 см, левой почки 1,8 см. Эхогенность паренхимы правой почки нормальная, эхоструктура однородная. Собирательная система обеих почек не расширена. В паренхиме верхнего полюса левой почки определяется образование размерами 3,4×3,0 см по эхогенности сопоставимое с эхогенностью паренхимы почки, деформирующее контур почки. По периферии образования визуализируется гиперэхогенный ободок (псевдокапсула), отделяющий опухоль от нормальной паренхимы почки.

Протокол КТ: Почки обычно расположены. В верхнем полюсе левой по задней поверхности определяется округлое образование 26×32×32 мм с четкими контурами, изоденсное остальной паренхиме (+48 НУ) в нативной фазе сканирования, неоднородное, преимущественно гиподенсное в артериальной фазе (около +90 НУ), однородное гиподенсное (+80 НУ и +68 НУ) в венозной и паренхиматозной фазах. В синус не прорастает. ЧЛС не расширены. Параренальная клетчатка не изменена. Брюшной отдел аорты и магистральные артерии брюшной полости расположены типично, значимых изменений просвета не выявлено. Дополнительных

образований и увеличенных лимфоузлов в забрюшинном пространстве на уровне исследования не выявлено. Заключение: картина заболевания левой почки. Лучевая нагрузка 10,1 мЗв.

На основании полученных данных было подтверждено выявленное при УЗИ злокачественное образование левой почки. Пациентка проконсультирована онкологом в Гомельском областном клиническом онкологическом диспансере, выставлен диагноз: злокачественное новообразование левой почки. T1aN0M0, и пациентка направлена на операцию.

### **Выводы:**

1. При отсутствии клинических проявлений, изменений инструментальных и лабораторных показателей, кроме CRPhs =1,1 и 33-CYSC=0,92, только использование ультразвукового метода позволило выявить опухоль почки на очень ранней стадии T1a (опухоль 4 см или меньше), провести подтверждение данных УЗИ с использованием компьютерной томографии и провести органосохраняющую операцию.

2. Учитывая высокие диагностические возможности ультразвукового метода в выявлении опухолей почки, рекомендуем всем пациентам проходить ультразвуковое исследование почек не реже 1 раза в год.

### **Литература**

1. Суконко, О. Г. Руководство по онкологии : в 2 т. / О. Г. Суконко ; под общ. ред. О. Г. Суконко. – Минск : Беларус. энцыкл. імя П. Брукі, 2016. – Т. II. Кн. 2. – С. 62–80.

2. Океанов, А. Е. Рак в Беларуси : цифры и факты / А. Е. Океанов [и др.] ; под ред. С. Л. Полякова. – Анализ данных Белорусского канцер-регистра за 2010-2019 гг. – Минск : РНПЦОМР им. Н. Н. Александрова, 2020. – 298 с.

3. Фрадкин, С. З. Клиническая онкология : справ. пособие / С. З. Фрадкин [и др.] ; под ред. С. З. Фрадкина, И. В. Залуцкого. – Минск : Беларусь, 2003. – С. 563–575.

4. Капустин, С. В. Ультразвуковое исследование в урологии и нефрологии / С. В. Капустин, Р. Оуен, С. И. Пиманов ; изд. А. Н. Вараксин. – Минск, 2007. – С. 88–92.

5. Митьков, В. В. Практическое руководство по ультразвуковой диагностике. Общая ультразвуковая диагностика / В. В. Митьков. – М. : Издательский дом Видар-М, 2003. – С. 387–393.

6. Зубарев, А. В. Диагностический ультразвук. Уронефрология / А. В. Зубарев, В. Е. Гажонова. – М. : ООО «Фирма Стром», 2002. – С. 52–59.

7. Квятковский, Е. А. Ультрасонография и доплерография в диагностике заболеваний почек / Е. А. Квятковский, Т. О. Квятковская. – Днепропетровск : Новая идеология, 2005. – С. 280–290.

8. Матиас, Прокоп. Спиральная и многослойная компьютерная томография / Прокоп Матиас, Михаэль Галански. – Москва : МЕДпресс-информ, 2007. – Т. 2. – С.471–473.

## **ЗНАЧЕНИЕ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ СКЛЕРОТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОСТЯХ ПРИ РАКЕ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ**

**Зарецкая Е.С.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Рак предстательной железы (далее РПЖ) – злокачественное новообразование, возникающее из эпителия альвеолярно-клеточных элементов предстательной железы. РПЖ одно из самых распространенных злокачественных новообразований среди лиц мужского пола. В структуре онкологических заболеваний у мужчин, РПЖ занимает 2-3 место, опережая рак легких.

По данным Всемирной организации здравоохранения, в 2018 году было зарегистрировано 1,2 миллиона случаев заболевания и 358 000 случаев смерти. В Республике Беларусь заболеваемость РПЖ занимает первое место по темпам прироста среди всех злокачественных новообразований.

За последние десять лет в РБ число ежегодно регистрируемых случаев рака простаты увеличилось в два раза и составляет 9,2% в структуре онкологической заболеваемости, занимая 4 место после рака легкого, кожи и желудка. В нашей стране РПЖ является наиболее частой причиной смертности пациентов онкоурологического профиля.

В связи с этим огромное значение для современной онкологии имеет не только своевременное выявление РПЖ, но и ранняя диагностика метастатического поражения различных тканей. Для РПЖ характерно раннее гематогенное метастазирование. При этом поражается преимущественно костная ткань, чаще всего кости таза и позвоночник, что может наблюдаться в 54-85% случаев [1, 2, 5].

В 75% случаев РПЖ метастазирует по остеобластическому типу, то есть с формированием очагов склероза. Однако, наряду с метастазами, в костной ткани могут формироваться и склеротические процессы доброкачественного характера, в частности эностозы.

Эностоз – один из рентгенологических синдромов, характерных для заболеваний костной ткани. Данный процесс сопровождается увеличением костной ткани и носит доброкачественный характер, являясь, как правило, случайной находкой. Эностоз может возникать в любой кости, при этом чаще поражаются губчатые кости (тела позвонков, бедренные кости и другие). Отличительная особенность эностозов – отсутствие клинической симптоматики, а рентгенологическая картина напоминает остеобластические метастазы в кости при злокачественных опухолях.

В связи с этим для дифференциальной диагностики склеротических процессов в костной ткани у пациентов с РПЖ используются два основных лучевых метода исследования: мультиспиральная компьютерная томография (далее МСКТ), чувствительность которой составляет до 85%, и остеосцинтиграфия, являющаяся фактически золотым стандартом в выявлении метастатического поражения всего скелета. Кроме того, немаловажное значение имеет динамическое наблюдение за пациентами с РПЖ, с учетом данных лабораторных и инструментальных методов исследования. Это обусловлено отсутствием единых данных о дифференциальной диагностике эностозов в костной ткани, так как лучевые признаки данной патологии изучены не до конца [3, 4].

**Цель работы.** Оценить значение данных методов лучевой диагностики в дифференциальной диагностике склеротических процессов в костной ткани у пациентов с РПЖ.

**Методы исследования.** Проведены наблюдения 115 пациентов с РПЖ. Возраст 51-77 лет. Медиана времени наблюдения составила 87 месяцев.

У всех пациентов морфологически верифицированный диагноз – аденокарцинома. Локализованный РПЖ (T2a-c) был в 77 случаях, местно-распространенный (T3) – в 38 случаях. Локализованный РПЖ с благоприятным прогнозом (T2a или сумма Глисона <7) был в 9 наблюдениях, с промежуточным прогнозом (T2b или сумма Глисона 7) – в 9, с неблагоприятным прогнозом (стадия T2c или сумма Глисона >7) – в 59 случаях.

**Результаты и обсуждения.** Для верификации метастатических изменений в костной ткани пациентам были выполнены МСКТ и остеосцинтиграфия. МСКТ проводилась на спиральном мультидетекторном компьютерном томографе «Light Speed Pro 32», производства фирмы «General Electric» с костным окном +2000-3000 HU.

При анализе данных был отобран 31 пациент с очагами склероза неустановленной этиологии. У 9 пациентов эти очаги носили одиночный характер, а у 22 – множественный. Очаги склероза локализовались в пояснично-крестцовом отделе позвоночника, в подвздошных костях и в головках бедренных костей.

Учитывая схожесть доброкачественных и злокачественных процессов в костях для выяснения их природы пациентам была проведена остеосцинтиграфия. Для этого была использована гамма-камера «Sophy camera DSX rectangular», производства фирмы «Sopha medical». В качестве радиофармацевтического препарата (далее РФП) использовался технеций-99m-метилен дифосфонат ( $^{99m}\text{Tc MDP}$ ), вводимая доза 5 мБк/кг массы тела пациента.

На основании полученных результатов было установлено, что у всех пациентов с имеющимися склеротическими изменениями в костях таза и позвоночнике при остеосцинтиграфическом исследовании патологической гиперфиксации РФП не было выявлено. Это позволило отнести выявленные изменения к доброкачественным склеротическим процессам (эностозам).

Необходимо отметить, что МСКТ и остеосцинтиграфия являются незаменимыми методами в диагностике метастазов в костную ткань. При этом остеосцинтиграфия примерно на 6 месяцев раньше других методов, позволяет установить наличие метастатического поражения костной ткани. Однако, не смотря на высокую чувствительность и специфичность методов, они не позволяют с полной уверенностью утверждать, что выявленные у пациентов

изменения в костной ткани не могут в последующем дать рентгенологическую и клиническую симптоматику метастатического поражения костей. Именно поэтому необходимо динамическое наблюдение за всеми пациентами, у которых в костной ткани имеются склеротические процессы. Это обусловлено малой изученностью лучевых признаков эностозов костной ткани.

Проведя динамическое наблюдение за отобранными пациентами, установлено, что у двух пациентов, не имеющих при МСКТ и остеосцинтиграфии данных, характерных для метастазов, появились клинические признаки, характерные для вторичных изменений.

В связи с наличием клинических симптомов (выраженный болевой синдром в позвоночнике и костях таза) для установления причины их возникновения пациентам были повторно проведены остеосцинтиграфия и МСКТ.

В результате было установлено, что у одного пациента в сравнении с предыдущими данными остеосцинтиграфии во всех отделах позвоночника, костях таза, бедренных костях определяется гиперфиксация РФП до 280%. У второго пациента, на основании данных МСКТ, были выявлены очаги деструкции в позвоночнике, подвздошной кости и бедренной кости справа; при остеосцинтиграфическом исследовании в этих зонах накопление РФП составляло до 244%. Уровень простатспецифического антигена у этих пациентов превышал норму более чем в 3 раза (колебания в пределах от 11 нг/мл до 36 нг/мл). По результатам ТРУЗИ было установлено увеличение предстательной железы в объеме (более 30 см<sup>3</sup>), нечеткость контура и утрата внутренней дифференцировки железы. Полученные данные позволяли установить рецидив РПЖ, а выявленные изменения в костной ткани отнести к метастазам.

У 29 пациентов динамическое наблюдение не выявило клинических или лучевых данных, характерных для метастазов в костную ткань. В связи с этим у данных пациентов склеротические изменения были классифицированы как эностозы.

#### **Выводы:**

1. При РПЖ могут встречаться как остеобластические метастазы в костную ткань, так и склеротические процессы доброкачественного характера, в частности эностозы.

2. Причина возникновения эностозов так же, как и лучевая картина, до конца не изучены.

3. Необходимо осуществлять динамическое наблюдение за пациентами с РПЖ, учитывая результаты лабораторных и лучевых исследований.

### Литература

1. Boyle, P. Cancer incidence and mortality in Europe / P. Boyle, J. Ferlay. – Ann.Oncol, 2004. –Vol. 16, № 3. – P. 481–488.

2. Океанов, А. Е. Статистика онкологических заболеваний в Республике Беларусь (2004-2013 гг.) / А. Е. Океанов, П. И. Моисеев, Л. Ф. Левин. – Минск : РНПЦ ОМР им. Н. Н. Александрова. – 2014. – 382 с.

3. Остманн, Й. В. Основы лучевой диагностики. От изображения к диагнозу / пер. с англ. Й. В. Остманн, К. Уальд, Дж. Кроссин. – М. : Мед. лит., 2012. – 368 с.

4. Овчинников, В. А. Основы лучевой диагностики : пособие для студентов медико-диагностического факультетов по специальности «Медико-диагностическое дело» / В. А. Овчинников, Л. М. Губарь. – Гродно : ГрГМУ, 2016. – 362 с.

5. Александрович, А. С. Анализ заболеваемости и смертности населения Республики Беларусь злокачественными новообразованиями / А. С. Александрович, Т. И. Зиматкина // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, 23-24 сентября 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 16–21.

## ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ ХОЛЕЦИСТЭКТОМИЯ И РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ЕЕ ОСЛОЖНЕНИЙ

**Зарецкая Е.С.<sup>1</sup>, Мовчанюк О.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

<sup>2</sup>УЗ «Брестский областной кардиологический диспансер»,  
г. Брест, Республика Беларусь

**Актуальность.** В связи с изменением образа жизни, качества питания и ряда других факторов, за последнее десятилетие, увеличилось число случаев как острых, так и хронических заболеваний

желчного пузыря. По данным VI Всемирного конгресса гастроэнтерологов, 10% населения земного шара страдает от данной группы заболеваний, причем чаще всего болеют женщины [1, 5]. В Республике Беларусь патология желчного пузыря встречается с частотой более 240 случаев на 100 тысяч населения, занимая ведущее место в структуре гастроэнтерологических заболеваний.

Несмотря на большое количество консервативных методов лечения, даже в настоящее время, предпочтение отдается хирургической терапии. В связи с этим, возникло стремление хирургов снизить травматичность операций, сократить сроки нетрудоспособности, повысить качество жизни пациентов после операций и достичь хорошего косметического эффекта вмешательства. Это и побудило к внедрению в практику малоинвазивных операций. В случае патологии желчного пузыря используется лапароскопическая холецистэктомия.

Лапароскопическая холецистэктомия (далее ЛХЭ) – это удаление желчного пузыря через небольшие проколы, без разрезов передней брюшной стенки. В настоящее время ЛХЭ является «золотым стандартом» и операцией выбора при лечении патологии желчного пузыря.

Внедрение в клиническую практику ЛХЭ позволило улучшить эффективность лечения пациентов с патологией желчного пузыря. Однако, одновременно с этим, возникли новые и малоизученные виды осложнений, частота которых достигает 0,1-0,6%. И хотя частота данных осложнений невелика, большое значение приобретает их ранняя диагностика.

В диагностике осложнений ЛХЭ главная роль отводится инструментальному исследованию, в первую очередь ультразвуковому. Это обусловлено тем, что метод ультразвукового исследования (далее УЗИ) является высокочувствительным, не инвазивным, не несет лучевой нагрузки и может быть выполнен у постели пациента [2].

**Цель работы.** Изучить частоту и характер осложнений, возникающих после ЛХЭ. Оценить диагностические возможности ультразвукового исследования в выявлении осложнений ЛХЭ.

**Методы исследования.** Проведено выборочное исследование, объектом которого стали 100 пациентов хирургического отделения УЗ «Гродненская университетская клиника». Возраст

пациентов варьировал от 30 до 92 лет. По половому признаку пациенты распределились следующим образом: мужчины – 58 человек, женщины – 42. Медиана наблюдения составила 12 месяцев.

**Результаты и обсуждения.** Если рассматривать классификацию осложнений ЛХЭ, то их можно разделить на следующие группы:

1. Осложнения, специфичные для методики лапароскопии:
  - Эмфизема: подкожная, предбрюшинная, серповидной связки, большого и малого сальника, брыжейки кишечника;
  - Кровотечение из ран передней брюшной стенки в месте введения троакара;
  - Повреждение полых и паренхиматозных органов брюшной полости, сосудов.
2. Интраоперационные осложнения:
  - Общие (функциональная недостаточность жизненно важных органов);
  - Местные (механическое повреждение внепеченочных желчных протоков; электротермические повреждения внутренних органов и внепеченочных желчных протоков; кровотечение из пузырной артерии или из ложа желчного пузыря).
3. В зависимости от сроков возникновения осложнения можно разделить на:
  - ранние осложнения;
  - поздние осложнения.

Ранние осложнения ЛХЭ – это осложнения, которые возникают во время оперативного вмешательства или в срок не более 3-4 недель после операции.

В группу ранних осложнений относятся:

- послеоперационная гематома;
- желчеистечение, с формированием биломы;
- послеоперационная серома;
- воспалительный инфильтрат ложа желчного пузыря;
- подпеченочный абсцесс;
- поддиафрагмальный абсцесс.

Поздние осложнения – осложнения, возникающие в срок спустя 4 недели после проведенного оперативного лечения. Данная группа осложнений встречается примерно в 5% случаев. Основным из них при ЛХЭ является постхолецистэктомический синдром.

Во время наблюдения у 8 пациентов (26,6%) были выявлены ранние послеоперационные осложнения, которые можно представить следующим образом: билома выявлена у 1 пациента; гематома – 2 пациента, спайки и зоны фиброза в ложе ЖП – 3 пациента; незначительное количество жидкости – 1 пациент.

Билома – скопление желчи, окруженное капсулой. Клинически проявляется в виде боли или тяжести в правом подреберье, возможно повышение температуры до субфебрильных цифр.

При УЗИ визуализируется: анэхогенная однородная структура, с ровными контурами и дорсальным усилением за счет формирования капсулы, расположенная в ложе желчного пузыря или в области ворот печени на фоне неизменной паренхимы.

Послеоперационная гематома – ограниченное скопление крови после оперативного вмешательства вследствие повреждения сосуда или смещения шовного материала, характеризующееся образованием полости, содержащей жидкую или свернувшуюся кровь. Частота ее возникновения после ЛХЭ составляет 0,2-0,8% случаев.

При УЗИ визуализируется анэхогенное образование, различного размера, относительно правильной формы с однородным содержанием на ранних стадиях, располагающееся в области ложа желчного пузыря, реже переходит на петли кишки. По мере организации гематомы происходит уменьшение ее размера, появляется неоднородность внутреннего содержимого, за счет появления участков обызвествления.

У оставшихся пациентов в проекции ложа отмечалось повышение эхогенности за счет фиброзных изменений, а также определялось незначительное количество свободной жидкости.

При выявлении осложнений после проведенной ЛХЭ обязательно динамическое наблюдение за состоянием эхографической картины, в сочетании с клиническими и лабораторными показателями. Это обусловлено тем, что некоторые ранние осложнения ЛХЭ (гематома, серома) схожи по своим ультразвуковым признакам с солитарными кистами печени. Однако в этом случае следует учитывать наличие оперативного вмешательства в анамнезе и наличие выраженной клиники.

Поздние осложнения ЛХЭ (постхолецистэктомический синдром) чаще всего дифференцируют от изменений желчевыводящих путей при холедолитиазе либо при портальной гипертензии [3, 4].

**Выводы.** Несмотря на малую инвазивность, ЛХЭ может приводить к развитию ранних и поздних осложнений. Для их своевременной диагностики следует использовать ультразвуковое исследование. Это в первую очередь обусловлено высокой специфичностью и чувствительностью (порядка 95%) ультразвукового исследования.

На основе совокупности клинических и сонографических критериев, можно решить вопрос о проведении открытой лапаротомии для устранения осложнений ЛХЭ.

### **Литература**

1. Mathur, S. K. Role of biliary scintiscan in predicting the need for cholangiography / S. K. Mathur, Z. F. Soonawalla. – Br. J. Surg, 2000. – № 87 (2). – P. 181–185.

2. Гальперин, Э. И. Руководство по хирургии желчных путей / Э. И. Гальперин, П. С. Ветшев. – М. : Мед. лит., 2009. – 568 с.

3. Некрасов, А. Ю. Особенности лапароскопической холецистэктомии при остром холецистите / А. Ю. Некрасов, А. А. Безалтынних. – Эндоскоп. Хирургия, 2006. – № 5. – С. 38–40.

4. Митьков, В. В. Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике / В. В. Митьков. – М. : Видар., 1996. – № 1. – 321 с.

5. Зиматкина, Т. И. Анализ динамики радиационного фона и радиоактивного загрязнения территории Гродненской области в постчернобыльский период / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович // Инновационные научные исследования. – 2021. – № 4–2(6). – С. 162–167.

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОДОЗОВОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛЫМИ ФОРМАМИ ПНЕВМОНИИ ПРИ COVID-19**

**Зиматкина Т.И., Крот И.А., Понеделко И.К.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** В настоящее время коронавирусная инфекция является одной из самых актуальных проблем со здоровьем у населения не только нашей страны, но и всего человечества.

Коронавирусы являются самой большой группой из всех известных РНК-положительных вирусов. За последние два десятка лет коронавирусы трижды стали причиной эпидемических вспышек вирусных заболеваний: эпидемии атипичной пневмонии 2003 г. (SARS-CoV), ближневосточного респираторного синдрома в 2015 г. (MERS-CoV), тяжелого острого респираторного синдрома в 2019 г. (SARS-CoV-2) [1].

31 декабря 2019 г. в Китае Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) было объявлено о вспышке пневмонии неизвестной этиологии в городе Ухань. В начале января 2020 г. у 44 пациентов были выявлены случаи нового заболевания [2]. Известно, что первоначально все пациенты были связаны с местным рынком животных и морепродуктов Хуанань, который находится в городе Ухань [3]. Со временем стало увеличиваться число зараженных, не контактировавших с животными, вирус начал распространяться за пределы Китая, что говорило о способности вируса передаваться от человека к человеку [4]. Признаки заболевания у данных пациентов начали проявляться в период с 12 по 29 декабря 2019 г. Инкубационный период длился от 2 до 14 суток, лихорадочный период – от 10 до 14 суток [5]. 7 января 2020 г. научные сотрудники Шанхайского клинического центра общественного здравоохранения и Школы общественного здравоохранения (Китай) смогли расшифровать геномную последовательность возбудителя этой пневмонии, которым является новый штамм коронавируса. Он получил временное название 2019-nCoV [6]. 11 февраля 2020 г. группа исследователей из Международного комитета по изучению коронавирусов приняла решение назвать новый штамм SARS-CoV-2 [7]. Его геном на 96,2% соответствует коронавирусу RaTG-13, полученному из организма летучей мыши, и на 79,5% идентичен коронавирусу, вызвавшему в 2003 г. эпидемию атипичной пневмонии.

На основании результатов секвенирования генома вируса и эволюционного анализа можно предположить, что естественным хозяином вируса является – летучая мышь и через промежуточных хозяев вирус передается человеку [8]. Учеными было установлено, что для проникновения в клетки человека, SARS-CoV-2 использует тот же специфический рецептор, что и SARS-CoV ангиотензинпре-

вращающий фермент 2 (АПФ2), который поражает преимущественно нижние дыхательные пути и связывается с АПФ2 на эпителиальных клетках альвеол [8]. Полученные данные свидетельствовали о том, что миру придется противостоять пандемии коронавируса невиданных масштабов, поскольку ранее подобные инфекции не вызывали такого глобального биологического риска. Высокая мутационная способность данных вирусов дает основание говорить о том, что их трансформация может вызвать катастрофические последствия [5].

В настоящее время с разной степенью эффективности используется симптоматическая и патогенетическая терапия новой коронавирусной инфекции. Специфического лечения новой инфекции COVID-19 пока не найдено [8]. Существование множества схем различной лекарственной терапии, эффективность которых пока убедительно не доказана, а также высокая степень осложнений являются основанием для поиска новых методов лечения, в том числе, не только медикаментозных, но и с использованием дистанционного лучевого воздействия [9, 10].

**Цель.** Анализ на основе имеющихся информационных данных о возможности и эффективности применения лучевой терапии в лечении пациентов COVID-19.

**Материалы и методы исследования.** В данной работе использованы поисковый, сравнительно-оценочный и аналитический методы для изучения, анализа и систематизации представленных на бумажных носителях и в интернет-источниках данных.

**Результаты исследования.** В марте 2020 г. ВОЗ объявила о пандемии COVID-19, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2. Коронавирусная инфекция способна вызвать у человека множество болезней – от легких форм острого респираторного заболевания до тяжелого острого респираторного синдрома; также могут поражаться печень, центральная нервная система, желудочно-кишечный тракт; возможно развитие инфекционно-токсического шока и сепсиса.

Наиболее частым клиническим проявлением нового заболевания является пневмония. Во внутренней среде организма в процессе борьбы с вирусными инфекциями специфические и неспецифические иммунные реакции тесно взаимодействуют друг с другом. В случае, когда не удастся развить специфический иммунный

ответ для уничтожения вируса, организм будет непрерывно усиливать неспецифический воспалительный ответ, который может усложнять протекание заболевания и привести к увеличению площади поражения тканей. Ишемическая гипоксия и некроз в конечном итоге вызовут неконтролируемую воспалительную реакцию, которая, в свою очередь, может вызвать «цитокиновый шторм» [11]. Синдромом «цитокинового шторма» называется потенциально смертельная системная воспалительная реакция иммунной системы, при которой происходят неконтролируемая активация цитокинов и повреждение собственных тканей организма.

При COVID-19 цитокиновый шторм тесно связан с развитием острого респираторного дистресс-синдрома (ОРДС). У пациентов с ОРДС значительно увеличивается количество цитокинов в сыворотке крови. Иммунная система при этом теряет способность отличать свои белки от чужих и атакует все подряд. В первую очередь разрушению подвергаются нейтрофилы, которые при своем распаде выделяют ферменты, повреждающие эритроциты и тромбоциты. Так возникают закупорки сосудов тромбами и кровотечения. Выделяющиеся при этом активные вещества вызывают падение давления и просачивание жидкой части крови в ткани. Это ведет к развитию обширного легочного отека, лишаящего систему дыхания способности поглощать кислород из воздуха. На фоне кислородного голодания падает сократительная функция сердца и происходит нарушение работы легких, почек и печени, возникает полиорганная недостаточность, ведущая, зачастую, к смертельному исходу. Таким образом, коронавирусная инфекция нового типа может вызывать у пациентов цитокиновый шторм, а он, соответственно, приводит к ОРДС и возможной полиорганной недостаточности.

О положительном воздействии радиации в малых дозах и радиационном гермезисе стали говорить уже на заре развития радиобиологии (в первой половине XX века) [9]. Детальный обзор таких данных, относящихся к этому и последующему периодам приводит, в своих научных работах убежденный последователь идей радиационного гермезиса, радиобиолог и биофизик, член-корреспондент АН СССР А.М. Кузин [10]. Он сформулировал и развил концепцию природного, естественного радиационного фона

как перманентно воздействующего, постоянного физического фактора окружающей среды, необходимого для возникновения жизни человека, эволюции его жизнедеятельности [10]. Термин «радиационный гермесис» появился в 1943 году. Под ним принято понимать стимуляцию компенсаторно-приспособительных механизмов организма и адаптацию его функций к новым условиям при воздействии малых доз ионизирующего излучения. В результате такого воздействия наблюдается более успешная борьба организма со многими болезнями, а также усиление его витальных функций, вплоть до увеличения продолжительности жизни.

В начале XX века лечение пневмонии с помощью X-лучей (впоследствии рентгеновских лучей) было обычной медицинской практикой. Показано, что примерно 700 случаев бактериальной (крупозной и бронхопневмонии), невосприимчивой к сульфаниламидам, атипичной и интерстициальной пневмонии эффективно лечатся низкими дозами рентгеновского излучения. В 2020 году ученые из отделения медицинской физики Онкологического центра Джека Ади (Летбридж, Канада), проанализировав научную литературу, пришли к выводу, что низкие дозы ионизирующего излучения способны снижать смертность от пневмонии в среднем на 20%. К подобным выводам пришли ученые из США, сообщив о пользе лучевой терапии в борьбе с ОРДС. Испытания на животных показали, что острая фаза пневмонии может быть сокращена вдвое. Исследователи считают, что низкодозная лучевая терапия способна ослабить гиперактивацию цитокинов и избежать тяжелых последствий цитокинового шторма. Почти одновременно группа ученых из Института рака Университета Эмори (США) решили опробовать данное лечение в действии. Однократное облучение в дозе 1,5 Гр получали 10 пациентов, еще 10 пациентов составляли контрольную группу и участвовали в отдельных исследованиях. В контрольной группе 6 пациентов получали направленную терапию против коронавирусной инфекции, остальные 4 человека получали поддерживающую терапию, которая включала противовирусные препараты, гидроксихлорохин, глюкок, глюкокортикостероиды, азитромицин. Средний возраст пациентов составлял 78 (от 43 до 104) лет и 75 (от 45 до 99) лет. У получавших однократное облучение в дозе 1,5 Гр пациентов среднее время до клинического

выздоровления составило 3 дня против 12 дней в контрольной группе. Среднее время госпитализации до выписки из больницы составило 12 и 20 дней для контрольной группы соответственно. Частота интубации на ИВЛ составила 10% и 40% и была короче для когорты пациентов, получивших экспериментальную лучевую терапию. Также у облученных пациентов наблюдалось более быстрое улучшение рентгенологической картины.

В настоящее время осуществляется третья фаза клинических испытаний. Подобное исследование провели ученые из отделения клинической онкологии больницы Имама Хосейна Университета медицинских наук Шахида Бехешти (Тегеран, Иран). Протокол лечения представлял собой дистанционное низкодозовое облучение легких в дозе 0,5 Гр в сочетании со стандартными национальными рекомендациями по лечению Covid-19. В период с мая по июнь 2020 г. 5 из 40 пациентов подписали форму согласия и вошли в исследование. 33 из 35 пациентов, которые отказались получать низкую дозу облучения легких, были обеспокоены возможным развитием радиационно-индуцированных злокачественных новообразований. Два оставшихся пациента потенциальную эффективность данной терапии оценили пессимистично. Возраст пациентов в группе исследования составлял от 60 до 84 лет (средний возраст 72 года). Все пациенты имели сопутствующие заболевания, включая трех пациентов с артериальной гипертензией, двух пациентов с ишемической болезнью сердца и одного пациента с хронической сердечной недостаточностью. На момент госпитализации средний балл по шкале Карновского и шкале комы Глазго составлял 60 (диапазон 50-80) и 15 (диапазон 10-15) соответственно. По результатам проводимой радиотерапии у четырех пациентов в течение одних суток после облучения наблюдалось улучшение сатурации, у пятого пациента состояние начало ухудшаться, и он умер на третий день. Один пациент на фоне улучшения самочувствия добровольно, без объяснения причины, выбыл из исследования на 3-й день после облучения. Для остальных трех пациентов среднее время выписки составило 6 дней. Острая радиационно-индуцированная токсичность не регистрировалась. Стоит отметить, что ни один из пациентов в данном исследовании не получал дексаметазон, гидроксихлорохин, противовирусные препараты или

макролиды. Группа ученых из Ирана считает, что результаты исследования, несмотря на небольшое количество испытуемых, демонстрируют успешность в применении низкодозовой лучевой терапии в лечении пациентов с тяжелыми формами пневмонии при Covid-19.

Еще один случай применения низкодозовой лучевой терапии был описан в Clínica Delgad-AUNA (Лима, Перу). Установлено, что у пациента мужского пола в возрасте 64 года за 10 дней до госпитализации был сухой кашель, повышение температуры тела, недомогание и нарастающая головная боль. После быстрого ухудшения общего состояния и появления выраженной одышки в покое пациент обратился в отделение неотложной помощи клиники, где при помощи ПЦР теста подтвердили наличие в организме инфекции Covid-19. На момент обращения температура тела составляла 37,7 °С, артериальное давление – 133/93 мм рт. ст., частота дыхания – 22 дыхательных движений в минуту, сатурация (SpO<sub>2</sub>) – 89%. Кислородная поддерживающая терапия была начата с маски без ребризера 10 л/мин с немедленным улучшением сатурации до 99%. На мультиспиральной компьютерной томограмме грудной клетки выявлены двусторонняя пневмония и диффузно расположенные очаги по типу «матового стекла» (с площадью поражения более 75%). Была диагностирована дыхательная недостаточность 1 степени. Проводилось лечение несколькими лекарственными препаратами, включая цефтриаксон (2 г внутривенно), гидроксихлорохин (400 мг перорально) 2 раза в день в первый день, затем 200 мг перорально 2 раза в день в течение 10 дней, азитромицин (500 мг однократно), затем 250 мг перорально в течение 10 дней и эноксапарин натрия (60 мг подкожно). Лихорадка сохранялась, максимальная температура – 39,3 °С. На 2-й день госпитализации одышка усилилась и продолжалась в покое. Кислородная терапия с маской без ребризера была увеличена до 15 л/мин, сатурация достигла 85%. Было начато эмпирическое лечение тоцилизумабом (600 мг внутривенно), а антибиотик был заменен на цефтазидим (2 г внутривенно 2 раза в день). В связи с дальнейшим ухудшением состоянием и высокой вероятностью летального исхода была предложена лучевая терапия в качестве «compassionate treatment» (протокол по которому проводят паллиативное лечение онкобольным

с T4N2M2). Доза облучения составила 1 Гр. Пациент был переведен в отделение интенсивной терапии. Использовалась высокопоточная оксигенотерапия с применением назальной канюли со скоростью 50 л/мин. Медикаментозная терапия была усилена гидроксихлорохином (400 мг 2 раза в день) и азитромицином (500 мг 2 раза в день), кроме того, была увеличена доза эноксапарина натрия (60 мг подкожно 2 раза в день). Через 3 дня лучевой терапии (6 день госпитализации) у пациента отмечалось улучшение респираторного паттерна и постоянный, хотя и уменьшающийся в интенсивности кашель. Высокопоточная оксигенотерапия была заменена на низкопоточную. Пациент был выписан из отделения интенсивной терапии через 7 дней после лечения. Во время процесса облучения не было обнаружено связанной с лучевой терапией проявлений токсичности. Это первый в Перу зарегистрированный случай лечения коронавирусной инфекции с помощью лучевой терапии. Врачи и ученые, наблюдавшие этого пациента, предполагают, что дозы ниже 1 Гр не должны вызывать особого беспокойства при краткосрочном или долгосрочном наблюдении.

Несмотря на кратковременный период научных исследований, у низкодозовой лучевой терапии пациентов с коронавирусной инфекцией уже появились оппоненты [9]. Группа ведущих американских специалистов-радиологов выразила опасение о потенциально возможном негативном воздействии лучевой терапии. Они считают, что такой вид лечения в низких дозах, несомненно, уменьшит объем легочного воспаления при Covid-19, но также способен губительно воздействовать на В- и Т-клетки иммунной системы, необходимые для борьбы с инфекцией Covid-19. Высказано предупреждение о риске возникновения возможных радиационных последствий в виде онкологических заболеваний в долгосрочной перспективе после лечения несмотря на малую дозу облучения. Однако не представлены факты и объективно не подтверждены факторы предполагаемого негативного влияния радиотерапии в малых дозах на пациентов Covid-19.

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенного нами анализа имеющихся в литературе данных установлено, что низкодозовую лучевую терапию можно рассматривать как один из новых эффективных и перспективных методов борьбы с внутрилегочными

поражениями (особенно с ОРДС), вызванным Covid-19. Несмотря на мнение оппонентов, высказывающихся о возможности возникновения радиобиологических эффектов и небольшое количество наблюдений, однократное облучение в малых дозах может быть использовано как вид монолечения в период пандемии или в комбинации с лекарствами в последующее время.

Полученные результаты по применению низкодозовой лучевой терапии свидетельствует о том, что однократное облучение организма пациента в дозе 0,5-1,5 Гр имеет большой потенциал в лечении пневмонии, вызванной коронавирусной инфекцией. Этот метод лечения экономически выгоден и доступен в большинстве медицинских учреждений. Несомненно, требуются дополнительные исследования и более продолжительное наблюдение. Следует продолжать изучение положительного влияния лучевой терапии на пациентов с тяжелым течением болезни, стремиться понять механизм биологического радиационного воздействия на вирусную природу, объективно оценить риск вероятностных негативных последствий в динамике отслеживания этих пациентов в течении более длительного времени.

### Литература

1. Горенков, Д. В. Вспышка нового инфекционного заболевания Covid-19,  $\beta$ -коронавирусы как угроза глобальному здравоохранению. Профилактика, диагностика, лечение / Д. В. Горенков [и др.]. – Москва : Московск. гос. ун-т, 2020. – С. 6–22.

2. Зиматкина, Т. И. Анализ современной динамики профессионального облучения медицинского персонала в Республике Беларусь / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович, Г. Д. Гордилковский, А. А. Вырковская // Многопрофильная клиника XXI века. Инновации в медицине – 2020: материалы IX Международного научного конгресса. – Санкт-Петербург, 2020. – С. 121–124.

3. Романов, Б. К. Коронавирусная инфекция Covid-19. Безопасность и риск фармакотерапии / Б. К. Романов. – 2022. – С. 3–8.

4. Костинов, М. П. Современные представления о новом коронавирусе и заболевании, вызванном SARS-COV-2. Инфекционные болезни : Новости. Мнения. Обучение / М. П. Костинов [и др.]. – 2022. – С. 33–42.

5. Камкин, Е. Г. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (Covid-19) : временные методические рекомендации / Е. Г. Камкин. – 2020. – 226 с.

6. Беляков, Н. А. Коронавирусная инфекция Covid-19. Природа вируса, патогенез, клинические проявления / Н. А. Беляков [и др.]. – Петербург : Петербургский центр по борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями. – 2020. – С. 7–21.

7. Никифоров, В. В. РНК-вирусы : этиология, эпидемиология, клиника, диагностика, лечение и профилактика / В. В. Никифоров [и др.]. – 2017. – 210 с.

8. Исаков, В. В. Профилактика и терапия коронавирусной инфекции / В. В. Исаков. – 2019. – С. 72–74.

9. Шипилов, М. В. «Цитокиновый шторм» при гриппе: перспективы диагностики. Уральский медицинский журнал / М. В. Шипилов. – 2011. – С. 67–71.

10. Кузин, А. М. Ведущие механизмы радиационного гормезиса / А. М. Кузин, 2010. – С. 814–826.

## **О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ В МЕДИЦИНСКОЙ ЭТИКЕ И ДЕОНТОЛОГИИ У МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА**

**Зиматкина Т.И., Смирнова Г.Д.,  
Губарь Л.М.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Введение.** В течение последних десятилетий наше общество и медицина переживают быстрое и бурное развитие. Это определяет необходимость создания динамичной системы обучения медицинского персонала. Реформирование системы образования и здравоохранения диктует необходимость подготовки специалистов более высокого уровня. Изменения в обществе, его идеологии и общественном сознании вызывают изменения в медицинской деонтологии. Современный специалист должен быть не только профессионально грамотным, но и быть высоконравственной личностью [1]. Для общества совсем не безразлично, кто изберет себе профессию медицинского работника и как он выполняет моральный долг, налагаемый на него этой профессией.

Достоинство человека и уважение к личности занимает как в процессе подготовки, так и переподготовки медицинских работников, важное место. Именно поэтому изучение вопросов этики, деонтологии и идеологии включено во все программы подготовки и является важным в воспитательном аспекте системы образования. Одно из его основных условий – это воспитание гражданина своей страны, гармонично сочетающего в себе патриотические и интернациональные чувства, нравственную и правовую культуру, единство своих гражданских прав и обязанностей. Все эти качества формируются посредством изучения и ценностного отношения к своим историческим корням, культурному и духовному наследию, через познание общественно-политической и экономической систем белорусского государства. Результатом сформированности этих качеств является осмысление гражданского долга перед обществом и государством, разумное использование своих гражданских прав и свобод, точное соблюдение законов, осознание значимости социокультурных преобразований в стране [2].

Медицинская деонтология как отрасль знания является частью общественной морали и этики. Профессиональная деятельность медицинских работников, как определено в постановлении МЗ РБ от 7 августа 2018 г. № 64 «О Правилах медицинской этики и деонтологии», основывается на принципах гуманизма, милосердия, сдержанности, профессионализма, конфиденциальности и толерантности [3]. Проблеме медицинской этики и деонтологии посвящен ряд работ [2, 4], рассматривающих взаимоотношения медицинского работника и пациента, медицинского работника и общества, а также отношения медицинских работников. Они охватывают целый комплекс морально-этических, психологических и нравственных проблем, с которыми медицинскому работнику приходится постоянно сталкиваться и находить единственный правильный ответ. Поэтому человек, решивший посвятить себя медицине, должен не только освоить эту профессию, но и обладать особым умением общаться с людьми, реагировать на чужую боль, быть готовым всю жизнь неутомимо бороться за здоровье человека. В трудовом коллективе также значимую роль играет общественное мнение и мнение коллег.

Следует также отметить, что труд медицинских работников имеет свои особенности. Процесс формирования мировоззрения

(общечеловеческого и профессионального) – едва ли не самая серьезная задача высшего медицинского образования. От того, как в дальнейшем сложатся взаимоотношения медицинского работника с коллегами, персоналом, пациентами во многом зависит успех лечения.

**Цель.** Изучить уровень общительности и коммуникативных способностей медицинских работников на примере медицинских сестер.

**Материал и методика исследований.** В работе использовали метод социологического опроса путем добровольного анонимного анкетирования и валеолого-диагностический метод. Определение общего уровня общительности и коммуникативных способностей проводили по методу В. Ф. Ряховского. Респондентами явились 30 студентов-заочников, получающих высшее медицинское образование, в возрасте от 23 до 30 лет.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Деонтологическое понятие о человеке определяет его способ отношения к себе и другим людям понимание, цели своей жизни, а также понятия хорошего и плохого. По своей природе человек стремится обходиться без посторонней помощи. Болезнь или инвалидность зачастую ослабляют самостоятельность человека, делают его зависимым от других. При моделировании ситуации «пациент – медицинская сестра – врач» треть респондентов (38,6%) отмечает, что могла бы более широко участвовать в выборе тактики ухода за пациентами, опираясь на накопленный опыт и собственные знания.

Этичность в уходе за пациентом на практике означает ответственную работу на благо здоровья другого человека. Основным для медицинского работника должно быть то, что хорошо для пациента. В то же время только 20,6% (лишь каждый пятый респондент) считают пациента «главным» в лечебном учреждении. Этика взаимоотношений нужна во всех звеньях медицинской структуры отделения: санитарка – процедурная сестра – сестра-хозяйка – врач – заведующий отделением. При четком выполнении каждым своих профессиональных обязанностей она благоприятно влияет на лечебный процесс. Тем не менее, 56,8% медсестер отмечают, что им часто приходится выполнять чужие обязанности. В основном это касается огромной лавины бумажной работы. Главным для 35,9% респондентов является выполнение медицинских манипуляций, для 26,3% – руководство младшим медицинским персоналом

и лишь для 16,8% – организация ухода за пациентами. Указали, что обращаются по имени и отчеству к пациентам 37,9% респондентов; 26,8% – обращаются к ним только по фамилии, остальные – по фамилии или по имени и отчеству.

Медсестра всегда несет ответственность за качество своей работы. Долг, должность и должное – слова одного корня, хотя каждый понимает их по-своему. Это не только умело выполненные манипуляции и старательный уход за пациентами, но и умение понять и поддержать их продуманные рекомендации по сохранению и укреплению здоровья, вовремя сделанные прививки против инфекционных болезней.

Наиболее общим недостатком во взаимоотношениях «медработник – пациент» иногда является некоторая нравственная индифферентность. 52,3% респондентов считают, что после назначенного лечения наибольшую ответственность за его результат несет врач, только 16,3% – медсестра, в равной степени – 24,9%. Считаю необходимым объяснять правила приема лекарственных средств пациентам 77,9% участников исследования; 13,5% указали, что объясняют по просьбе пациентов наименование препарата и его назначение. Свои неэтичные поступки медработники объясняют объективными обстоятельствами. Хотя нет и не может быть таких обстоятельств, которые могли бы оправдать неэтичный поступок.

В настоящее время в обиход вошел термин «сестрогения» в связи с недостаточным вниманием к пациентам, с недостатком гуманизма, человеколюбия, доброты, с недобросовестным выполнением служебного долга. Причина этого может заключаться в случайности выбора профессии и неосознанности своих задач, а также в возможной сформированности синдрома эмоционального выгорания, связанного с большой физической нагрузкой, лежащей на плечах медицинской сестры. Так и разочарованием в своей профессии: 35,8% медсестер со стажем работы более 10 лет отметили, что ни при каких условиях не станут менять профессию; для 32,9% – важна стабильность в работе медсестры; для всех оставшихся важны заработная плата и взаимоотношения в коллективе. По результатам исследования удовлетворенность существующим положением по результатам опроса имеется у 46,7% респондентов, возможность профессиональной карьеры – у 19,9%, в то же время готовы сменить профессию – 11,8% опрошенных.

В результате исследования уровня общительности установлено, что 21,8% участников исследования общительны и в незнакомой обстановке чувствуют себя вполне уверенно, новые проблемы их не пугают, хотя с новыми людьми сходятся с оглядкой, в спорах и диспутах участвуют неохотно: 15,6% респондентов – это люди с нормальной коммуникабельностью, они любознательны, охотно слушают интересного собеседника, довольно терпеливы в общении, отстаивают свою точку зрения, не любят шумных компаний; 35,5% респондентов – общительны, любопытны, любят высказываться по разным вопросам, что, вызывает раздражение окружающих, они охотно знакомятся с новыми людьми и любят бывать в центре внимания, никому не отказывают в просьбах, хотя не всегда могут их выполнить; 27,1% респондентов – любят принимать участие во всех дискуссиях, хотя серьезные темы могут вызвать у них мигрень или даже хандру, всюду чувствуют себя в своей тарелке, берутся за любое дело, хотя не всегда могут успешно довести его до конца.

Установлено, что для совладания со стрессом 24,6% респондентов слушают музыку, 12,5% – читают, 10,9% – отдыхают на свежем воздухе, а остальным 52% опрошенных работа помогает не выплескивать свои эмоции на окружающих.

Для совершенствования медицинской этики и деонтологии 88,4% респондентов предлагают проводить семинары и конференции; 8,1% – издавать буклеты; 3,5% – проводить круглые столы с ведущими специалистами. По мнению респондентов, основные качества, которыми должна обладать медицинская сестра XXI века: доброта – 39,6%, ответственность – 38,7%, милосердие и внимательность – 22,4%, чуткость – 14,2%. Также все респонденты отметили, что каждая медицинская сестра должна обладать терпением.

**Выводы.** Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о наличии у значительной части респондентов ряда вопросов в медицинской этике и деонтологии, которые требуют коррекции и оптимизации. Поскольку медицинские работники в профессиональной деятельности часто сталкиваются со сложными ситуациями во взаимоотношениях с коллегами и пациентами, вопросы этического воспитания, освоения основных правил и норм цивилизованного общения, медицинской этики и деонтологии должны являться важнейшей частью высшего медицинского образования.

Для эффективного общения медицинской сестры с пациентами необходимо соблюдать этико-деонтологические аспекты в своей профессиональной деятельности. Формирование высоких моральных качеств и преданности делу, которому служишь, в единстве с профессиональными знаниями, навыками и опытом создают тот необходимый аспект, который реализуется при выполнении профессионального долга.

### **Литература**

1. Мишаткина, Т. В. Биомедицинская этика : учеб. пособие / Т. В. Мишаткина [и др.]. – Мн., 2003. – С. 320.
2. Алексина, Т. А. Прикладная этика / Т. А. Алексина. – М. : Изд-во РУДН, 2004. – С. 210.
3. О Правилах медицинской этики и деонтологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bioethics.belmapo.by/docs/pdf>. – Дата доступа: 03.06.2022.
4. Уход за пациентами как лечебный фактор. Режим организаций здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rep.bsmu.by/bitstream/handle/BSMU/17947/978-985-567-809-1.Image.Marked.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. – Дата доступа: 03.06.2022.
5. Зиматкина, Т.И. Валеология : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Сестринское дело» / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 296 с.

## **ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ЛЕЧЕБНОГО И ПЕДИАТРИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА**

**Зиматкина Т.И., Александрович А.С.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Беларусь

**Актуальность.** Наличие огромного арсенала различных по своим физико-химическим свойствам и биологической активности ксенобиотических химических и радиоактивных веществ, а также масштабное применение их в различных сферах деятельности

современного человека, способствуют формированию напряженной радиационно-экологической обстановки в его окружении. Усиление агрессивности внешней среды, загрязненность внутренней среды организма, широкая распространенность экологически обусловленных нарушений здоровья у детского и взрослого населения свидетельствуют об актуальности и необходимости повышения качества радиационно-экологической подготовки специалистов медицинского профиля, способных эффективно контролировать обеспечение безопасной жизнедеятельности людей и сохранение их здоровья [1].

Необходимо осуществлять подготовку нового уровня специалистов, способных умело анализировать, обобщать и систематизировать имеющуюся информацию, генерировать новые знания, разрабатывать эффективные методы диагностики и лечения заболеваний, внедрять в практику результаты научных исследований, может обеспечить только инновационное образование в медицине [2].

**Цель.** Анализ результатов применения в учебном процессе активных форм и методов обучения, рейтинговой системы оценки учебной и другой деятельности студентов для повышения эффективности их радиационно-экологической подготовки.

**Материалы и методы исследований.** Были изучены некоторые аспекты организации учебного процесса и результаты итогового контроля знаний студентов по радиационной и экологической медицине на лечебном и педиатрическом факультетах медицинского университета.

**Результаты и их обсуждение.** В настоящее время радиационно-экологическое обучение будущих врачей лечебного и педиатрического профиля в Гродненском государственном медицинском университете осуществляется на кафедре лучевой диагностики и терапии в соответствии с требованиями образовательного стандарта и типовых учебных программ и реализуется путем чтения лекций, проведения лабораторных занятий, выполнения студентами управляемой самостоятельной работы и вовлечения их в учебно-исследовательскую деятельность.

На изучение радиационной и экологической медицины, которая преподается на 2-м курсе в двух семестрах, отводится 136 часов,

в том числе аудиторных – 86 часов, из них лекций – 20 часов, семинарских занятий – 66 часов. Формой итоговой аттестации знаний является дифференцированный зачет. Для обучения студентов используются как традиционные, так и современные учебно-информационные ресурсы (озвученные в связи с COVID-19 компьютерные презентации лекций и ряда вопросов на лабораторных занятиях), интерактивные ресурсы в локальной компьютерной сети вуза и Интернете.

Среди активных форм обучения эффективными и хорошо воспринимаемыми студентами являются диалоговые формы построения семинарских занятий в виде учебных дискуссий и круглых столов. Опыт показывает, что методы учебных дискуссий и круглых столов значительно улучшают и закрепляют знания, увеличивают объем усвоения новой информации, вырабатывают у студентов умение спорить, доказывать свою точку зрения, прислушиваться и учитывать мнение других.

Значительный интерес у студентов вызывают экологические мастерские, где для изучения этиологических факторов нарушений здоровья при средовых заболеваниях используется современное оборудование. Роль преподавателя заключается в умелой организации учебного процесса, консультировании и итоговой оценке выполненных работ.

Решение на занятиях ситуационных задач включает оценку этиологического фактора, предварительный диагноз, патогенез, алгоритмы лечения и профилактики средовой и лучевой патологии; формирует практико-ориентированную направленность в обучении, основы клинического мышления студентов.

Большое внимание уделяется студенческой науке, которая способствует формированию творческой и креативной личности студента. Многие из них участвуют в выполнении научных исследований по радиационно-экологической тематике, успешно выступают с докладами на регулярно организуемых кафедрой учебно-тематических и научно-практических конференциях. Ежегодно на кафедре проводятся олимпиады по изучаемым дисциплинам, смотр-конкурсы видеофильмов и малых носителей информации по патогенезу, профилактике средовых заболеваний и лучевой патологии. Победители их имеют преимущества при итоговой оценке

знаний, которая проводится по рейтинговой системе и учитывает, как учебную, так и разнообразную самостоятельную познавательную деятельность студентов.

Анализируя успеваемость по предмету на лечебном и педиатрическом факультетах за последние годы, следует отметить постоянное повышение среднего балла, особенно значимое у студентов педиатрического профиля (6,5–7,8 баллов соответственно).

В 2019-1022 учебных годах средние баллы на дифференцированном зачете по радиационной и экологической медицине составили соответственно у студентов лечебного факультета: 6,9; 7,0; 8,1; 8,2 и 8,1; у студентов педиатрического факультета: 6,7; 6,9; 8,0; 7,8 и 8,1.

**Выводы.** Таким образом, использование активных методов и форм обучения в преподавании радиационной и экологической медицины, а также рейтинговой системы оценки знаний студентов повышают их успешность в изучении и освоении данного предмета и одновременно решают ряд учебных, воспитательных и развивающих задач, делая процесс обучения интересным и творческим.

### Литература

1. Зиматкина, Т. И. О повышении академической компетентности по радиационной и экологической медицине студентов медицинского университета / Т. И. Зиматкина, Е. В. Дежиц, А. С. Александрович // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии : сборник материалов II межвузовской науч.-практ. интернет-конф., 10-11 мая 2018 года / отв. ред. В. А. Снежицкий. – Гродно : ГрГМУ, 2018. – С. 91–98.

2. Шатравко, Н. С. Активные методы обучения как фактор формирования инновационной педагогической деятельности преподавателей / Н. С. Шатравко // Перспективы развития высшей школы : материалы 2-й междунар. науч.-метод. конф. – Гродно : ГГАУ, 2009. – С. 127–131.

# **ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО РАДИАЦИОННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТА С ВЫСШИМ МЕДИЦИНСКИМ ОБРАЗОВАНИЕМ**

**Зиматкина Т.И., Смирнова Г.Д.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

Подготовка современного высококвалифицированного врача является непростой задачей и требует постоянного совершенствования базовой классической системы обучения. Для формирования набора профессиональных компетенций с обязательным уровнем теоретических знаний и стандартных практических навыков, необходимых молодому врачу в будущей самостоятельной практической работе, используется практико-ориентированное обучение [1].

*Практико-ориентированный метод обучения* – это метод обучения, предполагающий освоение и усвоение студентами образовательной программы и формирование практических умений, посредством выполнения реальных практических заданий и упражнений. Принципы организации практико-ориентированного обучения:

- мотивационное обеспечение образовательного процесса;
- связь обучения с практикой;
- сознательность и активность студентов в обучении [1].

*Практико-ориентированное задание* – задание, преимущественной целью которого является формирование у обучающихся умений и навыков практической работы, а также формирование понимания того, где, как и для чего полученные умения применяются на практике. Такие задания способствуют интеграции знаний, побуждают студентов использовать дополнительную литературу, что повышает интерес к учебе в целом, положительно влияет на прочность знаний и качество обучения. Практико-ориентированные задания служат инструментом измерения и оценивания

компетентности студентов [1]. Важным аспектом ежедневной деятельности будущего врача является профилактическая работа среди населения по выявлению модифицируемых ксенобиотических факторов риска развития основных, социально значимых, неинфекционных заболеваний, пропаганда здорового образа жизни, индивидуальная и групповая санитарно-просветительская деятельность с активным привлечением пациентов к сотрудничеству для улучшения качества жизни. Успешная будущая практическая деятельность врача основывается на приобретении научных знаний о патогенетических механизмах формирования и рисках развития радиационно и экологически обусловленной патологии, в том числе медико-психологических последствий облучения и действия факторов окружающей среды, методах проведения индивидуальной и популяционной профилактики заболеваний и патологических состояний при хронических низкодозовых физико-химических и биологических воздействиях [1, 3].

Цель преподавания дисциплины в программе обучения по радиационной и экологической медицине заключается в адаптации имеющихся у студентов знаний и умений, полученных как в школе, так и на предыдущих курсах, к современным условиям напряженной окружающей среды, влияющим на здоровье человека, а также в приобретении ими новых навыков для практического применения в конкретной ситуации. Задачи изучения дисциплины «Радиационная и экологическая медицина» состоят в приобретении студентами академических, социально-личностных и профессиональных компетенций, основу которых составляет способность к самостоятельному поиску учебно-информационных ресурсов и овладение методами приобретения и осмысления следующего объема знаний и умений:

- основных понятий радиационной и экологической медицины;
- факторов окружающей среды, обуславливающих развитие средовых заболеваний;
- медико-биологических и медико-психологических последствий действия приоритетных ксенобиотиков, ионизирующих и неионизирующих излучений на население и механизмов развития радиационно и экологически обусловленной патологии;

– особенностей формирования радиационных поражений человека;

– методов проведения первичной индивидуальной и популяционной профилактики заболеваний и патологических состояний, обусловленных воздействием факторов окружающей среды [1].

Эффективными видами учебных занятий, в которых доминирует практическая деятельность обучающихся, осуществляемая на основе специально разработанных заданий, являются лабораторные занятия, на которые отводится около 80% учебного времени. Лабораторное занятие состоит из теоретической части (1/3 продолжительности 3-х часового занятия), где проверяется и совершенствуется теоретический уровень знаний студентов по теме, и основной лабораторной части (2/3 продолжительности занятия), предназначенной для приобретения специальных практических навыков по дисциплине. Практическая часть обучения включает самостоятельную работу студента с последующим представлением и обсуждением в группе ситуационных заданий, разбор ситуаций с последующим выполнением индивидуальных работ, участие в учебно-методических и научно-практических конференциях. Поскольку любой вид обучения является активным процессом, преимущество имеют студенты, выражающие желание на каждом занятии представить анализ выполняемых практических заданий, задать уточняющие вопросы, не опасаясь допустить ошибки и, таким образом, имеющие возможность получить достаточное количество попыток анализа конкретной экологической ситуации, в которой принимали участие во время практической части занятия, приобрести собственный практический опыт, поступательно повышая и совершенствуя свой профессиональный уровень. Постоянное обязательное представление студентами перед группой результатов заданий по эколого-медицинскому анализу влияния на здоровье ситуации окружающей среды формирует и совершенствует навык публичного выступления и, что очень важно, способствует накоплению практического опыта остальными студентами, значительно увеличивает количество и расширяет диапазон различных ситуаций для обсуждения. Оформление полученных результатов, прежде всего вывода и рекомендаций, как источника объективной информации о влиянии напряженной окружающей

среды на здоровье человека, вынесение экспертных решений требует высокого уровня профессиональной компетенции будущего врача и поэтому отрабатывается студентами на дисциплине как обязательный практический навык [1].

Уже на первом лабораторном занятии по радиационной и экологической медицине студенты знакомятся с основами дисциплины, классификацией современных экологических факторов, методами оценки влияния состояния окружающей среды на здоровье населения и особенностями подхода к диагностике, лечению и профилактике болезней с позиции экологической медицины, основными закономерностями воздействия экологических факторов на организм человека, специфическими и неспецифическими механизмами защиты от неблагоприятного воздействия факторов окружающей среды и осваивают алгоритм действий врача при выявлении экологически обусловленного заболевания. Затем в качестве индивидуального задания выполняют и анализируют тестовые задания по оценке влияния поведенческих факторов риска на здоровье, индивидуального уровня стрессоустойчивости, адаптационного потенциала организма и качества окружающей человека визуальной среды в экосистеме современного города.

На последующих лабораторных занятиях студенты, руководствуясь предложенной схемой и методическими указаниями, решают и оформляют ситуационные задания и задачи по оценке влияния различных экологических ксенобиотических факторах риска на здоровье человека. Учебные задачи-задания по темам экологической и радиационной медицины разработаны для разных курсов обучения студентов и используются на каждом занятии. Они отвечают требованиям, предъявляемым к методическим пособиям такого рода, а именно:

- представленные ситуации являются реалистичными и актуальными в современной медико-экологической практике;
- имеют четкость и однозначность формулировки заданий;
- лаконичны по объему с необходимой для принятия решения информацией или запланированной (в зависимости от поставленной цели) недостаточностью медицинских сведений;
- имеют разную степень сложности заданий, предусматривающую репродуктивную (по образу и подобию), развивающую

(совершенствование клинического мышления и практических навыков) или творческую (поисковую) деятельности;

– соблюдают принципы нарастания трудности и дифференциации заданий (*простые, средние, сложные*) для студентов с разным уровнем знаний;

– составлены с разнообразием условий заданий в соответствии с целями занятия.

При разработке заданий принимается во внимание, что студенты отличаются друг от друга имеющимися знаниями. Поэтому задания имеют разный уровень сложности, то есть личностно-ориентированные. Пути создания учебных и учебно-производственных ситуаций разнообразны. Чтобы приобрести конкретные профессиональные компетенции, студенту необходимо решить комплекс микропроблем, что невозможно без теоретических знаний. Проблемная ситуация возникает при условии, если студенты не знают способа решения поставленной задачи, не могут ответить на проблемный вопрос, дать объяснение новому факту в учебной или производственной ситуации, то есть в случае осознания студентами недостаточности прежних знаний для объяснения нового факта. При проблемном обучении всегда имеет место постановка и решение проблемных ситуаций.

Проблемное обучение даст ожидаемый эффект только при умелом руководстве учебным процессом со стороны педагога. Он создает проблемную ситуацию или отбирает материал, имеющий практическую направленность.

В качестве групповой формы организации учебного процесса на кафедре используются элементы деловых игр с проблемной ситуацией. Наглядно продемонстрировано, что успешные профессиональные действия врача в реальной жизни в большинстве случаев основаны на коллективной работе и рациональном взаимодействии с коллегами, чему способствует обучение навыкам работы в команде [2]. Моделируется большое количество возможных вариантов развития изучаемых ситуаций, что обеспечивает «погружение в среду», активизирует деятельность студента и, в конечном итоге, повышает эффективность образовательного процесса. Такого рода тренинг с возможным многократным количеством повторений и объективной оценкой правильных и ошибочных

действий «работающей команды», прежде всего, остальными членами группы студентов, а не только преподавателем, способствует развитию клинического мышления и практических навыков командной работы в экстремальных ситуациях без риска для пациента. Творческий, поисковый подход к обучению студента реализуется при подготовке рефератов, электронных мультимедийных презентаций, при участии будущего врача в работе студенческих кружков и научно-практических конференций и получает поддержку и высокую оценку преподавателя. Поощряется оформление и представление выполненного задания как варианта практических ситуаций, что позволяет в течение практического занятия в целом отработать алгоритм действий врача при выявлении экологически обусловленного заболевания, то есть провести настоящий практический тренинг. Завершает занятие раздел закрепления и систематизации теоретических знаний и практических навыков по изучаемой теме путем индивидуального решения студентами ситуационных задач или проведением элементов деловой «командной» игры.

В последние годы заметно возросли требования работодателей к коммуникативным навыкам и исследовательским способностям выпускников, к их социальной адаптированности, к их овладению навыками самостоятельного приобретения и применения знаний и умений в профессиональной деятельности при решении производственных задач, а также к развитию интеллектуальных и деловых качеств. Формирование компетентностей требует создания определенных учебных ситуаций, которые могут быть реализованы в специальных учебных средах, позволяющих преподавателю моделировать и осуществлять эффективный контроль деятельности обучаемого в модельной среде.

Таким образом, структура лабораторного занятия акцентирована на практико-ориентированное обучение студентов-медиков. Достижение высокого качества профессионального образования и подготовка конкурентоспособного специалиста предполагают одновременное и параллельное использование всех методов, испытанных многолетней практикой старой медицинской школы, и нововведений в технологии обучения, способствующих развитию личностных качеств студентов [1–3].

**Заключение.** Совершенствование современной обучающей системы медицинского образования XXI века с использованием инновационных технологий на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии – тема многочисленных конференций, семинаров и тематических публикаций в различных изданиях Гродненского государственного медицинского университета, она основывается на высоком уровне материальной базы и методическом обеспечении, модернизации образовательного процесса и высокой профессиональной компетентности преподавателя.

Применение практико-ориентированного подхода в процессе профессиональной подготовки придает ей значение главной ценности – студенты получают опыт будущей профессиональной деятельности, создает соответствующий уровень их компетентности. Практико-ориентированная технология профессиональной подготовки меняет акцент в учебной деятельности студентов, направляя их действия на интеллектуальное и профессиональное развитие за счет уменьшения доли репродуктивной деятельности.

### **Литература**

1. Практико-ориентированный подход в подготовке конкурентоспособных специалистов в системе СПО [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/conf/ped/archive/209/11392/>. – Дата доступа: 24.04.2022.

2. Практико-ориентированный подход в подготовке специалистов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/nprospo/obrazovanie-ipedagogika/library/2014/11/16/praktiko-orientirovannyy-podkhod-v-podgotovke>. – Дата доступа: 24.04.2022.

3. Курстак, И. А. Использование активных форм и методов обучения студентов медико-диагностического факультета по радиационной, экологической медицине, лучевой диагностике и лучевой терапии / И. А. Курстак, А. С. Александрович, Т. И. Зиматкина // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, 23-24 сентября 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 134–136.

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СВЯЗИ СО ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ РАЗЛИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

**Зиматкина Т.И., Александрович А.С.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** На протяжении многих лет в странах Европейского региона, как и в Республике Беларусь, в структуре всех причин смерти онкологическая патология занимает второе место после болезней системы кровообращения и существенно образом влияет на среднюю продолжительность жизни населения.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Международного агентства по изучению рака, злокачественные новообразования представляют собой современную глобальную проблему. Международным агентством по изучению рака ежегодно в мире регистрируется более 12 млн новых случаев злокачественных новообразований и около 6,2 млн смертей от данной патологии. Ежегодный темп прироста пациентов со злокачественными новообразованиями составляет примерно 2%, что превышает на 0,3-0,5% рост численности населения мира. Неутешителен прогноз экспертов ВОЗ: онкологическая заболеваемость во всем мире возрастет к 2050 году до 24 млн случаев, а смертность до 16 млн ежегодно регистрируемых случаев [1, 3].

Согласно статистическим данным 2018 г. наиболее распространенными в мире онкологическими заболеваниями являются рак лёгких, молочной железы и кишечника [2].

Снижение заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований является одной из наиболее актуальных важных проблем, стоящих перед медицинской наукой и здравоохранением в настоящее время.

Анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями необходим для охраны здоровья, разработки профилактических мероприятий, решения стратегических и тактических задач

управления здравоохранением. На сегодняшний день сделано уже многое для понимания проблемы в целом, накоплен огромный материал, систематизация и обобщение которого в конечном итоге дает возможность ответить на многие вопросы, связанные с этиологией и патогенезом рака [4].

**Цель.** Анализ современных тенденций заболеваемости и смертности населения Республики Беларусь злокачественными новообразованиями различной локализации и смертности, изучение соотношения этих двух показателей при различных локализациях злокачественных новообразований.

**Материалы и методы исследования.** В работе применены эпидемиологический, сравнительно-оценочный и аналитический методы для изучения официальных статистических данных о состоянии здоровья населения Республики Беларусь, а также данные литературы по заболеваемости и смертности жителей нашей страны от злокачественных новообразований.

**Результаты и их обсуждение.** В нашей стране за период с 1995 г. по 2018 г. по классу «Новообразования» зарегистрирован значительный рост первичной заболеваемости: 296,1 случаев на 100 тыс. населения в 1995 г.; 328,7 – в 2000 г., 367,2 – в 2005 г., 442,9 – в 2010 г., 513,4 – в 2015 г., 554,5 – в 2018 г., то есть за 23 года данный показатель вырос на 87,3%. В период с 1995 по 2005 гг. среднегодовой прирост заболеваемости составил 7,11; с 2005 по 2015 гг. – 14,62; с 2015 по 2018 гг. – 13,7. На территории Республики Беларусь имел место значительный рост данной патологии в период с 1995 по 2018 гг. в среднем на 3,8% (11,2 случая на 100 тыс. населения) в год.

Если онкозаболеваемость в нашей стране будет расти с такой же скоростью, то число заболевших всего через 15 лет удвоится, что не только значительно увеличит нагрузку на систему здравоохранения республики, но и повлечет за собой значительные социально-экономические последствия. Согласно официальным статистическим данным у нас в стране с 2011 г. ежегодно регистрируется свыше 40 тыс., а с 2017 г. – более 50 тыс. пациентов с впервые в жизни установленным онкологическим диагнозом, что составляет около 0,5% населения страны [1].

Анализ онкоэпидемиологической ситуации показывает, что имеются значительные различия в показателях заболеваемости

у городского и сельского населения. Из-за значительных различий в возрастной структуре городского и сельского населения Беларуси грубый интенсивный показатель общей онкологической заболеваемости за весь период был выше у сельского населения. Заболеваемость злокачественными новообразованиями городского населения за изученный период увеличилась на 95,8%, в то время как заболеваемость среди сельского населения на 47,7%, что практически в 2 раза меньше.

Динамика заболеваемости населения злокачественными новообразованиями по областям Республики Беларусь и г. Минска имеет тенденцию к увеличению. Имеются определенные различия в общей онкологической заболеваемости по областям республики. Из года в год наибольшая онкологическая заболеваемость остаётся в г. Минске и Гомельской области. Причём наибольший прирост заболевших за период 1995-2018 гг. отмечался в Гомельской области и составил 188%, в то время как в г. Минске данный показатель наименьший – 130,2%.

Заболеваемость мужчин ЗН всех локализаций в целом выше, чем женщин. Следует отметить, что наибольший рост заболеваемости наблюдается в возрасте 60 и старше, а в 2018 г. составил 1719 случаев на 100 тыс. человек населения.

Структура онкологической заболеваемости мужчин за период с 2000 по 2010 гг. изменилась. В 2000 г. на первом месте был рак легкого, на втором – рак желудка и на третьем – рак толстого кишечника; в 2010 г. соответственно рак легкого, простаты и немеланомный рак кожи. В 2018 и 2019 гг. у мужчин чаще всего встречался рак предстательной железы, легкого и колоректальный рак.

Структура онкологической заболеваемости у женщин за такой же период существенно не изменилась. У женщин в 2000 г. первые три позиции занимали рак молочной железы, кожи и желудка. Таким образом, ведущие позиции у женщин в 2010 г. занимали рак кожи (19,8%), молочной железы (17,6%), тела матки (7,7%), затем следовал рак желудка (6,1%). В 2018 и 2019 гг. [1, 2] лидировал рак молочной железы, следом шли колоректальный рак и рак матки.

В Беларуси ежегодно 6-9% выявленных случаев онкологических заболеваний – это первично-множественные опухоли, из которых каждый пятый случай – локализация опухолей в двух и

более органах одновременно, что свидетельствует о нарастании случаев полинеоплазий. По данным за 2010 г., основная часть в их структуре (62,1%) – это случаи немеланомного рака кожи (17,7% от числа всех выявленных случаев рака кожи). Первично-множественными в 10,1% от выявленных случаев были опухоли губы, 4% – пищевода, 2,6% – желудка, 7,9% – толстого кишечника, 5,7% – почки, 2,7% – щитовидной железы. Самый стремительный рост показателей заболеваемости отмечен у рака простаты и немеланомного рака кожи [2, 5].

В Беларуси смертность от злокачественных новообразований среди всех причин смерти занимает второе ранговое место, что отражается на средней продолжительности жизни и размерах невосполнимых потерь населения, особенно в трудоспособном возрасте, а также наносит значительный экономический ущерб.

Смертность от онкологической патологии в Беларуси остается высокой: в 1995 г. – 188,1 случай на 100 тыс. населения, в 2000 г. – 194,3; в 2005 г. – 188,5; в 2010 г. – 191,6; в 2015 г. – 183,9 и в 2018 г. – 196,0. С 1995 по 2018 гг. общий показатель смертности вырос на 4,2% и в последнее десятилетие оставался относительно стабильным, с тенденцией к незначительному снижению. Причем смертность среди сельского населения, страдающего онкологическими заболеваниями, была значительно выше, чем у городских жителей. Соотношение смертности городского и сельского населения на 100 тыс. человек составило: в 1995 г. – 167,2 и 245,5; в 2010 г. – 181,5 и 232,4; в 2015 г. – 175,9 и 223,4; в 2018 г. – 184,4 и 250,1.

Смертность мужчин от злокачественных новообразований всех локализаций, как и заболеваемость была в целом выше, чем женщин. Следует отметить, что наибольший рост смертности наблюдался у людей старше трудоспособного возраста и в 2017 г. она составила 591,3 случая на 100 тыс. населения, в то время как у трудоспособного населения этот показатель был 86,4 человека на 100 тыс. населения.

Смертность детей от злокачественных новообразований в 2017 г. в возрасте от 0 до 17 лет занимала третье место после заболеваний нервной системы (3,4 человека на 100 тыс. населения) и врожденных пороков развития (5,8 человек на 100 тыс. населения). Она составила 2,7 человека на 100 тыс. населения. При исследовании ежегодных показателей смертности детей от злокачественных

новообразований установлено, что она остается на одинаковом уровне с тенденцией к небольшому снижению (в 2010 г. – 2,9 человек на 100 тыс. населения; в 2015 г. – 2,1; в 2017 г. – 2,79 человека на 100 тыс. населения).

Смертность новорожденных от злокачественных заболеваний среди всех причин смерти находится среди последних и в 2017 г. составила 3,6 человека на 100 тыс. населения, в то время как смертность от инфекционных и паразитарных заболеваний составила 12,7 человек на 100 тыс. населения.

Среди областей Республики Беларусь лидерами по смертности населения от онкологических заболеваний за последние 12 лет являются Витебская, Гомельская и Могилевская области (в 2018 г. смертность составила соответственно 220,36; 216,2; 213,1 человек на 100 тыс. населения). Исследуя возрастные группы данных регионов с 2010 по 2017 гг., важно отметить, что наибольшая смертность в 2017 г. среди трудоспособного возраста наблюдалась в Могилевской области (106,7 человек на 100 тыс. населения), на втором месте была Гомельская область (88,3 человека на 100 тыс. населения) и на третьем месте – Витебская область (86,7 человек на 100 тыс. населения). В результате анализа населения старше трудоспособного возраста установлено наличие наибольшего показателя смертности в Гомельской области (640 человек на 100 тыс. населения), на втором месте находится Витебская область (612,1 человек на 100 тыс. населения) и на третьем – Могилевская область (585,0 человек на 100 тыс. населения).

За период с 1995 по 2018 гг. первое место по смертности среди всех локализаций злокачественных новообразований (по состоянию на 2010 г. [3, 4]) занимал рак легкого (3280 человек), второе и третье места – рак желудка и колоректальный рак (2290 и 2259 человек). Далее следовали рак молочной железы (1220 человек) и предстательной железы (855 человек). В 2017 г. смертность от рака органов легочной системы вышла на первое место (3112 человек), на втором месте располагался колоректальный рак (2418 человек), на третьем – рак желудка (1860 человек).

Инвалидность, связанная с онкологическим заболеванием, уступает по частоте лишь инвалидности вследствие заболеваний системы кровообращения. В 2018 году этот показатель для злокачественных новообразований составлял 13226 человек, а для

заболеваний системы кровообращения – 23058 человек. Исследование инвалидности от злокачественных новообразований по областям Республики Беларусь показало, что на первом месте находится г. Минск (2399 человек), на втором – Гомельская область (2334 человека). Наименьший показатель инвалидности от онкологической патологии отмечен в Гродненской области (1439 человек). Причем в последние годы (2010-2018 гг.), выявляется увеличение количества человек, имеющих инвалидность от злокачественных новообразований; прирост составил 60,14%.

**Выводы.** В результате проведенных исследований установлена тенденция значительного роста онкологической патологии у населения Республики Беларусь в последние десятилетия. Прирост заболеваемости в значительной мере определен неблагоприятным направлением демографических процессов в Беларуси, связанными с «постарением» населения. Установлено, что заболеваемость злокачественными новообразованиями городского населения значительно выше, чем у сельского. Динамика заболеваемости населения злокачественными новообразованиями по областям Республики Беларусь и г. Минска имеет тенденцию к увеличению. Заболеваемость и смертность мужчин злокачественными новообразованиями всех локализаций в целом была всегда выше, чем женщин. Среди областей Республики Беларусь лидерами по онкологическим заболеваниям в 2018 г. являлись Витебская, Гомельская и Могилевская области.

Показано, что в данный период у нас в стране наблюдался самый стремительный рост злокачественных новообразований (рака кожи, молочной и предстательной желез), а наибольшее количество случаев смертности зарегистрировано от рака легких. Смертность сельского населения из года в год выше, чем у жителей города. Смертность детей (0-17) от онкологической патологии остаётся на одинаковом уровне, с тенденцией к небольшому снижению. Смертность новорожденных от злокачественных заболеваний среди всех причин смерти находится среди последних.

Инвалидность, связанная с заболеванием ЗН, уступает по частоте лишь инвалидности вследствие заболеваний системы кровообращения. Наибольший показатель инвалидности отмечается в г. Минске, а наименьший – в Гродненской области. Особенность этой инвалидности – ее тяжесть и сравнительно низкий процент

реабилитации пациентов. Большая разница в темпах роста онкологической заболеваемости и смертности за 23-летний период (с 1995 по 2018 гг. заболеваемость выросла на 87,3%, а смертность – лишь на 4,2%, и оставалась в течение десятилетия на относительно неизменном уровне), что свидетельствует, во-первых, о значительной результативности оказания медицинской помощи, во-вторых, о явной необходимости снижения уровня и темпов роста заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Беларуси.

Учитывая высокую результативность современной медицинской профилактической работы, необходимо сосредоточить усилия работников здравоохранения на повышении эффективности первичной и вторичной профилактики данной патологии у населения нашей страны.

### Литература

1. Официальный сайт Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minzdrav.gov.by/>. – Дата доступа: 04.03.2020.

2. Антипова, С. И. Гендерные проблемы онкологии в Беларуси / С. И. Антипова, В. В. Антипов, Н. Г. Шебеко // Медицинские новости. – 2013. – № 3. – С. 34–41.

3. Официальный сайт Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 04.03.2020.

4. Официальный сайт Республиканского научно-практического центра медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rnpсmt.belcmt.by/>. – Дата доступа: 28.04.2020.

5. Александрович, А. С. Анализ заболеваемости и смертности населения Республики Беларусь злокачественными новообразованиями / А. С. Александрович, Т. И. Зиматкина // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, 23-24 сентября 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 16–21.

# СТУДЕНЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ КАК ОДНА ИЗ АКТИВНЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ И МЕТОД МОТИВАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ

**Зиматкина Т.И., Смирнова Г.Д.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Современная экологическая составляющая является важным структурным компонентом профессии врача, так как лечение человека, восстановление его здоровья требуют создания благоприятной экологической обстановки в обществе и природной среде. Эти вопросы врач должен решать в высшей степени профессионально: с использованием широких экологических знаний и практических умений определения приоритетов деятельности по защите человека и природной среды; с разработкой мер, направленных на уменьшение вредных воздействий; с построением оптимальных систем мониторинга состояния окружающей природной среды. Позитивная региональная экология является важнейшим фактором, формирующим здоровье нации. Следовательно, профессиональная подготовка врача предполагает его подготовку к борьбе с двумя группами заболеваний, связанных с экологией: экологически обусловленных и экологически зависимых. Повышение мотивации к освоению дисциплины в рамках профессиональных компетенций возможно путем внедрения в учебный процесс активного привлечения студентов в научное общество, что предполагает повышение уровня базовых теоретических знаний и навыков и объясняет междисциплинарную связь со смежными дисциплинами. Одним из важнейших требований современного этапа развития университетской подготовки является развитие учебно-исследовательской деятельности студента, ставшей основой современного обучения студентов вузов [1].

Студенческие научные конференции из известных активных форм обучения в медицинском вузе предоставляют наиболее широкие возможности для развития у обучающихся ключевых и

профессиональных компетенций, так как основную роль в их подготовке играет самостоятельная работа обучающегося, его исследовательские способности. Другими словами – методом мотивации познавательной деятельности студентов при подготовке и проведении конференции является частично поисковый метод с элементами исследования. Исследовательская деятельность студентов в современном вузе достаточно разнообразна по своему содержанию и направлениям, формам и методам. Сообщества объединяют студентов, которые наиболее заинтересованы в своем личностном и профессиональном росте. Безусловно, существование таких объединений повышает качество образования, ведь будущие врачи помимо базового опыта, полученного на занятиях, имеют возможность расширять свои навыки и умения, углублять теоретические знания, а также развивать научный потенциал благодаря активной деятельности в студенческих кружках. В работе студенческого научного общества предполагается участие в конференциях регионального и международного уровней, в профессиональных олимпиадах и других [2, 3].

**Цель.** Изучение отношения молодежи к развитию навыков самостоятельной работы с научной литературой, формированию навыка публичного выступления и пропаганда научно-исследовательских достижений студентов, привлечение общественного внимания к формированию и развитию интеллектуального потенциала.

**Материалы и методы исследования.** Студенты медицинского ВУЗа (100 респондентов 2–3 курсов), принимающих участие в студенческих учебно-методических и научно-практических конференциях, проводимых на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии, начиная с 2015 по 2022 гг. (*ежегодно проводятся конференции 9 учебно-методических и 1 научно-практическая*). Анкетирование проводилось в Интернете с помощью сервиса forms.google.com. (критерий включения: наличие информированного согласия). Результаты обработаны с использованием методов непараметрической статистики с помощью пакета анализа «google forms».

**Результаты.** Методология проведения студенческих научных конференций усиливает активность студентов в учебной деятельности, повышают авторитет конкретных студентов в группе, улучшает позиции студентов или позиции всего коллектива

в изучении того или иного предмета. Для их подготовки используются основные современные формы работы со студентами, которые предусматривают:

- изучение актуальных проблем экологической и радиационной медицины;

- сбор научных материалов по эколого-обусловленным нарушениям здоровья и факторам риска здоровью человека в современных условиях и формированию здорового образа жизни (далее ФЗОЖ);

- изучение основ медицинской статистики;

- изготовление тематического стендового материала, создание видеопрезентаций и малых носителей информации (далее МНА);

- проведение исследований с выполнением экологической диагностики и подготовка работ творческо-поискового характера по определенной научной теме с научным руководителем и оформлением;

- подготовку информационно-обзорно-реферативных сообщений о проведенных современных диагностических, экологических и творческо-поисковых исследованиях;

- подготовку и публикацию тезисов и статей по результатам исследований, доклады и обсуждение результатов работ;

- подготовку научных статей и презентаций, выступления с научными докладами на научно-практических конференциях.

Разработанные материалы по проведению конференций включают план проведения, программу конференции, редактирование стендовых и устных докладов студентов, учебно-исследовательских пособий, научно-исследовательских статей, порядок подведения итогов и награждения. Общее руководство конференцией осуществляет организационный комитет (Оргкомитет). На защиту работы отводится 15 минут (10 минут на защиту работы и 5 минут на вопросы членов жюри и всех присутствующих по теме сообщения). По окончании защиты работ проводится заседание жюри. По каждой работе члены жюри высказывают свое мнение и выставляют баллы по определенным параметрам. Критерии защиты работы для оценки жюри: актуальность и новизна работы, логика изложения, убедительность рассуждения, грамотность изложения

материала и умение ответить на вопросы. На основании голосования и количества набранных участниками баллов определяются победители и призеры конференции в различных номинациях. По итогам конференции лучшие работы награждаются дипломами лауреатов в номинациях: лучшая научно-исследовательская работа, лучшая учебно-исследовательская работа, и сертификаты всем участникам конференции. По результатам проведения конференции оформляется отчет-протокол.

Анкетирование участников студенческих конференций показало следующие результаты: почти 85% студентов оценили свое участие в конференции на «отлично» и 13% – на «хорошо». На конференции 93% студентов участвовали в конкурсе МНИ, 76% – в выступлениях по учебно-исследовательской работе, 84% – в стендовых презентациях по учебно-методической работе. В процессе подготовки к конференции и участия в ней студенты приобрели следующие навыки: 96% – научились делать презентацию научного исследования, 88% – выступать с докладом, 64% – подготавливать стендовые сообщения, и по 57% – работать с литературой и выполнять научную работу. Кроме того, участие в конференции заинтересовало почти 90% студентов в изучении дисциплины «Радиационная и экологическая медицина», а у 5% – вызвало «бурю эмоций». Работу конференции оценили на «отлично» 70% студентов, на «хорошо» – 30%. Основным мотивом участия студентов в конференции было получение новых знаний – в 64% случаев, в 48% – получение дополнительных баллов к дифференцированному зачету, в 10% – новые навыки. То есть у студентов в основном преобладал познавательный мотив. Также у 78% в результате участия в конференции повысился интерес к своей будущей профессии. Подготовка к конференции и участие в ней способствовали изменению взаимоотношений между сокурсниками: 64% студентов сдружились, у 8% – отношения улучшились.

**Выводы.** Таким образом активизация познавательной деятельности студентов медицинского вуза путем применения разных форм и методов способствует повышению уровня знаний при подготовке к докладам и разработке учебно-исследовательских работ при изучении дисциплины «Радиационная и экологическая медицина». Студентами ведется активная исследовательская работа с использованием современных методов и соблюдением принципов

доказательной медицины. Результаты своих научных трудов студенты представляют на конференциях, проводимых в Республике Беларусь и за ее пределами. Анализ динамики проведения конференций на кафедре свидетельствует об устойчивом интересе студентов и их достаточно высокой активности, они способствуют развитию личности студента, их организация и проведение создает такие условия, которые способствуют сближению студентов друг с другом.

### Литература

1. Формирование профессиональной мотивации студента и практика: чтобы процесс был эффективный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mgimo.ru/upload/iblock/64b.pdf>. – Дата доступа: 24.04.2022.

2. Личностно-профессиональное развитие студентов в период обучения в высшем учебном заведении [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.b17.ru/article/100930/>. – Дата доступа 24.04.2022.

3. Зиматкина, Т. И. Современное последипломное образование в медицинском вузе, его особенности и перспективы / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, 23-24 сентября 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 88–92.

## ОСОБЕННОСТИ ИММУННОГО ОТВЕТА У ДЕТЕЙ С РЕЦИДИВИРУЮЩИМИ ИНФЕКЦИЯМИ ЛОР-ОРГАНОВ

**Зыблева С.В., Зыблев С.Л.**

ГУ «Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Введение.** Структура дефектов системы иммунитета у часто болеющих детей, судя по данным литературы, полиморфна и наблюдаются нарушения разных звеньев врожденного и адаптивного иммунитета [1, 2]. В связи с этим выявление этих нарушений

у детей, часто подверженных острым респираторным заболеваниям, относится к числу актуальных проблем. При анализе факторов риска и механизмов формирования нарушений в системе иммунитета трудно выделить один ведущий фактор. Как правило, на организм ребенка влияют несколько факторов и запускаются разные механизмы, вызывающие иммунные нарушения и усиливающие их тяжесть.

**Материалы и методы.** На базе отделения «Иммунопатология и аллергология» ГУ «Республиканский практический центр радиационной медицины и экологии человека» г. Гомель обследовано 25 детей с частыми эпизодами инфекций ЛОР-органов (ОГ): синусит, отит (критерии Альбицкого В.Ю., Баранова А.А., 1986). Средний возраст составил  $3,8 \pm 1,41$  года, мальчиков было 13 (52%), девочек – 12 (48%). Группа контроля (КГ) – 20 детей, эпизодически болеющих не чаще четырех раз за год, средний возраст составил  $3,85 \pm 1,3$  года. В группе контроля мальчиков было 9 (45%), девочек – 11 (55%). Все дети наблюдались в периоде ремиссии по основному и сопутствующим заболеваниям.

Критерии включения детей в группу ЧДБ были следующие: возраст от 2 до 6 лет, пол мужской и женский, часто и длительно болеющие дети (критерии Альбицкого В.Ю., Баранова А.А., 1986), информированное согласие родителей ребенка, отсутствие в течение месяца до обследования острых инфекционных заболеваний и вакцинации. Критерии включения детей контрольную группу были следующие: возраст от 2 до 6 лет, пол мужской и женский, дети, болеющие острыми респираторными инфекциями не более 4 раз в году (по данным анамнеза и формы 112У «История развития ребенка»), информированное согласие родителей ребенка, отсутствие в течение месяца до обследования острых инфекционных заболеваний, отсутствие в течение месяца до обследования вакцинации.

Пациенты исключались из исследования, если принимали иммуномодулирующие лекарственные средства в течение предыдущих 6 месяцев, перенесли острое инфекционное заболевание в течение месяца до обследования, вакцинировались в течение месяца до обследования.

Выполняли определение иммунофенотипа лейкоцитов на основе моноклональных антител (МКАТ) (фирмы «Beckman Coulter»,

Франция) к CD3 (FITC), CD4 (FITC, PE), CD8 (PC-5, PE), CD11A (PE), CD18 (FITC), CD19 (FITC), CD28 (PC-5), CD45 (FITC, PC-5) фирмы «Sigma» LPS (FITC), с использованием проточного цитофлуориметра «PAS» (производства фирмы Partec, Германия) с применением двух- и трехпараметрического анализа согласно инструкции производителя.

Статистическую обработку полученных данных проводили на ПЭВМ-IBM с использованием пакета STATISTICA 6.1 (Stat Soft, GS-35F-5899H). Количественные параметры представлены: виде среднего значения (M) и среднеквадратичного отклонения ( $\sigma$ ); в виде медианы (Me) и интерквартильного размаха (25-й ( $Q_{25}$ ) и 75-й ( $Q_{75}$ )). Были использованы непараметрические методы статистического исследования: критерии Mann-Whitney U-test (для анализа различий в двух независимых группах по количественному признаку). Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы принимали равным и менее 0,05.

**Результаты и обсуждение.** У 20 (80%) детей с рецидивирующими инфекциями ЛОР-органов отмечалось высокое содержание CD3-CD8<sup>+</sup> субпопуляции лимфоцитов (3,8% [2,8%; 4,8%]) по сравнению с контрольной группой (2,65% [1,9%; 4,05%]) ( $z=1,99$ ;  $p_{\text{отн}}=0,047$ ). В литературе CD3-CD8<sup>+</sup> субпопуляции приписываются функции Т-хелпер-3 лимфоцитов, Т-супрессоров, НК-подобную активность. Не исключают также, что эти примитивные (по репертуару Т-клеточного рецептора) клетки способны изменять свой фенотип при изменении цитокинового фона.

Содержание CD3<sup>+</sup>CD8<sup>+</sup>CD28<sup>+</sup> лимфоцитов 29,15% [24,83; 34,35] имело статистически достоверно более высокий уровень у 21 (87,5 %) детей ( $z=2,32$ ;  $p_{\text{отн}}=0,021$ ) по сравнению со здоровыми 23,8% [17,45; 30,8].

По нашим данным уровень относительного количества нейтрофилов, несущих рецепторы адгезии – CD11a<sup>+</sup> 99,70 [99,3; 100,0] у 19 (76 %) детей и CD18<sup>+</sup> 99,7 [99,2; 99,9] у 20 (80 %) детей был значимо выше показателей у детей с рецидивирующими инфекциями ЛОР-органов ( $z=2,39$ ;  $p=0,017$  и  $z=2,75$ ;  $p=0,006$  соответственно) чем в группе здоровых детей (98,75% [97,85; 99,25], 99,15% [98,75; 99,5] соответственно). Относительное количество несущих рецептор к ЛПС В-лимфоцитов (CD19<sup>+</sup>LPS<sup>+</sup>) в группе ЧДБ 0,2%

[0,1;0,4] оказалось сниженным по сравнению с контрольной группой у 17 (70,8%) детей 0,4% [0,25; 0,45] ( $z=-2,13$ ;  $p_{\text{отн}}=0,032$ ).

Таким образом, проведенные исследования демонстрируют, что для состояния ремиссии у детей с частыми инфекциями ЛОР-органов характеризуется значимым ростом  $CD3^+CD8^+CD28^+$  активированных Т-лимфоцитов и увеличением субпопуляции  $CD3^-CD8^+$ . Это свидетельствует о наличии сохраняющейся активации системы иммунитета даже в период клинического благополучия, что может вести к срыву функциональных возможностей системы иммунитета и формированию хронической патологии.

Так же выявлена сниженная липополисахарид-связывающая способность В-лимфоцитов ( $CD19^+LPS^+$ ). Из представленных данных можно сделать вывод о роли рецепторов к липополисахаридам клеточной стенки бактерий в патогенезе формирования риска осложненных клинических форм. Отмечено повышение уровня нейтрофилов, несущих рецепторы адгезии  $CD11a^+$  и  $CD18^+$ , что свидетельствует о наличии сохраняющейся миграционной активности лейкоцитов в ткани (персистенция воспалительного процесса) даже в период клинического благополучия (вне обострения основного заболевания).

Полученные данные говорят о том, что изменения показателей адгезии лейкоцитов у часто и длительно болеющих детей могут свидетельствовать о наличии избыточной активации иммунной системы и сохраняющейся активной миграции лейкоцитов в ткани (персистенция воспалительного процесса) даже в период клинического благополучия и имеют положительную динамику после курса иммунореабилитации. Это может служить критерием формирования группы риска по обострению инфекций ЛОР-органов дыхания в группе ЧДБ и обосновывают необходимость проведения иммунореабилитации и дальнейшего лабораторного мониторинга в данной группе пациентов.

**Выводы.** Для состояния ремиссии у детей с высокой частотой заболевания инфекциями ЛОР-органов характерны разные изменения иммунного статуса.

1. Пациентов с повышенным уровнем  $CD3^+CD8^+CD28^+$  и  $CD3^-CD8^+$  в период клинического благополучия необходимо относить к группе риска формирования хронической патологии.

2. Сниженные показатели CD19<sup>+</sup>LPS<sup>+</sup> у детей с данной патологией указывает на формирование осложненных клинических форм рецидивирующих респираторных инфекций.

3. Повышение уровня активационных процессов, проявляющихся значимым увеличением количества нейтрофилов, экспрессирующих рецепторы адгезии CD11a<sup>+</sup> и CD18<sup>+</sup> свидетельствует о наличии сохраняющейся активации системы иммунитета даже в период клинического благополучия, что может вести к срыву функциональных возможностей системы иммунитета и формированию хронической патологии.

4. Полученные результаты могут быть использованы в практике для диспансерного наблюдения детей с рецидивирующими инфекциями ЛОР-органов.

### Литература

1. Kokoreva, S. P. Faktory, sposobstvuyushchie formirovaniyu kontingenta chasto boleyushchih detej / S. P. Kokoreva, N. T. Kuprina, T. A. Zinchenko. – Vrach. – № 2. – 2008. – P. 33-34.

2. Alonso, J. M. Immunity and pathophysiology of respiratory tract infections / J. M. Alonso. – Med Mal Infect. – Vol. 38, № 8. – 2008. – P. 433-437.

## ОСОБЕННОСТИ ЦИТОКИНОВОГО ПРОФИЛЯ РЕЦИПИЕНТОВ ПОЧЕЧНОГО АЛЛОГРАФТА В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ

**Зыблева С.В., Зыблев С.Л.**

ГУ «Республиканский научно-практический центр  
радиационной медицины и экологии человека»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Введение.** После стимуляции иммунной системы развивается реакция, в которой преобладает гуморальный или клеточно-опосредованный иммунный ответ [1]. В данном процессе цитокины, играющие определяющую роль, можно классифицировать на две основные группы: цитокины Th1-типа (IL-2, IFN- $\gamma$ , TNF- $\alpha$ ),

опосредующие клеточный иммунный ответ, и цитокины Th2-типа (IL-4, IL-5, IL-6, IL-10), опосредующие гуморальный иммунный ответ [2].

По этой причине лабораторная оценка цитокинов представляет значимый практический интерес, поскольку эти белки широко используются в качестве биомаркеров для понимания и прогнозирования прогрессирования заболевания и мониторинга эффектов лечения [3].

**Цель исследования.** Оценить цитокиновый профиль сыворотки крови реципиентов почечного аллографта в раннем послеоперационном периоде.

**Материал и методы исследования.** Был проведен сравнительный анализ содержания цитокинов в периферической крови 41 пациента с хронической болезнью почек, которым выполнена трансплантация почки в ГУ «Республиканский практический центр радиационной медицины и экологии человека» г. Гомель. Определяли уровень интерлейкина 1 $\beta$ , 2, 6, 8 до трансплантации (РПТ0), через 24 часа (РПТ1) и через 3-е суток (РПТ3) после трансплантации с помощью автоматического иммуноферментного анализатора BRIO (Seac «REDIM GROOP», Италия) использованием реагентов «Интерлейкин-2-ИФА-БЕСТ», «Интерлейкин-6-ИФА-БЕСТ», «Интерлейкин-8-ИФА-БЕСТ», «Интерлейкин-1 $\beta$ -ИФА-БЕСТ» «Вектор-Бест» (РФ).

Статистическую обработку полученных данных проводили на ПЭВМ-IBM с использованием пакета STATISTICA 6.1 (Stat Soft, GS-35F-5899H). Для статистической обработки результатов исследования использовался метод числовых характеристик (Mann-Whitney U Test) с оценкой распределения переменных. Описательная статистика качественных признаков представлена абсолютными и относительными частотами, а количественных признаков – в формате: среднее (доверительный интервал) – M [Confidence -95%; +95%] и медиана (интерквартильный размах) – Me [Q25; Q75]. В качестве группы сравнения (ГС) участвовало 15 здоровых добровольцев.

**Результаты исследования и обсуждение.** Трансплантация почки сопровождается активацией множества провоспалительных цитокинов у пациентов (увеличение практически в 4 раза), что может быть обусловлено активацией множества транскрипционных

факторов, таких как NF-κβ, белка теплового шока, гипоксия-индуцируемого фактора в результате ишемического повреждения почки [4]. Нами выявлен значимый рост уровня ИЛ-2 уже через 24 часа после трансплантации с 0,87 пг/мл [0,22;1,52] до 3,91 пг/мл [2,83; 5,22] с некоторым снижением к 3-м суткам 2,06 пг/мл [1,41; 3,91] ( $p=0,003$ ,  $p=0,049$ ), однако показатель оставался выше относительно концентрации в группе сравнения 0,87 пг/мл [0,70;1,52]. По нашим данным отмечен значимый рост уровня ИЛ-6 по сравнению с контролем с 4,83 пг/мл [3,45;20,64] до 14,71 пг/мл [9,32; 19,74] уже через 24 часа после ренальной аллотрансплантации, повышенная концентрация которого сохранялась на протяжении 3-х суток 7,94 пг/мл [4,09;12,44] относительно ГС 3,77 пг/мл [2,18; 6,44] ( $p<0,0001$  и  $p=0,044$ ) несмотря на некоторое ее снижение.

В отношении показателей уровня ИЛ-1β нами не было выявлено значимых различий у реципиентов почечного трансплантата (РПТ0 6,18 пг/мл [4,51; 6,60], РПТ1 4,12 пг/мл [2,57; 5,36], РПТ3 6,65 пг/мл [5,95;8,06] относительно группы сравнения 4,81 [3,12; 6,30] в первые трое суток послеоперационного периода ( $p>0,05$ ). Однако отмечена тенденция к росту концентрации данного цитокина к 3-м суткам после трансплантации.

При динамическом исследовании уровня ИЛ-8 было выявлено статистически достоверное преобладание данного цитокина у реципиентов почечного трансплантата по сравнению с контролем 6,48 пг/мл [4,58; 6,98] только в первые сутки послеоперационного периода (РПТ0 5,13 пг/мл [3,14;5,77], РПТ2 19,64 пг/мл [10,89; 30,17], РПТ3 16,63 пг/мл [6,98;18,51] ( $p=0,046$ ).

**Выводы.** Выявленные особенности динамики цитокинов в раннем посттрансплантационном периоде отражает активацию системных иммунологических процесса в организме реципиента почечного аллографта.

В связи с этим изучение профиля ИЛ- 1β, 2, 6, 8 и факторов, влияющих на их концентрацию перспективны для понимания и прогнозирования течения посттрансплантационного периода с целью улучшения результатов почечной аллотрансплантации.

### Литература

1. Morris, P. J. Kidney transplantation : principles and practice / P. J. Morris, S. J. Knechtle ; edited by P. J. Morris, S. J. Knechtle. – 6th ed. Philadelphia : Saunders Elsevier, 2013. – 880 p.

2. Kucuksezer, U. C. Influence of Innate Immunity on Immune Tolerance / U. C. Kucuksezer [et al.]. – Acta medica academica, 2020. – № 49. – P. 164–180.

3. Stenken, J. A. Bioanalytical chemistry of cytokines – A review / J. A. Stenken, A. J. Poschenrieder. – Analytica chimica acta, 2015. – Vol. 853. – P. 95–115.

4. Ватазин, А. В. Профиль интерлейкина-6 в раннем послеоперационном периоде после трансплантации почки / А. В. Ватазин [и др.]. – Вестник трансплантологии и искусственных органов, 2013. – Т. 15, № 1. – С. 51–59.

## **ОЦЕНКА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕРОЯТНОСТИ РАЗВИТИЯ РАННЕЙ ДИСФУНКЦИИ ПОЧЕЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА**

**Зыблев С.Л.<sup>1</sup>, Зыблева С.В.<sup>1</sup>, Петренко Т.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной  
медицины и экологии человека»,

<sup>2</sup>ГУ «Гомельская областная клиническая больница»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Введение.** До настоящего времени нет единого подхода в диагностике нарушений баланса про-антиоксидантного состояния организма при ишемически-реперфузионном повреждении, а также о способах определения тяжести ишемически-реперфузионной травмы в посттрансплантационном периоде. Как известно, уменьшение тяжести реперфузионной травмы приводит к подавлению избыточной экспрессии трансплантационных антигенов, молекул адгезии, провоспалительных цитокинов и, как итог, снижению иммуногенности трансплантата [1]. В связи с многокомпонентностью редокс-системы, определение отдельных ее показателей не дает представление о том, несут ли выявленные изменения компенсаторный характер или отражают развитие окислительного стресса, то есть оценить идет ли речь о балансе или о дисбалансе [2, 3].

В связи с этим особое значение принадлежит совершенствованию методов оценки состояния баланса про/антиоксидантной системы организма, реагирующей на включение ишемизированного донорского органа в кровоток реципиента. К интенсивно разрабатываемым способам контроля за состоянием реактивности организма относится хемилюминесцентный метод определения про/антиоксидантного баланса крови.

**Цель.** Определить вероятности развития дисфункции почечного трансплантата у пациентов с хронической болезнью почек при органной трансплантации на основании оценки суммарной антиоксидантной емкости плазмы.

**Материалы и методы.** Лабораторные исследования проводились на базе лаборатории клеточных технологий ГУ «Республиканский научно-практический центр радиационной медицины и экологии человека». Оценка про/антиоксидантного баланса проводилась по степени гашения интенсивности свечения ( $I_{\max}$ ) люминолзависимой хемилюминесценции (ЛЗХЛ) плазмы крови.

Был проведен анализ интенсивности свечения ЛЗХЛ в плазме крови 47 пациентов с терминальной стадией хронической болезни почек, проходящих лечение в ГУ «РНПЦ РМиЭЧ», в динамике до и на через 24 часа после трансплантации. Все пациенты были разделены на две группы с замедленной (ДФТ) и немедленной (ПФТ) функцией трансплантата почки. Критерии ДФТ почки – концентрация креатинина в крови более 300 мкмоль/л на 7-й день после операции и/или потребность в одном и более сеансах диализа в послеоперационном периоде. ПФТ почки характеризуется выделением мочи с первого дня после операции, с уровнем креатинина крови на 7-е сутки менее 300 мкмоль/мл.

Определение про/антиоксидантного баланса плазмы крови реципиентов проводили методом люминолзависимой хемилюминесценции (ЛЗХЛ) на флюориометре/спектрофотометре. Для расчетов результатов исследования ежедневно параллельно с опытными пробами проводили контроль. В качестве контроля используют смесь из 1мл трис-буфера (рН=8,8), 0,1мл 25 ммоль/л раствора сернокислого железа, 0,1мл 0,1% раствора люминола и 0,1 мл физиологического раствора. Инициацию ЛЗХЛ вызывают добавлением в кювету 0,1мл 3% раствора перекиси водорода, после чего в течение 5 минут производят регистрацию ЛЗХЛ.

Весь процесс регистрации ЛЗХЛ и обработка результатов проводятся автоматически, что повышает точность и объективность полученной информации. Полученные данные были обработаны в соответствии с прикладным к прибору пакетом программ и были зафиксированы в цифрах и графически. Затем рассчитали основной показатель ЛЗХЛ интенсивность вспышки ( $I_{max}$ ) по формуле:

$$((I_{maxk}-I_{maxo})/I_{maxk})\times 100\%,$$

где  $I_{maxk}$  – интенсивность свечения ЛЗХЛ контрольной смеси;

$I_{maxo}$  – интенсивность свечения ЛЗХЛ исследуемого материала.

Для статистической обработки результатов использован пакет прикладных программ Statistica for Windows 6.1. Результат представляли в виде медианы ( $Me$ ) и интерквартильного интервала (25;75%). Для сравнения двух зависимых групп использовали критерий Вилкоксона. Для оценки клинической информативности показателей ЛЗХЛ применяли метод логистической регрессии. Оценку предсказательной ценности предикторов (маркеров) и выбор их пороговых значений проводили с применением ROC – кривых в программе SPSS 13.0.

**Результаты и обсуждение.** Уровень про/антиоксидантного баланса плазмы крови ( $I_{max}$ ) до операции по пересадке почки у пациентов с ДФТ 47,1 [40,1; 51,5] не отличался от реципиентов с ПФТ 49,3 [46,1; 54,5]. Уже через 24 часа после пересадки почки произошло значимое снижения уровня баланса про/антиоксидантов плазмы крови у обеих групп обследованных: ДФТ 7,9 [4,7; 15,4] и ПФТ 14,8 [11,5; 43,1] ( $p=0,022$ ,  $z=2,2913$  и  $p=0,031$ ,  $z=2,4913$ ). На седьмые сутки выявлено, что 17 пациентов имели дисфункцию трансплантата, а 30 – первичную функцию трансплантата. В группе пациентов с ДФТ уровень баланса про/антиоксидантов в плазме крови в первые сутки после трансплантации был ниже, чем до операции ( $p=0,004$ ,  $z=2,9028$ ). В группе пациентов с ПФТ в посттрансплантационном периоде (через 24 часа) уровень  $I_{max}$  был ниже, чем до операции ( $p=0,004$ ,  $z=2,9028$ ), но выше чем в группе ДФТ ( $p=0,004$ ,  $z=2,9028$ ).

Снижение интенсивности ЛЗХЛ ( $I_{\max}$ ) обусловлено активацией процессов свободнорадикального окисления и развитием недостаточности компонентов антиоксидантной защиты организма, что характеризует развитие окислительного стресса, в связи с увеличением в крови недоокисленных продуктов метаболизма, накопившихся в ишемизированном донорском органе. Реперфузия которого активирует каскад свободнорадикальных процессов, требующих от организма реципиента определенного уровня и активности системы антиоксидантной защиты.

Учитывая наличие различий по параметрам ЛЗХЛ плазмы крови пациентов после трансплантации почки, мы проанализировали возможность использования этого показателя для оценки функционального состояния аллотрансплантата. Использованы параметры 17 пациентов с замедленной функцией трансплантата и 30 пациентов с ПФТ. Выбор наиболее информативных параметров проведен путем логистического регрессионного анализа.

Было составлено уравнение логистической регрессии, с помощью которого можно рассчитать вероятность развития дисфункции почечного трансплантата при трансплантации с учетом показателя  $I_{\max}$ :

$$P=1/(1+\text{Exp}(-1,44+0,078*X)),$$

где  $X$  – уровень  $I_{\max}$  сыворотки крови;

$P$  – вероятность развития дисфункция почечного трансплантата у пациентов с хронической болезнью почек при органной трансплантации.

Согласно экспертной шкале значений площади под ROC – кривой следует, что наибольшую ценность и отличное качество как показатель функционального состояния аллотрансплантата имеет  $I_{\max}$  плазмы  $AUC=0,812$  ДИ (-95%)=0,726 и ДИ (+95%)=0,948, что также соответствует высокому качеству оценки.

Для определения прогностической значимости и пороговых значений интенсивности свечения ЛЗХЛ оптимальным пороговым значением для показателя  $I_{\max}$  плазмы крови было 12,6% (диагностическая эффективность предложенного метода оценки функционального состояния почечного трансплантата составляет 81%; клиническая чувствительность – 72%, клиническая специфичность – 85%).

При значении интенсивности вспышки ЛЗХЛ плазмы крови ( $I_{\max}$ ) равном или более 12,6% определяют, как повышенную (благоприятную) суммарная антиоксидантная емкость плазмы, а при значении интенсивности вспышки плазмы крови ( $I_{\max}$ ) менее 12,6% риск развития окислительного стресса и, как следствие, дисфункции почечного трансплантата.

Разработанный метод основан на сравнении интенсивности ЛЗХЛ радикал-образующей системы в отсутствие и в присутствии биологического материала. Степень угнетения свечения в присутствии биологического материала зависит как от исходного уровня процессов СРО, так и от совокупной активности антиоксидантных систем, поэтому позволяет произвести интегральную оценку состояния и стабильности про/антиоксидантного баланса. Все ингредиенты модельной системы, генерирующей активные формы кислорода, в данной методике доступны для клинко-диагностической лаборатории.

Таким образом, дисфункция трансплантата – важный фактор, определяющий краткосрочную и долгосрочную выживаемость трансплантата, следовательно, разработка методик наиболее ранней «неинвазивной» диагностики данного состояния имеет высокую научно-практическую значимость.

**Выводы.** Исходя из вышесказанного, разработанный метод определения вероятности развития дисфункции ренального аллотрансплантата расширяет диагностические возможности раннего определения риска развития окислительного стресса и, как следствие, дисфункции почечного трансплантата.

### Литература

1. Ватазин, А. В. Патогенетические механизмы развития ишемически-реперфузионного повреждения почки как перспективные мишени специфической терапии / А. В. Ватазин [и др.]. – Вестник трансплантологии и искусственных органов, 2015. – № 1. – С. 147–156.

2. Владимиров, Ю. А. Свободные радикалы и клеточная хемилюминесценция / Ю. А. Владимиров, Е. В. Проскурина. – Успехи биологической химии, 2009. – № 49. – С. 341–388.

3. Колесников, В. А. Прогнозирование развития осложнений после трансплантации почки с помощью мониторинга редокс-потенциала плазмы крови / В. А. Колесников [и др.]. – Современные технологии в медицине, 2015. – Т. 7, № 4. – С. 84–90.

# РАСТИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИФЕНОЛЫ И ИХ КОМПЛЕКСЫ ВОССТАНАВЛИВАЮТ УЛЬТРАСТРУКТУРУ МИТОХОНДРИЙ И КЛЕТОК ПЕЧЕНИ ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ СТРЕССЕ

Ильич Т.В., Коваленя Т.А., Лапшина Е.А.,  
Заводник И.Б., Нефедов Л.И.

УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Сохранение здоровья нации – одно из приоритетных направлений экологической медицины. В последнее время при изучении биокорректоров и биорегуляторов природного происхождения большое внимание уделяется полифенолам растений – биологически активным веществам, содержащимся во фруктах, овощах, чае, кофе, красном вине и обладающим антиоксидантным, противовирусным, антимуtagenным, противоопухолевым и противовоспалительным действиями. Молекулы полифенолов состоят из нескольких бензольных колец и содержат несколько (ОН) и/или (С=О)-групп [1]. Природные полифенолы – это флавоноиды, полигидроксикислоты, дубильные вещества и лигнаны. Представляют собой вторичные метаболиты растений, которые не синтезируются в организме животных, обладают разнообразной химической структурой и фармакологической активностью и представляют собой важнейший компонент диеты, в первую очередь как прямые и непрямые антиоксиданты. Обнаруженные свойства полифенолов как регуляторов многочисленных клеточных сигнальных каскадов представляют значительный интерес. Обычно антиоксидантную активность флавоноидов связывают со структурой молекул. Однако в дополнение к прямому антиоксидантному свойству по удалению свободных радикалов, флавоноиды обладают способностью индуцировать эндогенную антиоксидантную систему. Классический антиоксидантный эффект флавоноидов обусловлен их гидроксильными заместителями (ОН), которые обладают высокой реакционной активностью в отношении АФК (активных форм кислорода). В целом, антиоксидантная способность

данной молекулы увеличивается в зависимости от количества ОН-групп в молекуле.

Важной характеристикой полифенолов является их чрезвычайно низкая растворимость в воде, что приводит к снижению биодоступности и значительно уменьшает положительные терапевтические эффекты. Для увеличения биодоступности, снижения токсичности, повышения стабильности и предотвращения разрушения разрабатываются различные транспортные системы: липосомы, мицеллы, квантовые точки, наногели, дендримеры. Конструкция наноструктурированных носителей для доставки лекарств, инкапсулированных или конъюгированных молекул, улучшает фармакокинетику, специфичность действия лекарств и снижает их побочные эффекты. В качестве наиболее перспективных инкапсулирующих полисахаридов рассматриваются циклодекстрины, которые широко используются при разработке методов адресной доставки лекарственных средств к органам и клеткам-мишеням.

По статистике ВОЗ около 30% населения Земли страдает от заболеваний печени. При этом печень служит центральным органом, ответственным за метаболизм лекарственных средств и токсичных веществ, являясь основным органом-мишенью действия различных экзогенных токсинов: алкоголь, органические растворители, тяжелые металлы, наркотические вещества. Основными патогенетическими механизмами, ответственными за токсическое повреждение печени, являются окислительный стресс, воспаление, дисфункции цитохрома P450 и митохондрий, в связи с чем, применение полифенолов для коррекции повреждений печени является оправданным.

**Цель.** Выяснить цитопротекторные свойства различных полифенолов и их комплексов с 2-гидроксипропил- $\beta$ -циклодекстрином (HP- $\beta$ -CD) в условиях окислительного стресса *in vitro*.

**Материалы и методы исследования.** В изолированных митохондриях печени крыс окислительный стресс индуцировали, инкубируя органеллы с окислителем *трет*-бутилгидропероксидом (tBHP). 100 мМ раствор tBHP в буфере PBS готовили в день эксперимента. Митохондрии выделяли, используя метод дифференциального центрифугирования [2]. Концентрацию белка определяли методом Лоури [3]. Для оценки ультраструктуры митохондрий

использовали метод электронной микроскопии суспензии митохондрий с концентрацией белка 10–12 мг/мл. Активность фермента  $\alpha$ -кетоглутаратдегидрогеназы измеряли спектрофотометрически по скорости восстановления НАД<sup>+</sup> при длине волны 340 нм,  $\epsilon = 6200 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$  [4]. Активность сукцинатдегидрогеназы (SDH) определяли спектрофотометрически при длине волны 610 нм по скорости восстановления 2,6-дихлорофенолиндофенола (концентрация белка 50 мкг/см<sup>3</sup>) в смеси (0,1 М) КН<sub>2</sub>РО<sub>4</sub>, (25 мМ) сукцинат натрия, (0,5 мМ) феназинметасульфат, (0,05 мМ) 2,6-дихлорофенолиндофенол, (2,5 мМ) азид натрия, рН 7,4, температура 25 °С [4]. Достоверность различий оценивали с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с использованием критерия Тьюки.

**Результаты и их обсуждение.** В данном исследовании мы оценили изменения ультраструктуры изолированных митохондрий печени крыс, подвергнутых окислительному воздействию tВНР (1 мМ) *in vitro*, и протекторный потенциал экстракта полифенолов кожуры плодов клюквы (25 мкг/мл) при окислительном воздействии. Профили митохондрий, полученные от контрольных животных, отличались различными размерами, преимущественно округлой формой, матриксом умеренной электронной плотности и отчетливыми, неупорядоченно расположенными кристами. При этом кристы были не расширены и несколько укорочены. Подобная ультраструктура митохондрий соответствует их оптимальному энергетическому и биосинтетическому состоянию.

При моделировании окислительного стресса tВНР (1 мМ) визуально наблюдали значительную гетерогенность митохондрий по размерам: часть органелл характеризовалась набухшим матриксом, и они были крупнее основной популяции митохондрий, часть отличалась меньшими размерами и несколько более электронно-плотным матриксом. Существенно возрастало число измененных митохондрий, отличающихся электронно-светлым, набухшим матриксом, редуцированными и укороченными кристами. Морфометрический анализ внутренней структуры митохондрий показал, что воздействие tВНР (1 мМ) на 22% уменьшает среднее количество крист и суммарную длину крист в одной органелле.

Комплекс полифенолов клюквы (25 мкг/мл) оказал выраженный протекторный эффект при моделировании окислительного

стресса tBHP (1 мМ). При воздействии окислителем в присутствии полифенолов большинство органелл отличались округлой формой, матриксом умеренной электронной плотности и отчетливыми, неупорядоченно расположенными кристами.

Также в нашей работе мы оценили активность ферментов ЦТК сукцинатдегидрогеназы и  $\alpha$ -кетоглутаратдегидрогеназы в присутствии полифенолов кверцетина, нарингенина, в большом количестве содержащихся в экстракте полифенолов кожуры плодов клюквы, и их комплексов с НР- $\beta$ -CD в нормальных условиях и в условиях моделирования окислительного стресса tBHP (1 мМ). Внесение в суспензию митохондрий tBHP (1 мМ) (преинкубация 2 мин) снижает активность матричного фермента ЦТК  $\alpha$ -кетоглутаратдегидрогеназы на 75% по сравнению с контрольными митохондриями. Предварительное добавление флавоноидов нарингенина и кверцетина (50 мкМ) восстанавливают активность фермента в 3 раза по сравнению с митохондриями в присутствии только tBHP.

Предварительное внесение в суспензию митохондрий комплексов включения нарингенин-НР- $\beta$ -CD и кверцетин-НР- $\beta$ -CD (50 мкМ) восстанавливают активность фермента до контрольных значений. Комплексы флавоноидов с НР- $\beta$ -CD оказали более выраженный протекторный эффект по сравнению с флавоноидами, что, вероятно, связано с более высокой гидрофильностью комплекса.

Активность SDH оценили в присутствии кверцетина и нарингенина. Оба флавоноида (10 мкМ) при инкубации 2 минуты увеличивают активность SDH по сравнению с контролем. Внесение в суспензию митохондрий комплексов флавоноидов с НР- $\beta$ -CD (10 мкМ) не изменяло активность SDH по сравнению с контролем, что, вероятно, связано с высокой гидрофильностью комплексов включения флавоноидов с НР- $\beta$ -CD по сравнению с чистыми полифенолами.

Флавоноид нарингенин, а также комплекс нарингенин-НР- $\beta$ -CD в ряде экспериментов продемонстрировали эффекты, аналогичные кверцетину и его комплексу с НР- $\beta$ -CD.

Дисфункция митохондрий гепатоцитов, которая связана с повышенной продукцией АФК, дисгомеостазом кальция, истощением GSH, нарушением синтеза АТФ и образованием МРТР, является одной из основных причин хронических поражений печени.

Моделирование окислительного стресса путем воздействия tВНР на суспензию митохондрий *in vitro* приводило к значительным изменениям в органеллах, увеличивая количество поврежденных митохондрий с электронно-светлым набухшим матриксом и уменьшением крист, которые характеризуются сниженным биоэнергетическим и биосинтетическим потенциалом. Защитный эффект полифенолов клюквы проявлялся в поддержании нативного состояния в основной массе митохондриальной популяции и может быть связан с антиоксидантными свойствами растительного экстракта. В то же время наблюдалось определенное количество измененных органелл. Можно предположить, что известный гепатопротекторный эффект полифенолов может быть связан с радикал-скэвенджерными свойствами и специфическим нивелированием митохондриальных повреждений, обусловленных токсическим действием окислителя.

**Выводы.** Полифенолы плодов клюквы (25 мкг/мл) предотвращают повреждение ультраструктуры митохондрий при окислительном воздействии tВНР (1 мкМ) *in vitro*: снижают количество митохондрий с электронно-светлым набухшим матриксом и увеличивают количество крист. Полифенолы и их комплексы с НР-β-CD (10–50 мкМ) дозозависимо ингибировали окисление ферментов ЦТК. Включение полифенолов в комплекс с НР-β-CD более резко увеличивало антиоксидантную активность кверцетина/нарингенина в матриксе митохондрий по сравнению с липидной фазой.

### Литература

1. Manach, C. Polyphenols : food sources and bioavailability / C. Manach [et al.]. – The American J. of Clinic. Nutr, 2004. – Vol. 79, № 5. – P. 727–747.
2. Johnson, D. Isolation of liver and kidney mitochondria / D. Johnson, H. A. Lardy. – Meth. Enzymol, 1967. – Vol. 10. – P. 94–101.
3. Lowry, O. H. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O. H. Lowry [et al.]. – J. Biol. Chem, 1951. – Vol. 193. – P. 265-275.
4. Nulton-Persson, A. C. Modulation of mitochondrial function by hydrogen peroxide / A. C. Nulton-Persson, L. I. Szveda. – J. Biol. Chem, 2001. – Vol. 276, № 26. – P. 23357–23361.

# О МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

**Кохан Н.В., Зиматкина Т.И.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** В ночь на 26 апреля 1986 года на четвертом энергоблоке Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС), произошла крупнейшая в истории мировой атомной энергетики авария. Взрывы, разрушившие корпус реактора ЧАЭС, и последовавший за ними пожар, начавшийся 26 апреля 1986 года и продолжавшийся 10 дней, привели к беспрецедентному выбросу радиоактивных материалов в окружающую среду. Чернобыльская катастрофа оказала воздействие на все сферы жизнедеятельности человека – производство, здравоохранение, культуру, науку, образование и экономику [1].

Авария привела к долговременным изменениям в жизни людей, проживавших в загрязненных районах, поскольку меры по снижению уровней облучения включали переселение, изменения в поставках продовольствия и ограничения в повседневной деятельности отдельных лиц и целых семей. Эти события сопровождались большими экономическими, социальными и политическими переменами в затронутых аварией странах, вызванными распадом Советского Союза [2]. Таким образом, психологические последствия обусловлены не только радиофобией (боязнь радиации), но и многочисленными сопровождающими аварию социальными факторами.

В докладе Чернобыльского форума подчеркивается, что «наиболее серьезной проблемой общественного здравоохранения, вызванной аварией, на сегодняшний день представляются ее последствия для психического здоровья» [3, 4]. Постоянная тревога и беспокойство нарушают здоровье и благополучие родных и близких, психологический дискомфорт и расстройства психики негативно сказываются на общественное и индивидуальное здоровье и представляют серьезную и актуальную проблему здравоохранения,

так как значительная часть населения продолжает проживать на территориях с разным уровнем радиационного загрязнения.

**Цель.** Изучение и анализ аварии на ЧАЭС и её последствий как возможных факторов нарушения психического здоровья населения.

**Материалы и методы исследования.** В работе использовали аналитический и сравнительный методы исследований для изучения и систематизации представленных на бумажных носителях и электронных источниках данных о аварии на ЧАЭС и её последствиях для здоровья пострадавшего населения.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что уровни беспокойности среди групп, подвергшихся облучению лиц, были в два раза выше, чем в контрольных группах, и что они были склонны в 3-4 раза чаще сообщать о возникновении многочисленных необъяснимых физических симптомов и о субъективном неудовлетворительном состоянии здоровья, чем лица из контрольных групп, не подвергшихся облучению. Психологические последствия, выявленные среди групп лиц, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, сходны с последствиями у лиц, переживших атомную бомбардировку или лиц, постоянно проживающих вблизи места аварии на АЭС «Три-Майл-Айленд».

Вполне естественно, что люди, проживающие на загрязненных территориях, опасались, что полученные ими дозы облучения могут впоследствии ухудшить состояние здоровья. Эта тревога усугублялась существовавшим непосредственно после аварии недостатком информации. Другая возникшая психологическая проблема была связана с эвакуацией жителей из загрязненных районов. Процесс эвакуации из родных мест часто вызывает у людей состояние глубокого стресса, поскольку они не обладают всей информацией о происходящем, оказываются в условиях разрушения коммунальной инфраструктуры и социальных взаимосвязей, неопределенности относительно дальнейшего места жительства и работы. Даже когда переселенцам компенсировали убытки, предлагали бесплатное жилье и выбор места проживания, многие считали этот процесс глубоко несправедливым. Разветвленная система пособий для «чернобыльцев» привела к возникновению надежд на долгосрочную прямую финансовую поддержку и привилегии, и подорвала способность отдельных людей и сообществ

решать собственные экономические и социальные проблемы. Культура зависимости – основное препятствие для самостоятельности людей.

Жителей менее загрязненных районов не эвакуировали, но для снижения уровней радиационного воздействия в их повседневную жизнь были введены многочисленные ограничения, особенно касающиеся пищевых продуктов и воды. Напряженная ситуация у многих людей обусловила состояние сильного стресса, который наряду с постоянным страхом ухудшения здоровья в результате радиоактивного выброса привел к возросшему числу нарушений здоровья. Следует также отметить, что после аварии безлюдные города и населенные пункты стали основной целью мародеров и люди, которые решились остаться в родных местах, находились в страхе за свою жизнь.

Особую группу риска представляют собой более 500 тысяч участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС разных лет, облученных в различном диапазоне доз («ликвидаторов»). Рост заболеваемости психическими и психосоматическими расстройствами у этой популяции обусловлен комплексом неблагоприятных факторов. Данные факторы имели несколько составляющих, различавшихся по содержанию и времени действия. В первую очередь психотравмирующим действием обладал сам факт аварии и ее последствий: картины горения разрушенного реактора, «вымершего города», «опустевших» населенных пунктов и «беспризорность» домашних животных. Это вызывало у ликвидаторов ощущение «заброшенности и обреченности». В последующем у них появлялись опасения за свое здоровье и способность иметь детей. Психотравмирующим эффектом обладали и субъективные неприятные ощущения, вызванные реакцией на действие радиации. Внезапные выезды в очаг радиоактивного заражения для ликвидации аварийных ситуаций и невозможность отказаться от них из-за боязни предстать в глазах сослуживцев, родственников и руководителей в качестве «трусов, паникеров и дезертиров» также являлись весьма значимыми психотравмирующими факторами. В целом психотравмирующие переживания имели как внешнее, так и внутреннее происхождение и зачастую взаимно усиливали действие друг друга.

Полученные данные свидетельствуют о том, что у части ликвидаторов, получавших «малые» дозы радиации, в последующем развивалась радиационная психическая травма, клинически проявлявшаяся различными вариантами и формами дезорганизации сознания.

Радиационной психической травмой следует считать такие состояния психической деятельности, которые возникают под влиянием радиационного фактора аварии, проявляются различными клиническими вариантами и формами дезорганизации сознания и приводят к утрате трудоспособности. Установлено, что патогенез радиационной психической травмы включал 3 этапа ее формирования. Начальный этап соответствовал периоду воздействия на ликвидаторов комплекса экстремальных факторов аварии, которые вызывали нарушения психического и соматического равновесия организма. На 2-м этапе эффектов влияния «малых» доз радиации «эндогенный генератор» свободнорадикального окисления наводнял организм продуктами аутоинтоксикации (эндогенная токсемия). И на 3-м этапе - возникала дезинтеграция нервно-психической деятельности или собственно радиационная психическая травма, под влиянием общемозгового фактора развивалась пароксизмальная энергетическая процессом авто каталитической мозга одновременно с сознания. В периоде дезорганизации сознания у недостаточно дезорганизации пострадавших возникали клинически распознаваемые расстройства внимания и координации движений, восприятие становилось фрагментарным, ухудшалась память, утрачивалась трудоспособность.

При отсутствии этиопатогенетического лечения психические расстройства у облученных «малыми» дозами радиации закономерно переходили от донозологических к неврозоподобным, от последних к психоорганическим. В связи с этим через 3,5-4,0 года после аварии отрицательная динамика психической деятельности у ликвидаторов приводила к трансформации расстройств в клинические формы РПБ. В этот период клинические проявления психических расстройств приобретали более выраженный и стойкий характер. Появлялись и прогрессировали изменения личности и психосенсорные расстройства, нарастала тяжесть психосоматических и мнестических расстройств, формировались

пароксизмальные расстройства сознания (синкопальные состояния) с склонностью к судорожным проявлениям.

Во всех случаях, когда речь идет о человеке, лично подвергшемся неконтролируемому радиационному воздействию или заведомо участвовавшем в радиационном инциденте, у которого были диагностированы психические расстройства, речь идет именно о рассмотрении вопроса о нанесении вреда здоровью, а не о моральном вреде.

Вторичные психогении, источником которых являются переживания, связанные с радиационным воздействием на значимых других (родные, друзья, сослуживцы и т. п.) или общество в целом, при отсутствии факта или потенциальной угрозы воздействия ионизирующего излучения на конкретного «переживающего» индивида следует относить к категории морального вреда вследствие события радиационного инцидента, даже если при этом развилось тяжелое психическое расстройство.

Таким образом, одним из критериев дифференциации вреда здоровью является подтвержденный факт воздействия повышенного уровня ионизирующей радиации на индивида или высокая вероятность такого воздействия (например, участие в аварийных работах после радиационного инцидента, пребывание на загрязненной местности после аварии с включением радиационного фактора и т. п.). Наличие или отсутствие измеренной, или реконструированной дозы принципиального значения в данном случае не имеет. К вреду здоровью следует относить и психогенные психические расстройства в том случае, если психологическое воздействие (например, информация об имевшем место радиационном воздействии) значительно отставало во времени от момента воздействия физического фактора, например, на десятилетия.

Массовый социально-радиоэкологический стресс порождает несколько видов адаптационных синдромов: повышенную соматизацию тревожных ожиданий («бегство в болезнь»); обесценивание потребностей (социально-психологическая апатия); фиксацию на неприятных травмирующих переживаниях (крайний ее случай – синдром безысходности).

Психотравмирующие факторы аварии в сочетании с эндогенной токсемией продуктами перекисного окисления липидов, действием радионуклидов, радиотоксинов и токсических соединений

неядерной природы являлись возможными факторами нарушения психического здоровья и формирования психосоматических расстройств у населения в отдаленном периоде аварии.

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенного нами изучения, анализа и систематизации представленных в литературных источниках данных установлено, что чернобыльская авария и её последствия являются причинами различных социально-радиоэкологических стрессовых ситуаций и негативно отразились на психическом здоровье значительной части населения.

Установлено, что обследования граждан после аварии свидетельствуют о широком распространении среди пострадавшего населения психологического стресса. Проявлениями его были головные боли, чувство тяжести в груди, расстройства пищеварения, бессонница, раздражительность, неспособность концентрации внимания, злоупотребление спиртными напитками и т. д.

Так же отмечалось снижение уровня психической адаптации, вызванное неуверенностью в себе, неустойчивой самооценкой и пессимистической оценкой будущего.

Выявлена также тенденция к повышенной истощаемости нервной системы, снижению работоспособности, ослаблению концентрации и устойчивости внимания.

### **Литература**

1. Авария на Чернобыльской АЭС и ее последствия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ria.ru/20130426/934551998.html>. – Дата доступа: 12.03.2022.

2. Психологические последствия аварии на Чернобыльской АЭС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://psihdocs.ru/psihologicheskie-posledstviya-avarii-na-chernobileskoj-aes.html>. – Дата доступа: 12.03.2022.

3. Чернобыльский Форум: 2003-2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl\\_rus.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl_rus.pdf). – Дата доступа: 12.03.2022.

4. Зиматкина, Т. И. Оценка уровня радиотревожности студентов медицинского ВУЗа / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович // Госпитальная медицина: наука и практика. – 2020. – Т. 1 (2). – С. 48–51.

# **РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ МЕДИКО-ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ПО РАДИАЦИОННОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ, ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ И ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ**

**Курстак И.А., Зиматкина Т.И.,  
Александрович А.С.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

Современные особенности практического здравоохранения требуют оптимального решения учреждениями образования как текущих, так и связанных с перспективой задач. Достижения современной медицины и стремительное увеличение объема научной и практической информации, значительно повышают требования к радиационно-экологической подготовке, уровню научных знаний и навыков использования современных методов медицинской визуализации у специалистов медицинского профиля, в том числе медицинских сестер с высшим образованием. Поэтому необходим процесс активного реформирования образования в медицинских ВУЗах на инновационной основе, которая нацелена на подготовку нового уровня специалистов, способных умело анализировать, обобщать и систематизировать имеющуюся информацию, генерировать новые знания и внедрять в медицинскую практику полученные в ВУЗе знания.

Повышение академической компетентности студентов медико-диагностического факультета по экологической и радиационной медицине, лучевой диагностике и лучевой терапии является своевременным и актуальным в связи со сложившейся в Республике Беларусь напряженной радиационно-экологической обстановкой, широкого применения различных ксенобиотиков в различных сферах народного хозяйства, экологической обусловленности основных заболеваний и масштабного применения лучевых методов для диагностики и терапии нарушений здоровья [1].

Два раздела учебной дисциплины «Радиационная и экологическая медицина» отражают значимость воздействующих факторов, учитывают возрастающие нагрузки на организм человека и преподаются на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии на первом курсе у студентов по специальности «Сестринское дело» (заочная форма обучения) и на втором курсе у студентов по специальности «Медико-диагностическое дело» (очная форма обучения) [3].

«Экологическая медицина» рассматривает аспекты формирования ответных реакций организма человека на действующие физико-химические и биологические нагрузки. В данном разделе изучаются особенности формирования экологически обусловленной патологии, методы профилактики средовых заболеваний и подходы к диагностике и лечению пациентов с учетом воздействия основных загрязнителей окружающей среды.

«Радиационная медицина» включает вопросы для изучения механизмов формирования повреждений при действии ионизирующих излучений и возможные варианты минимизации неблагоприятных последствий данного воздействия, методы снижения и оптимизации медицинского облучения и радионуклидов, рассеянных в окружающей среде в результате деятельности человека. Дисциплина учитывает необходимость снижения уровня радиационно-химического воздействия на население и особенности радиоэкологической ситуации в Республике Беларусь [3, 4].

Дисциплина «Лучевая диагностика и лучевая терапия» преподается на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии на четвертом и пятом курсах по специальности «Медико-диагностическое дело» (очная форма обучения) и состоит из трех разделов, отражающих значимость современных методов медицинской визуализации, методик лучевой терапии для оценки морфологических и функциональных изменений при наиболее часто встречающихся заболеваниях легких, сердца, пищевода, желудка, кишечника, печени, желчного пузыря, почек, органов эндокринной системы, мужской и женской репродуктивной систем, костей и суставов [2].

Развитие представлений об универсальности ответных реакций организма и механизмов адаптации достигается интеграцией отдельных разделов учебных программ в единое целое, что позволяет

систематизировать научные знания и методики лучевой диагностики и лучевой терапии, используемые в медицине.

Итогом преподавания учебных дисциплин на кафедре является приобретение студентами научных знаний: о рисках развития и патогенетических механизмах формирования радиационно-экологически обусловленной патологии, методах проведения индивидуальной и популяционной профилактики средовых заболеваний и патологических состояний, обусловленных хроническим низкодозовым физико-химическим и биологическим воздействием; о патологических изменениях в органах и системах организма человека и связи обнаруженного комплекса синдромов с определенным заболеванием; о стратегии лучевой терапии злокачественных новообразований и неопухолевых заболеваний [2, 3].

Теоретическая подготовка студентов осуществляется путем чтения им лекций, проведения лабораторных занятий, самостоятельного изучения рекомендуемой литературы, материалов лекций и электронных учебно-методических комплексов. Практические навыки и умения формируются в ходе лабораторных занятий, которые проводятся в учебных классах, кабинетах и лабораториях с использованием симуляционного оборудования, современных приборов и аппаратов. Текущий контроль уровня знаний проводится в письменной, устной форме или путем тестового контроля знаний с использованием персональных компьютеров. На практических занятиях студенты получают информационные и раздаточные материалы с алгоритмами выполнения заданий, решают разноплановые ситуационные задачи, что обеспечивает практико-ориентированное обучение и лучшую подготовленность будущих специалистов к самостоятельной профессиональной деятельности.

Реферативные работы, формирующие творческий потенциал студентов, защищаются в виде мультимедийной презентации перед всей группой.

Итоговый контроль уровня знаний студентов проводится путем компьютерного тестирования, выполнения письменной контрольной работы и сдачи дифференцированного зачета по предметам.

Таким образом, используемые алгоритмы преподавания радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии студентам медико-диагностического факультета на кафедре позволяют сформировать у обучающихся высокий

уровень знаний и требуемые образовательным стандартом и учебной программой необходимые теоретические и практические навыки. В результате преподавания и изучения учебных дисциплин студенты приобретают академическую компетенцию о современной радио-экологической ситуации; особенностях поведения радионуклидов в различных экосистемах; формировании радиационных поражений человека; медико-биологических последствиях действия ионизирующих излучений и принципах снижения радиационного воздействия на пациентов; методах профилактики и коррекции возможных радиационно-экологических воздействий на население; способности к интерпретации и анализу результатов медико-диагностических исследований с формулировкой диагностических заключений.

### Литература

1. Александрович, А. С. Тренд медицинского облучения при проведении рентгенорадиологических исследований населения Республики Беларусь / А. С. Александрович, Т. И. Зиматкина // Материалы республиканской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 60-летию Гродненского государственного медицинского университета (28 сентября 2018 г.) [Электронный ресурс] / отв. ред. В. А. Снежицкий. – Гродно : ГрГМУ, 2018. – Электрон. текст. дан. (объем 8,7 Мб). – 1 эл. опт. диск (CD-ROM). – С. 33–35.

2. Лучевая диагностика и лучевая терапия: Учебная программа для специальности 1-79 01 04 Медико-диагностическое дело; рег. № ТД-L.564/тип.; утв. 31.08. 2016 г. Перв. Зам. МО РБ / В. Н. Беляковский, А. М. Юрковский. – Минск, 2016. – 15 с.

3. Радиационная и экологическая медицина: Учебная программа для специальности 1-79.01.01 Лечебное дело; рег. № ТД-L.380/тип.; утв. 20.08.2014 г. Перв. Зам. МО РБ / А. Н. Стожаров, Л. А. Квиткевич. – Минск, 2014. – 21 с.

4. Зиматкина, Т. И. Рейтинговая оценка академической компетенции студентов по радиационной и экологической медицине / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович // Актуальные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии: сб. материалов V межвузовской науч.-практ. интернет-конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 25 марта 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 28–31.

# АНАЛИЗ МАММОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Маркевич Н.Б., Губарь Л.М.\*, Банах Е.С.

УЗ «Гродненская университетская клиника»,

\*УО «Гродненский государственный медицинский университет»,

г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Маммография занимает обособленное место среди методик лучевой диагностики. С ее помощью удается выявить злокачественные опухоли размерами всего несколько миллиметров [1]. Ни в какой другой области человеческого организма рентгенологический метод не может даже приблизиться к таким результатам.

Рак молочной железы (РМЖ) в структуре онкологической заболеваемости женского населения занимает первое место [2]. В Беларуси показатели заболеваемости находятся в пределах 40-50 на 100000 женского населения (во Франции – 99, в Дании – 105) [4], приведенного по возрастной структуре к мировому стандарту World и имеет тенденцию к неуклонному росту. В структуре онкопатологии у женщин Республики Беларусь РМЖ составляет 17,6%, а показатель отношения смертности к заболеваемости 28,7% (во Франции – 15,7%, в США – 16%) [5, 6, 7]. Перед специалистами, занимающимися вопросами диагностики, лечения и реабилитации пациентов РМЖ, стоит задача огромной социальной важности – внедрить в клиническую практику новые подходы и эффективные способы раннего распознавания непальпируемой патологии молочных желез. Периодическое и целевое обследование населения для выявления скрыто протекающего онкологического заболевания (скрининг) – один из эффективных путей вторичной профилактики рака. Скрининг молочных желез обеспечивает высокую выявляемость непальпируемых форм РМЖ [3].

Маммография не показана пациенткам моложе 40 лет, так как ее использование без повышенного риска развития рака молочной железы не доказано. У женщин моложе 35 лет РМЖ встречается

редко, а чувствительность маммографии в выявлении патологии у молодых пациенток снижена за счет плотности паренхимы МЖ.

Маммографическая плотность (МП), согласно National Comprehensive Cancer Network (NCCN, 2017), является важным независимым фактором риска развития РМЖ, что обуславливает актуальность проблемы.

**Цель.** Проанализировать степень выраженности маммографической плотности в диагностике РМЖ при скрининговых исследованиях в Гродненской университетской клинике за 2019, 2020 и 2021 годы.

**Методы исследования.** Маммография проводилась на аппаратах «Giotto» и «Маммоскан».

**Результаты и их обсуждение.** Рентгенологическое изображение структуры молочной железы индивидуально и различается своеобразным рисунком соотношения эпителиальных, фиброзных, железистых структур и жировой ткани. Жировая ткань более проницаема для рентгеновских лучей и отображается на рентгенограмме темными участками, а железистая ткань и строма задерживают рентгеновское излучение и отображаются как светлые участки. Эти визуальные особенности и степень их выраженности влияют на эффективность диагностики, в связи с чем стали предметом изучения многообразных проявлений фона для развития рака.

Маммография – «золотой стандарт», старейший и надежный метод диагностики, благодаря которому выявляется большинство злокачественных новообразований молочных желез (за исключением рентгенонегативных форм) [3]. Вторичными дополнительными методами исследования молочной железы являются УЗИ и МРТ. Доклиническая диагностика РМЖ на стадии формирования микрокальцинатов «злокачественного типа» и малая информативность при жировой инволюции (УЗ контрастность между опухолевой и жировой тканями слабая) ограничена разрешающей способностью метода УЗИ, что не позволяет эффективно использовать его в программах скрининга в отличие от рентгеновской маммографии) [1]. Магнитно-резонансная томография (МРТ) – современный диагностический метод, обладающий высокой чувствительностью, но невысокой специфичностью для выявления микрокальцинатов. Рекомендуются рядом специалистов для проведения

скрининговых программ в группах пациенток с наличием мутантных генов BRCA1, BRCA2.

Исследования количественных показателей МП обнаружили, что женщины с МП более 75% объема железы подвержены большему риску развития РМЖ в 4-6 раз.

На первых порах внедрения маммографии в практику высокая МП была отмечена как фактор, затрудняющий интерпретацию структурных изменений молочной железы, снижающий эффективность диагностики. Однако по мере накопления клинического опыта было замечено, что процент развившегося РМЖ женщин в пострепродуктивном периоде выше на фоне высокой МП.

МП может быть разной степени выраженности и отражает собирательное понятие, включающее соотношение в молочной железе плотных структур эпителиального и стромального компонентов, а также жировой ткани. С возрастом, по мере наступления инволютивных изменений, величина МП снижается и, как правило, не превышает 10-30% у женщин в постменопаузе. Нарушение естественного процесса угасания функции молочной железы с заменой функционирующей железистой ткани на жировую приводит к формированию повышенной МП, которая увеличивает риск развития РМЖ в 3-6 раз, в большей степени, чем другие известные факторы риска – возраст, наступления менархе и менопаузы, масса тела, наличие сахарного диабета и прочие.

*При маммографии оценивается плотность МЖ:* тип а: МЖ с преимущественным жировым компонентом, фиброзно-железистой ткани менее 25% объема МЖ, тип b: есть очаги фиброзно-железистой ткани, занимающие от 25 до 50% объема МЖ, тип с: фиброзно-железистая ткань занимает от 51 до 75% площади маммограммы, что может затруднить выявление небольших образований, тип d: очень плотные МЖ, процент фиброзно-железистой ткани более 75% объема МЖ, что значительно снижает чувствительность маммографии.

Высокая МП создает трудности в интерпретации визуальной информации при РМЖ.

В 2019 г. обследовано 7544 пациентки, из них выявлен РМЖ у 39 (24 чел. из города, 15 чел. из села). При оценке плотности МЖ выявлено среди женщин 50-59 лет (15 чел.) из села 5 чел. и у них

МП тип а 80%, МП тип б 20%, МП с 0%; из города 10 чел. с МП тип а 30%, МП тип б 60%, МП с 10%; Среди женщин 60-69 лет (24чел.) из села 10 чел. и у них МП тип а 50%, МП тип б 30%, МП с 20%; из города 14 чел. с МП тип а 36%, МП тип б 64%, МП с 0%.

Доброкачественные изменения в возрасте 50-59л из села 15чел. с МП тип а 20%, МП тип б 53%, МП с 27%; из города 16 чел. с МП тип а 25%, МП тип б 75%, МП с 0%; В возрасте 60-69 лет из села 10 чел. с МП тип а 50%, МП тип б 40%, МП с 10%; из города 9 чел. с МП тип а 67%, МП тип б 33%, МП с 0%.

В 2020 г. обследовано 5887 женщин, из них выявлен РМЖ у 32 (22 чел. из города, 10 чел. из села). При оценке плотности МЖ выявлено среди женщин 50-59 лет(15 чел.) из села 4 чел. и у них МП тип а 50%, МП тип б 25%, МП с 25%; из города 12 чел. с МП тип а 8%, МП тип б 67%, МП с 25%; Среди женщин 60-69 лет (16 чел.) из села 6 чел. и у них МП тип а 33%, МП тип б 67%, МП с 0%; из города 10 чел. с МП тип а 70%, МП тип б 30%, МП с 0%.

Доброкачественные изменения в возрасте 50-59 л из села 13 чел. с МП тип а 69%, МП тип б 31%, МП с 0%; из города 19 чел. с МП тип а 26%, МП тип б 63%, МП с 11%; в возрасте 60-69 лет из села 7 чел. с МП тип а 86%, МП тип б 14%, МП с 0%; из города 6 чел. с МП тип а 50%, МП тип б 50%, МП с 0%.

В 2021 г. всего обследовано 5964 женщины, из них выявлен РМЖ у 40 (17 чел. из города, 23 чел. из села). При оценке плотности МЖ выявлено среди женщин 50-59 лет (21 чел.) из села 13 чел. и у них МП тип а 46%, МП тип б 46%, МП с – 8%, из города 8 чел. с МП тип а 13%, МП тип б 52%, МП с – 25%. Среди женщин 60-69 лет (19 чел.) из села 10 чел. и у них МП тип а 60%, МП тип б 40%, МП с – 0%; из города 9 чел. с МП тип а 22%, МП тип б 78%, МП с – 0%.

Доброкачественные изменения в возрасте 50-59 лет из села 21 чел. с МП тип а 10%, МП тип б 71 %, МП тип с 19%, из города 25 чел. с МП тип а 28%, МП тип б 64%, МП с – 8%; в возрасте 60-69 л из села 21 чел. с МП тип а 67%, МП тип б 33%, МП с – 0%; из города 19 чел. с МП тип а 74%, МП тип б 26%, МП с – 0%.

Тип d МП среди обследуемых не отмечался, что объясняется возрастом.

У городских пациенток тип МП выше, чем у сельских, и количество РМЖ у них выше. Выше у городских и количество добро-

качественных изменений при более высокой МП. Менопаузальный статус, а не возраст, является более сильным детерминантом МП.

**Выводы.** В практической медицине при скрининге молочных желез важно учитывать степень выраженности маммографической плотности в диагностике РМЖ, а также своевременно лечить доброкачественные заболевания, сопровождающиеся высокой маммографической плотностью, в целях профилактики РМЖ. На современном этапе развития онкологии решение проблемы РМЖ состоит в усилении роли профилактики и ранней диагностики. Это возможно только с использованием маммографического скрининга (ни УЗИ, ни МРТ для скрининга не подходят, являясь дополнительными методами исследования молочных желез).

### Литература

1. Кац, Д. С. Секреты рентгенологии / Д. С. Кац, К. Р. Мас, С. А. Гроскин. – М. – СПб : Изд-во БИНОМ. – Изд-во Диалект, 2003. – 704 с.
2. Маммология : национальное руководство / под ред. В. П. Харченко, Н. И. Рожковой. – М. : ГЭОТАР – Медиа, 2009. – 328 с.
3. Остман, Й. В. Основы лучевой диагностики. От изображения к диагнозу : пер. с англ. / Й. В. Остманн, К. Уальд, Дж. Кроссин. – М. : Мед. лит., 2012. – 368 с.
4. Руководство по онкологии : в 2 т. / под общ. ред. О. Г. Суконко. – РНПЦ онкологии и мед. радиологии им. Н. Н. Александрова. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – Т. 1 – 680 с.: ил
5. Руководство по онкологии : в 2 т., в 2 кн. / под общ. ред. О. Г. Суконко. – РНПЦ онкологии и мед. радиологии им. Н. Н. Александрова. – Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2016. – Т. II, Кн. 1. – 632 с. : ил
6. Маркевич, Н. Б. Маммографический скрининг в Гродненской области / Н. Б. Маркевич, Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович // Актуальные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и лучевой терапии: сб. материалов V межвузовской науч.-практ. интернет-конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых, 25 марта 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 37–39.
7. Александрович, А. С. Анализ результатов маммографического скрининга населения г. Гродно Республики Беларусь / А. С. Александрович, Т. И. Зиматкина // Научные исследования XXI века. – 2020. – Т. 5 (7). – С. 201–204.

# АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МАММОГРАФИЧЕСКОГО СКРИНИНГА И МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У НАСЕЛЕНИЯ г. ГРОДНО И ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Маркевич Н.Б., Александрович А.С.,  
Зиматкина Т.И., Александрович И.А.

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Рак молочной железы (РМЖ) является одной из наиболее распространенных в мировом масштабе патологий (ежегодно выявляется около 1,38 млн новых случаев) и занимает второе место в структуре онкологических заболеваний среди женского населения в мире и первое место по смертности. В мире каждый год выявляется более 1 миллиона случаев РМЖ. Ежегодно умирает около 500 000 женщин от РМЖ, случаи у мужчин составляют менее 1% [1]. Рак молочной железы занимает второе место в структуре онкологической заболеваемости у женского населения в Республике Беларусь (17,6%) и первое место в структуре смертности женщин от злокачественных новообразований (16,9%). Показатель заболеваемости раком молочной железы за период 2011–2017 гг. составил 82,25 случаев на 100000 населения (от 76,7 в 2011 г. до 87,8 случаев на 100000 женщин в 2017 г.). У 3–10% пациентов с данной патологией развитие заболевания связано с наличием мутаций в генах BRCA1, BRCA2, CHECK, NBS1, TP53. Рак груди возникает как результат активного неконтролируемого деления атипичных раковых клеток. Данная патология может развиваться на фоне предопухолевых заболеваний, к которым относятся мастопатия и фибroadеномы [1, 2].

Доказанными факторами риска развития РМЖ являются ранняя менструация, поздняя менопауза, поздняя беременность или ее отсутствие, продолжительный прием пероральных контрацептивов и генетическая предрасположенность. В то же время доказано, что кормление грудью значительно снижает риск данного заболевания [3, 4].

Своевременное выявление злокачественных новообразований возможно в случае выполнения эффективных программ организации скрининга, основная задача которых – обнаружить рак до его клинического проявления, когда он носит локальный характер и может быть излечен.

Маммографический скрининг является обоснованным, доказанным и необходимым для осуществления ранней диагностики непальпируемых форм рака молочной железы.

**Цель.** Анализ результатов проведения скрининга рака молочной железы на ранних стадиях путем выполнения программ организации маммографического скрининга с максимальным охватом женского населения Ленинского и Октябрьского районов г. Гродно.

**Материалы и методы исследования.** В работе использовались аналитический, эпидемиологический, сравнительно-оценочный методы. Материалами для исследования служили данные государственной статистической отчетности и Министерства здравоохранения Республики Беларусь.

Скрининговая маммография осуществлялась на стационарных маммографах – «Giotto» («I.M.S., Италия») с CR системой оцифровки рентгеновского изображения, «MELODY-B» («V.M.S.», Италия) и «Маммоскан» («Адани», Беларусь) со стереотаксическими приставками для проведения дообследования (прицельная игловая биопсия непальпируемых образований).

На скрининговое маммографическое обследование приглашали практически здоровых женщин в возрасте от 50 до 69 лет, относящихся к зоне обслуживания поликлиник № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 г. Гродно. В контингент, подлежащий скринингу, не вошли женщины, имеющие тяжелые сопутствующие заболевания, которые с высокой вероятностью привели бы к смерти в ближайшие годы или рак молочной железы в анамнезе.

При направлении на скрининговую маммографию пациенткам выдавали для ознакомления специально разработанные памятки для участвующих в скрининге рака молочной железы, содержащие необходимую информацию о маммографическом скрининге, подготовке к исследованию, требованиях, предъявляемых перед ее проведением и действиях после получения результата исследования.

Интерпретация результатов проводилась двумя врачами-рентгенологами независимо друг от друга по системе BI-RADS и соблюдением международных критериев качества.

В процессе выполнения программы скрининга рака молочной железы проводился ежедневный контроль качества маммограмм со специальным фантомом, также 2 раза в год врачами-рентгенологами осуществлялась оценка качества работы рентгенолабораторов, с целью уменьшения количества ложноположительных и ложноотрицательных результатов рентгеновского маммографического исследования и сохранения важной для диагностики информации.

Полученные данные были обработаны набором стандартных статистических программ.

**Результаты и их обсуждение.** Маммографическому скринингу в 2016 году подлежало 10392 женщин. Обследовано 9951 (95,7% от количества подлежащих). Выявлено 80 случаев рака молочной железы, процент выявления от количества обследованных составил 0,8. В 0–I стадии заболевания выявлено 36 женщин (45%). В 2017 году подлежало маммографическому скринингу 7816 женщин. Обследовано 7741 (99,0% от количества подлежащих). Выявлено 84 случая рака молочной железы, процент выявления от количества обследованных составил 1,08. В 0–I стадии заболевания выявлено 32 женщины (38,1%). В 2018 году подлежало маммографическому скринингу 8971 женщина. Обследовано 8871 (99% от количества подлежащих). Выявлено 45 случаев рака молочной железы, процент выявления от количества обследованных составил 0,5. В 0–I стадии заболевания выявлено 21 женщина (46,6%). В 2019 году подлежало маммографическому скринингу 7590 женщин. Обследовано 7544 (99% от количества подлежащих). Выявлено 44 случая рака молочной железы, процент выявления от количества обследованных составил 0,6. В 0–I стадии заболевания выявлено 20 женщин (45,5%).

За четыре года по программе скрининга было обследовано 34107 жительниц г. Гродно. Рак молочной железы выявлен у 253 (0,74%) пациенток.

Распределение выявленного рака молочной железы по стадиям было следующим: 0 стадия – 4 (1,6%), I стадия – 105 (41,4%), II стадия – 114 (45,0%) и III стадия – 25 (10,0%), IV стадия – 5 (2,0%).

Средний возраст женщин с выявленным злокачественным образованием составил 58 лет.

**Выводы.** Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что при проведении маммографического скрининга в период с 2016 по 2019 гг. рак молочной железы был выявлен у 0,7% женщин.

На доклинической стадии (0–I) рак молочной железы диагностирован у 43,0% обследованных пациенток, когда он не определялся ни пациенткой при самообследовании, ни врачом при осмотре и пальпации молочных желез, что свидетельствует о целесообразности проведения маммографического исследования для эффективной диагностики скрытых форм рака.

Ранняя диагностика данной патологии способствует своевременному выполнению органосохраняющих операций и имеет высокую психологическую ценность для женщин.

### Литература

1. Здоровоохранение в Республике Беларусь : официальный статистический сборник за 2017 г. – Минск : ГУ РНМБ, 2018. – 287 с.

2. Поляков, С. М. Злокачественные новообразования в Беларуси 1998–2007 / С. М. Поляков, Л. Ф. Левин, Н. Г. Шебеко ; под ред. А. А. Граковича, И. В. Залуцкого. – Минск : РНПЦ М, 2008. – 197 с.

3. Гендерные проблемы онкологии в Беларуси [Электронный ресурс] / Медицинские новости. – Минск, 2016. – Режим доступа: URL: <http://www.mednovosti.by/journal.aspx?article=5512>. – Дата доступа: 18.04.2022.

4. Зиматкина, Т. И. Анализ современной динамики заболеваемости и смертности населения Республики Беларусь в связи с раком молочной железы / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович, Е. К. Соловей // Многопрофильная клиника XXI века. Инновации и передовой опыт: материалы X Международной научной конференции. – Санкт-Петербург, 2021. – С. 127–130.

# ЭТАНОЛ КАК ПРИОРИТЕТНЫЙ КСЕНОБИОТИК, ВЛИЯНИЕ ЕГО НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ СЛИЯНИЯ И ДЕЛЕНИЯ МИТОХОНДРИЙ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ У КРЫС

Марчик А.И., Полубок В.Ч., Туманов А.В.

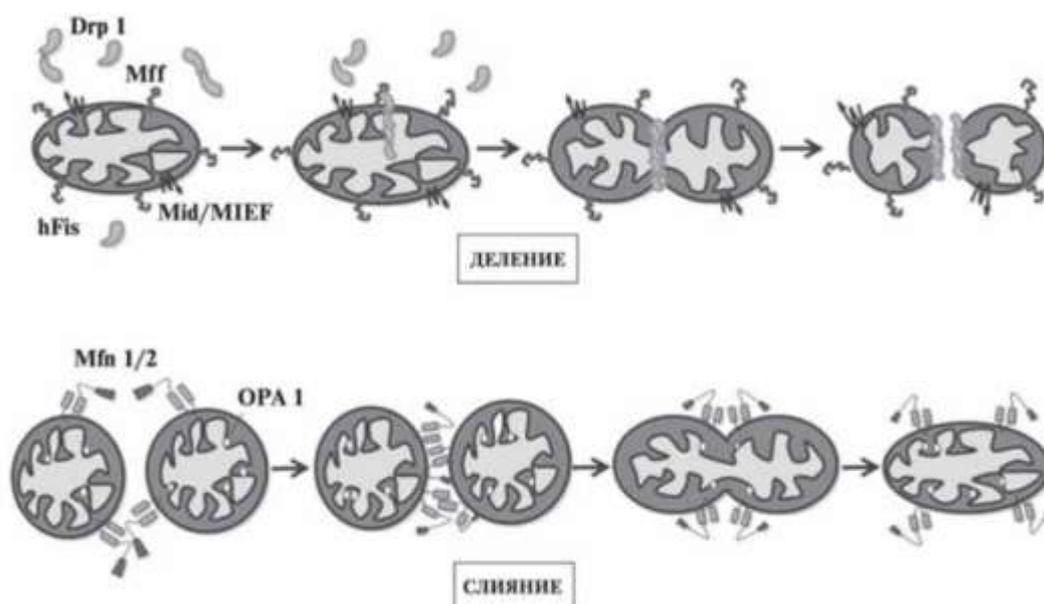
РНИУП «Институт биохимии биологически активных соединений  
Национальной академии наук Беларуси»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Этанол – вещество, сочетающее в себе свойства естественного метаболита организма человека (в малых концентрациях), широко применяемом населением токсичного ксенобиотика, медицинского препарата, психоактивного вещества, обладающего наркотическими свойствами. Ксенобиотики могут оказывать генотоксическое и мутагенное, мембранотоксическое и ферментотоксическое действие на клетки и их органеллы. Выяснение механизмов действия этанола на организм остается актуальной медико-экологической проблемой в связи с крайне низкой эффективностью лечения пациентов с обусловленными этанолом патологиями, многочисленными отрицательными медицинскими, социальными, экономическими и экологическими последствиями. Тяжелым течением у пациентов с алкогольной зависимостью характеризуется алкогольный абстинентный синдром (ААС), представляющий собой комплекс соматических, неврологических и психопатологических расстройств, возникающих в результате внезапного прекращения запоя или резкого снижения дозы алкоголя. ААС возникает через 6-48 часов после последнего употребления спиртного и длится от 2-3 дней до 2-3 недель [7]. Несмотря на сравнительную быстротечность, он сопровождается тяжелым поражением органов и тканей, поэтому необходимо уделять серьезное внимание его диагностике и лечению.

Углубленное изучение нарушений работы митохондрий как силовых станций клеток головного мозга при ААС у крыс позволит ближе подойти к пониманию механизмов этих расстройств. Важную роль в реализации функций митохондрий играют процессы

слияния и деления этих органелл, которые контролируются белковыми комплексами, связанными с митохондриальными мембранами (рисунок 1). Главными среди них оказались гуанозинтрифосфатазные (ГТФазные) белки семейства динаминов. Это Drp1, опосредующий деление, а также митофузины (Mfn1, Mfn2) и белок оптической атрофии 1 (OPA1), участвующие в слиянии митохондрий. Оба процесса являются многоступенчатыми и находятся под влиянием множества дополнительных регуляторных факторов [4].

Митохондрии являются основным источником активных форм кислорода (АФК), которые выступают ключевыми факторами патогенеза различных форм патологий, включая ААС. Природными компонентами электронтранспортной цепи митохондрий являются пластохиноны. Различные производные пластохинона являются эффективными митохондриальными антиоксидантами. Они липофильны, благодаря чему легко проникают через мембрану митохондрий при низких (наномолярных) концентрациях. В изолированных митохондриях производные пластохинона чрезвычайно эффективно предотвращают окисление фосфолипида кардиолипина, опосредованное  $\text{OH}^\bullet$  радикалом. Они выступают мощными ингибиторами апоптоза и некроза, вызываемыми АФК. Окисленная форма производных пластохинона после нейтрализации АФК может восстанавливаться в электрон-транспортной цепи митохондрий [5].



**Рисунок 1 – Процессы слияния и деления митохондрий**

Таким образом, производные пластохинона представляют собой природные антиоксиданты с очень высокой эффективностью и специфичностью, которые могут являться эффективным средством коррекции нарушений структурно-функционального состояния митохондрий головного мозга у крыс в экспериментальной модели ААС.

**Материалы и методы исследования.** Для моделирования ААС использовались крысы самки линии Вистар. Возраст животных составлял 2,0-2,5 месяца, масса – 190-250 г. Разброс по исходной массе в контрольных и опытных группах не превышал  $\pm 10\%$ . В эксперименты включали здоровых особей с чистым и гладким шерстным покровом и нормальной двигательной активностью.

Животные содержались в стандартных условиях вивария по 8 особей в клетке в соответствии с Санитарными правилами и нормами 2.1.2.12-18-2006 [2]. Подстилкой служили опилки лиственных пород деревьев. Доступ к воде и корму обеспечивался *ad libitum*. Все процедуры, связанные с уходом за животными, выполнялись в соответствии с методическими указаниями [3]. Для обеспечения индивидуального наблюдения в процессе выполнения исследований животные были промаркированы цифрами в верхней части хвоста.

Клетки с подопытными животными помещались в отдельные комнаты с естественным световым циклом. Температура воздуха поддерживалась в пределах  $22,0 \pm 3,0$  °С, относительная влажность – 50-60%.

ААС воспроизводили по методу Majchrowicz [6] в модификации Тезикова Е.Б. и соавторов [1]. Для ААС у крыс использовали интенсивную форсированную алкоголизацию, приводящую к развитию не только биохимических, но и выраженных поведенческих признаков.

Для коррекции выявленных нарушений использовали 0,17%-й полипропиленгликолевый раствор сложного органического соединения – пластохинонилдецилтрифенилфосфония бромида (ПДТФ), полученный на производственной площадке ООО «НИИ Митоинженерии МГУ».

Экспериментальные животные были разделены на 3 группы по 12 крыс в каждой:

– контрольная группа (крысы – самки) – вместо раствора этанола получали эквивалентные количества очищенной водопроводной воды;

– опытная группа ААС (крысы – самки) – получали 30%-й раствор этанола;

– опытная группа ААС + SkQ<sub>1</sub> (крысы – самки) – получали 30%-й раствор этанола + SkQ<sub>1</sub> (1 мкМ/кг);

30%-й этанол вводили внутривенно по 5-6 г/кг массы тела два раза в сутки (9:00 и 19:00) в течение 7 дней.

Производное пластохинона SkQ<sub>1</sub> (1 мкМ/кг) вводили внутримышечно один раз в день за 30 минут до введения этанола.

Декапитацию крыс производили спустя 15 часов после отмены этанола. Отделы головного мозга выделяли на льду. Ткани немедленно замораживали в жидком азоте (в течение 3 минут после забоя). До анализа пробы хранились в холодильнике «Thermo Electron Corporation» (США) при –87 °С.

Концентрацию белков Dynamin-1-like protein (Drp1) и Mitofusin-1 (Mfn1) в гомогенатах больших полушарий головного мозга крыс определяли методом иммуноферментного анализа с использованием наборов «Wuhan Fine Biotech» (Китай), согласно инструкции производителя.

Статистическую обработку экспериментальных данных выполняли с использованием программ Microsoft Excel 2010, Statistica 12.0. Экспериментальные данные представляли в виде  $M \pm SEM$ , где  $M$  – среднее арифметическое значение,  $SEM$  – стандартная ошибка среднего арифметического. Данные проверяли на нормальность распределения по критерию Колмогорова-Смирнова. Достоверность межгрупповых различий оценивали, используя однофакторный дисперсионный анализ по Краскелу-Уоллесу. Статистически значимыми считали различия при значении  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Митохондрии постоянно подвергаются процессам деления и слияния. В нормальных физиологических условиях митохондрии характеризуется наличием как удлинённых, так и округлых митохондрий. Однако это сбалансированное морфологическое распределение митохондрий может изменяться в ответ на действие различных факторов, к которым, как оказалось, относится алкоголь.

Митохондрии, располагающиеся в дендритах и аксонах, неодинаковы: в дендритах они весьма удлинены и вытянуты вдоль длины отростка, а вот в аксонах они небольшие: многие имеют вид компактных шариков диаметром менее 1 мкм и занимают гораздо меньшее пространство. Ключевым фактором для формирования мелких аксональных митохондрий, как выяснилось, является белок Drp1, который необходим для деления митохондрий. При подавлении активности этого белка, нарушается деление митохондрий и ослабляется передача импульсов в синапсах, а также тормозится рост аксонов в процессе развития мозга [3].

Деление органелл, как один из способов митохондрий обеспечивать растущие энергетические потребности клетки, например, в условиях стресса или при иной высокой функциональной нагрузке. Этот процесс контролирует состояние митохондрий и митохондриальной ДНК (мтДНК), поскольку фрагментация позволяет избирательно уничтожать путем аутофагии (миитофагии) те митохондрии, чьи ДНК содержат много мутаций [10], а также те, которые характеризуются низкой дыхательной активностью [11]. Однако быстрая фрагментация может приводить к частичной потере мтДНК, дыхательным дефектам и увеличению уровня АФК, провоцируя тем самым развитие апоптоза [15].

Содержание белка деления Dynamin-1-like protein (Drp1) митохондрий в больших полушариях головного мозга у самок крыс при ААС снижалось на 57,94% по сравнению с группой контроля. В группе ААС+SkQ1 количество белка Drp1 не отличалось от группы контроля, но выросло на 52,34% по сравнению с группой ААС, что свидетельствует о протекторных свойствах производного пластохинона SkQ1 (таблица 1).

Содержание Mfn1 митохондрий в больших полушариях головного мозга у самок крыс в группе ААС снижалось на 37,03% по сравнению с группой контроля. В группе ААС+SkQ1 количество Mfn1 не отличалось от группы контроля, но выросло на 37,03% по сравнению с группой ААС, что свидетельствует о протекторных свойствах производного пластохинона SkQ<sub>1</sub> (таблица 1).

Митофузины (Mfn 1/2) – совместно работающие белки. В клетках, где мутантные формы Mfn1/2 лишены ГТФазной активности, митохондрии не могут пройти процесс слияния даже после

сближения. Эти белки являются многофункциональными и вовлечены в регуляцию и других важных митохондриальных функций. Так, в клетках, которые не экспрессируют Mfn 1/2, нарушается не только морфология митохондрий, но и их подвижность [8, 13].

Таблица 1 – Влияние производного пластохинона SkQ1 на содержание белков слияния Mfn1 и деления Drp1 митохондрий в больших полушариях головного мозга у самок крыс при ААС

Название белка	Группа 1 Контроль	Группа 2 ААС	Группа 3 ААС+SQ1
Mitofusin-1, ng/ml	n=12 0,81±0,07	n=10 0,51±0,03*	n=11 0,81±0,06**
Dynamin-1-like protein, pg/ml	n=12 188,36±28,32	n=10 79,21±11,47*	n=11 166,21±19,53**

Примечание – \* –  $p < 0,05$  по отношению к контрольной группе, \*\* –  $p < 0,05$  по отношению к группе ААС

Снижение уровня Mfn 1/2 приводит к нарушению окислительного фосфорилирования. Эти белки также необходимы для формирования контактов между эндоплазматической сетью (ЭПС) и митохондриями. Слияние митохондрий регулирует их количество, является механизмом контроля за обновлением и качеством митохондриальной популяции в течение интерфазы путем «перемешивания» мтДНК, белков и других молекул этих органелл [12].

**Заключение.** При воздействии этанола в больших полушариях головного мозга у самок крыс уровень белков слияния и деления митохондрий (Drp1, Mfn1) снижается, что может привести к частичной потере мтДНК, дыхательным дефектам и увеличению уровня активных форм кислорода, провоцируя развитие апоптоза. При этом может нарушаться морфология и количество митохондрий, их подвижность, качество митохондриальной популяции. Предварительное введение производного пластохинона SkQ<sub>1</sub> предупреждает нарушение уровня указанных белков в больших полушариях головного мозга у самок крыс при ААС. Что дает перспективу для разработки комплексного средства метаболического действия, которые позволят снизить тяжесть проявлений злоупотребления алкоголем.

## Литература

1. Тезиков, Е. Б. Значение толерантности к этанолу, тяжести синдрома отмены и возраста крыс в развитии посинтоксикационного алкогольного повреждения сердца / Е. Б. Тезиков [и др.]. – Вопросы наркологии, 1991. – № 1. – С. 7–9.
2. СанПиН 2.1.2.12–18–2006 Санитарные правила и нормы «Устройство, оборудование и содержание экспериментально-биологических клиник (вивариев)». – Минск, 2007. – 40 с.
3. Технический кодекс установившейся практики. Надлежащая лабораторная практика. Основные положения: ТКП 125–2008 (02040). – Минск, 2008. – 35 с.
4. Benard, G. Mitochondrial fusion and division: Regulation and role in cell viability / G. Benard, M. Karbowski. – Semin. Cell Dev. Biol, 2009. – Vol. 20. – P. 365–374.
5. Ono, T. Human cells are protected from mitochondrial dysfunction by complementation of DNA products in fused mitochondria / T. Ono [et al.]. – Nature Genetics, 2001. – Vol. 28. – P. 272–275.
6. Majchrowicz, E. Reversal in central nervous system function during ethanol withdrawal in humans and experimental animals / E. Majchrowicz. – Fed. Proc, 1981. – Vol. 40, № 7. – P. 2065–2072.
7. Nakamura, N. MARCH-V is a novel mitofusin 2- and Drpl-binding protein able to change mitochondrial morphology / N. Nakamura [et al.]. – EMBO Rep, 2006. – Vol. 7. – P. 1019–1022.
8. Antonenko, Y. N. Mitochondria-targeted plastoquinone derivatives as tools to interrupt execution of the aging program / Y. N. Antonenko [et al.]. – Cationic plastoquinone derivatives: Synthesis and in vitro studies. Biochemistry (Moscow), 2008. – Vol. 73. – P. 1273–1287.
9. Twig, G. Mitochondrial fusion, fission and autophagy as a quality control axis: the bioenergetic view / G. Twig [et al.]. – Biochim. Biophys. Acta, 2008. – Vol. 1777. – P. 1092–1097.
10. Suen, D. F. Mitochondrial dynamics and apoptosis / D. F. Suen [et al.]. – Genes. Dev, 2008. – Vol. 22. – P. 1577–1590.
11. Sato, A. Mitochondrial dynamics and aging: mitochondrial interaction preventing individuals from expression of respiratory deficiency caused by mutant mtDNA / A. Sato [et al.]. – Biochim. Biophys. Acta, 2006. – Vol. 1763. – P. 473–481.
12. Emne, A. E. Mitochondrial morphology and distribution in mammalian cells / A. E. Emne [et al.]. – J. Biol. Chem, 2006. – Vol. 387. – P. 1551–1558.

13. Eura, U. Identification of a novel protein that regulates mitochondrial fusion by modulating mitofusin (Mfn) protein function / U. Eura [et al.]. – Cell Sci, 2006. – Vol. 119. – P. 4913–4925.

14. Verster, J. C. The “hair of the dog”: A useful hangover remedy or a predictor of future problem drinking? / J. C. Verster [et al.]. – Current Drug Abuse Reviews, 2009. – Vol. 2. – P. 1–4.

15. Kuznetsov, A. V. The cell-type specificity of mitochondrial dynamics / A. V. Kuznetsov [et al.]. – Int. J. Biochem. Cell Biol, 2009. – Vol. 41. – P. 1928–1939.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИНИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ**

**Миклис Н.И., Бурак И.И.,  
Черкасова О.А., Григорьева С.В.**

УО «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов медицинский университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

**Актуальность.** Современные требования, предъявляемые к подготовке высококвалифицированных конкурентоспособных медицинских специалистов [1] предусматривают модульный интегральный, пациент- и проблемно-ориентированный подход. Инновационный принцип его построения отражен в целях обучения, предусматривающих овладение профессиональными компетентностями, базирующимися на основных знаниях и умениях, приобретаемых в процессе подготовки. Компетентность проявляется в ходе выполнения деятельности и характеризует способность врача решать проблемы, возникающие в реальных клинических ситуациях [2]. Современные технологии обучения и оценки практических навыков, умений и знаний должны быть основаны на реалистичном моделировании, имитации клинической ситуации.

**Целью** работы является анализ использования модели клинической ситуации на практических занятиях по экологической медицине.

**Результаты и их обсуждение.** В учреждении образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» экологическая медицина осваивается студентами 2 курса лечебного факультета как часть дисциплины «Радиационная и экологическая медицина» на кафедре экологической и профилактической медицины. Необходимость изучения дисциплины студентами медицинского университета подтверждается тем, что с воздействием на организм человека факторов среды обитания в настоящее время связывают средовые болезни, такие как аллергические заболевания, нарушение репродуктивного здоровья, иммунной реактивности, развитие вторичной иммунной недостаточности, повышение частоты злокачественных новообразований, появление новых, ранее неизвестных болезней, развитие экопатологических состояний [3].

Целью практико-ориентированного преподавания экологической медицины является инновационно-педагогическая направленность в совершенствовании и развитии профессионально значимых умений и компетенций. Для создания модели клинической ситуации на занятиях студенты выполняют практическую работу с диагностикой средовых заболеваний, назначением лечения и разработкой мероприятий по предупреждению болезней [4].

Диагностика средовых болезней базируется на сборе анамнеза, клинической картине и результатах лабораторных и инструментальных исследований.

Для постановки предварительного диагноза уточняются жалобы, выясняются субъективные и объективные признаки болезни, тщательно собирается анамнез жизни (*an. vitae*) с выяснением места рождения и длительности пребывания в эндемических или экологически неблагоприятных районах, факторов среды обитания, связи заболевания с предполагаемыми факторами, перенесенных в прошлом заболеваний, наличия хронических заболеваний, травм, операций, наследственности, наличие вредных привычек, материально-бытовых условий и анамнез заболевания (*an. morbi*) с выяснением динамики, включающей возникновение, течение и развитие заболевания от первых проявлений до настоящего момента, а также возможных причин болезни, проводимых ранее обследованиях и их результатах, лечении и его эффективности.

На возможность средового заболевания указывают длительность проживания в загрязненном районе, характерные клинические симптомы, наличие неспецифических клинических признаков, групповой характер заболеваний в районе проживания, осложнения и отдаленные последствия патологического процесса, наличие феноменов элиминации и реэкспозиции [3].

Подтверждением средовой патологии является антропогенное загрязнение среды, длительная циркуляция на конкретной территории патогенного экологического фактора небольшой интенсивности, длинный латентный период с повышением неспецифической заболеваемости, увеличение частоты неспецифических заболеваний у лиц с генетически обусловленной чувствительностью к факторам среды, полисиндромность и развитие патологии различной тяжести при одном этиологическом факторе, устойчивость к стандартному лечению на фоне продолжающегося воздействия средового фактора [4].

Особенностью и сложностью диагностики средовых заболеваний является установление, определение уровня (концентрации) и оценка многочисленных экологических факторов и загрязнителей воздуха, воды, почвы, жилища, продуктов питания, являющихся причинами болезни. С учетом биологической роли этиологических факторов определяются механизм развития болезни.

Для постановки диагноза средовой патологии большое значение имеет установление предшествующих заболеванию генетических, стрессовых, инфекционных, физических, токсических факторов, выявление триггеров физической, химической, биологической, психофизиологической природы, определение в средах организма гормонов, свободных радикалов, медиаторов, ферментов, витаминов, минералов, выявление дефицитов, профицитов, интоксикаций, энергетических воздействий и других причин средовой патологии [3].

В модели клинической ситуации студенты уточняют жалобы пациентов и причину их появления при опросе. Далее будущие врачи определяют и описывают клинические признаки болезни, которые могут быть выявлены при осмотре пациентов, пальпации, перкуссии и аускультации, температуру тела, артериальное давление, частоту пульса и дыхания.

Для подтверждения диагноза с учетом протоколов диагностики и лечения пациентов при оказании медицинской помощи назначаются общепринятые инструментальные и лабораторные исследования, позволяющие выявить функциональные и морфологические нарушения органов, гематологические, биохимические и другие изменения в организме [4].

Для доказательства средовой болезни рассчитывают коэффициент корреляции показателей заболеваемости с показателями среды и определяют силу и характер связи. После этого выставляется окончательный диагноз и указывается алфавитно-цифровой код болезни в соответствии с МКБ-10.

Лечение пациентов со средовым заболеванием назначается студентами с учетом клинических протоколов диагностики и лечения пациентов при оказании медицинской помощи, утвержденных Министерством здравоохранения Республики Беларусь, и включает этиотропную, патогенетическую и симптоматическую терапию с учетом индивидуального подхода и применения фармакологических средств, хирургических методов, лучевой терапии, физиотерапии, диетотерапии, психотерапии [3].

Этиотропная терапия средовых болезней направлена на причину и включает назначение лекарственных средств, связывающих, инактивирующих, разрушающих и выводящих ксенобиотики. Патогенетическое лечение направлено на блокирование механизмов развития средового заболевания. Симптоматическое лечение включает детоксикацию (экстракорпоральные методы, пероральные методы, в первую очередь, с помощью компонентов пищи, фитотерапии), восстановление нарушенного пищевого статуса (лечение синдромов мальдигестии и мальабсорбции, раздраженного кишечника, а также ликвидацию дефицита нутриентов, иммунорекоррекцию, специфическую десенсибилизацию, антиоксидантную терапию, введение предшественников синтеза медиаторов, устранение дисфункций в органах и системах [3].

Для предупреждения у пациентов средовой патологии разрабатываются и проводятся мероприятия по медицинской профилактике. При этом врачи осуществляют диспансеризацию, рекомендуют пациентам ведение здорового образа жизни, дают рекомендации по рациональному и превентивному питанию, включающему назначение средств, ограничивающих всасывание химио-

ксенобиотиков, уменьшающих уровень их депонирования и ускоряющих их выведение, насыщающих организм природными антиоксидантами и повышающих адаптационно-компенсаторные возможности организма, участвуют в экологическом обучении и воспитании, оценивают риск загрязнителей для здоровья, а также направляют граждан для оздоровления на санаторно-курортное лечение. Оценка риска включает аналитический обзор и экспертизу документации на соответствие действующим нормативам, идентификацию опасности, определение и характеристику ведущих загрязнителей, расчет комплексного показателя и оценку степени загрязнения, оценку заболеваемости населения по шкале риска, расчет и оценку риска, индексов и коэффициентов опасности [3].

Моделирование клинической ситуации происходит под руководством преподавателя, осуществляющего организацию, контроль выполнения, коррекцию действий студентов и разбор ошибок.

**Выводы.** Таким образом, моделирование ситуации клинического разбора средовой патологии способствует формированию у студентов системы интегрированных умений, необходимых для освоения профессиональных компетенции БПК-13 «Использование знаний о рисках развития и патогенетических механизмах формирования радиационно и экологически обусловленной патологии, применение методов индивидуальной и популяционной профилактики заболеваний и патологических состояний, обусловленных хроническим низкодозовым физико-химическим и биологическим воздействием» в диагностике, лечении и профилактике средовых болезней. Это в конечном счете подтверждает практико-ориентированный подход в профессиональном образовании врачей и предоставляет высокую вероятность для формирования высококвалифицированных профессионалов.

### Литература

1. Об организации работы врача общей практики: приказ М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 27 февр. 2018 г, № 177 / Министерство здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://minzdrav.gov.by/ru/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-nra.php?ELEMENT\\_ID=328222](http://minzdrav.gov.by/ru/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-nra.php?ELEMENT_ID=328222). – Дата доступа: 23.08.2022.

2. Горшунова, Н. К. Инновационные технологии в подготовке врача в системе непрерывного профессионального образования / Фундаментальные исследования, 2009. – № 2. – С. 86–88 [Электронный

ресурс]. – Режим доступа: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=1854>. – Дата доступа: 23.08.2022.

3. Бурак, И. И. Экологическая медицина : пособие в 2 ч. / И. И. Бурак, С. В. [и др.]. – Витебск : ВГМУ, 2018. – Ч. 1. – 189 с.

4. Миклис, Н. И. Экологическая медицина : пособие в 2 ч. / Н. И. Миклис [и др.]. – Витебск : ВГМУ, 2021. – Ч. 2. – 126 с.

## **ОЦЕНКА ПРЕВЕНТИВНОГО ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ГОМЕЛЬСКОЙ, МОГИЛЕВСКОЙ И ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТЕЙ**

**Миклис Н.И., Клачек З.А., Лукьянова Ю.В.**

УО «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов медицинский университет»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

**Актуальность:** Питание играет важную роль в поддержании здоровья человека, которое напрямую зависит от качества потребляемой пищи. Пища выполняет пластическую, энергетическую, защитную, адаптационную, реабилитационную и ряд других функций. Она поддерживает постоянство внутренней среды организма, обеспечивает непрерывность обмена веществ и энергией, выполнение жизненно важных функций. Пища обуславливает сопротивляемость организма к воздействию различных факторов окружающей среды. От нее зависит уровень заболеваемости, продолжительность жизни и работоспособность [1].

Рационы питания, соответствующие законам адекватности, сбалансированности, разнообразия и безопасности способствуют на протяжении всей жизни профилактике ряда неинфекционных заболеваний и нарушений здоровья. Особое внимание следует уделять профилактике лучевых поражений, которые возникают вследствие перорального поступления радионуклидов с продуктами питания и водой. В результате отдаленных последствий аварии на ЧАЭС на территории Гомельской, Могилевской и частично Витебской областей Республики Беларусь наблюдается снижение

качества продуктов питания, что обусловлено ухудшением экологического состояния окружающей среды. Радионуклиды быстро переходят в растения и воду и определяют высокую радиоактивность местных пищевых продуктов. Продукты питания формируют основную дозовую нагрузку для населения, которая составляет более 80%. С продуктами питания поступает около 94% радионуклидов, с водой – около 5 % [2].

С лечебно-профилактической целью для людей, длительно проживающих на загрязненных радионуклидами территориях, предусмотрено превентивное питание, направленное на снижение поступления радионуклидов, снижение скорости всасывания радионуклидов в организме, ослабление вредного действия радионуклидов на клетки, ткани и органы, уменьшение депонирования и ускорения выведения радионуклидов из организма. Для снижения поступления радионуклидов предусматривается ограничение или исключение потребления грибов, ягод, овощей и других продуктов, являющихся накопителями радионуклидов, загрязненных радионуклидами, нитратами, свинцом, ртутью, кадмием, алюминием, усиливающими действие радиации на организм человека, богатых жирами, которые являются основой для перекисного окисления липидов, участвуют в образовании радиотоксинов, служат проводниками в организм и накопителями гидрофобных ксенобиотиков. Снижению поступления радионуклидов также способствует кулинарная и технологическая обработка пищевых продуктов. Технологическая переработка продовольственного сырья может снижать остаточные количества радионуклидов до РДУ. Так, при засолке и мариновании количество радионуклидов в получаемой продукции будет в два раза меньшим по сравнению с исходными свежими продуктами. Количество радионуклидов, в частности, цезия-137, в мясе значительно снижается путем дезактивации. Так, промывка в проточной воде уменьшает радиоактивное загрязнение в 1,5-3 раза, вымачивание в 85% растворе поваренной соли в течение 2 ч – в 3 раза [3].

Таким образом, изучение особенностей питания населения, проживающего в условиях радиационной нагрузки, довольно актуально в настоящее время.

**Целью** данной работы были изучение и оценка рационов питания студентов, длительное время проживавших на территории Гомельской, Могилевской и Витебской областей Республики Беларусь.

**Материалы и методы:** Исследование проводили в учреждении образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет» в рамках темы-задания лаборатории инновационной педагогики «Эколого-гигиенические аспекты здоровья студентов-медиков». Была разработана анкета, состоящая из 15 закрытых вопросов, касающихся рациона питания респондентов, а также его качества и безопасности с учетом радиационной нагрузки.

В анкетировании приняли участие 199 студентов 2 курса лечебного факультета 2021-2022 учебного года, из которых 106 человек – жители Витебской области (ВО) (29 мужчин, 77 женщин), 68 человек – жители Могилевской области (МО) (22 мужчины, 46 женщин), 25 человек – жители Гомельской области (ГО) (5 мужчин, 20 женщин).

Статистическая обработка данных реализована на персональном компьютере IBM IntelPentium с помощью пакета статистических и графических программ MS Excel 2010.

**Результаты и их обсуждение.** Согласно опросу, большинство студентов проживало на территории Гомельской, Могилевской и Витебской областей с рождения, что составило 64%, 91,2%, 81,1%, соответственно. 16% респондентов ГО, 7,4% МО, 5,7% ВО проживали на указанных территориях более 10 лет. 84% опрошенных Гомельской области информированы о том, что проживают на территориях, пострадавших в результате аварии на ЧАЭС. В Могилевской и Витебской областях эти значения составили 55,9% и 18% соответственно. 16% респондентов из Гомельской, 19,1% из Могилевской, 8,4% из Витебской областей не знают, относится ли место их проживания к пострадавшей от аварии на ЧАЭС части Республики Беларусь. 73,6% анкетированных ВО и 25% МО точно знают, что проживают на территориях, не относящихся к загрязненным в результате аварии на ЧАЭС.

68% респондентов ГО потребляют местные продукты питания, а студенты ВО и МО – на 13% и 11% соответственно меньше. Не знают о происхождении потребляемых продуктов 22,6%

из Витебской, 16% – из Гомельской и 11,8% студентов из Могилевской области. 12 человек (16%) опрошенных ГО не употребляют продукты, выращенные на данных территориях. В ВО и МО в 1,87 и 1,4 раза соответственно больше респондентов не употребляют местные продукты по сравнению со студентами ГО.

Пектиносодержащие продукты (груша, свекла, перец, морковь, тыква, крыжовник, клюква, черешня, яблоки, мармелад, зефир), снижающие всасывание и связывание радионуклидов в желудочно-кишечном тракте, входят в рацион только 5 (8%) студентов Гомельской области ежедневно, и в 2 и 1,65 раз больше у анкетированных из Витебской и Могилевской областей. Большинство опрошенных (48% ГО, 42,5% ВО, 39,7% МО) потребляют эти продукты 2-3 раза в неделю, 28,8%, 26,5%, 12% студентов соответственно – 1 раз в неделю, 12,3%, 20,6%, 32% анкетированных соответственно – употребляют редко.

Антоцианы, выполняющие ту же функцию, что и пектиносодержащие продукты, и содержащиеся в черноплодной рябине, сливе, черной смородине, винограде, вишне, студенты потребляют в основном редко – 88% в ГО и на 9,6% и 3% меньше в ВО и МО соответственно, по сравнению с анкетированными из ГО. 6,6%, 2,9%, 8% опрошенных соответственно в ВО, МО и ГО потребляют антоцианы 2-3 раза в неделю, 12,2%, 28%, 4% - 1 раз в неделю, 2,8%, 1,5%, 0% – ежедневно.

Продукты с содержанием пищевых волокон и фитатов – овощи, орехи, семена, бобовые, цельное зерно, адсорбирующие и выводящие радионуклиды, входят в состав ежедневного рациона 14 человек (28%) из ГО, в 1,5 и 2,1 раза меньше у студентов из ВО и МО соответственно, по сравнению с ГО. Большинство анкетированных (32-46%) исследуемых областей потребляют эти продукты 2-3 раза в неделю.

Источники калия (курага, изюм, чернослив, орехи, лимон, фасоль, картофель, овсяная крупа, яблоки, томаты) и кальция (молоко и молочные продукты, яйца, бобовые, зеленый лук, укроп, шпинат), а также железа (мясо, рыба, зеленые овощи, ржаной хлеб, семена подсолнечника, яблоки, изюм), участвуют в реакциях конкурентного замещения радионуклидов. Жители ГО чаще потребляют продукты, содержащие калий, кальций и железо (48%, 80%,

68%), меньше входит таких продуктов в рацион студентов ВО (46%, 61%, 66%), а также МО (41%, 59%, 74%).

Продукты, богатые растительными жирами: масла (оливковое, подсолнечное, рапсовое и др.), орехи (миндаль, арахис, фундук, фисташки), семена (тыквы, кунжута, льна), авокадо, которые обладают антиоксидантными свойствами и предотвращающие перекисное окисление липидов, тем самым блокируя повреждение биологических молекул, входят в состав ежедневного рациона у 32% опрошенных из ГО. В ВО и МО на 3% и 5,5% соответственно меньше человек употребляют эти продукты ежедневно по сравнению с анкетизируемыми из ГО. 2-3 раза в неделю их употребляют 32%, 29,4%, 28%, 1 раз в неделю – 16%, 14,7%, 20%, редко – 19%, 27,9%, 20% респондентов соответственно ВО, МО, ГО.

Грибы, обладающие наибольшей удельной активностью по цезию-137 и калию-40 по сравнению с другими продуктами из этих же областей [4] входят в рацион редко у 21 респондента (84%) ГО и 44 человек (68%) МО, и в 2,4 раза меньше у опрошенных из ВО. Однако 1 раз в неделю их употребляют 12% ГО, столько же из ВО и на 2% больше опрошенных из МО по сравнению с анкетизируемыми ГО. 2-3 раза в неделю употребляют грибы 7,4%, 4%, 4,7% студентов соответственно ГО, МО, ВО. Лесные ягоды также не входят в ежедневный рацион всех опрошенных. Большинство употребляет лесные ягоды редко – 96% жителей ГО, на 15% и 13,6% меньше респондентов ВО и МО соответственно по сравнению со студентами ГО. 2-3 раза в неделю едят лесные ягоды 5,7%, 8,8%, 4%, 1 раз в неделю – 0%, 8,8%, 13,3% студентов соответственно в Гомельской, Могилевской и Витебской области.

Для повышения адаптивных возможностей организма рекомендуется периодическое применение БАДов и витаминно-минеральных комплексов, которые респонденты употребляют в большинстве случаев 1-2 раза в год – 11 (44%) анкетизируемых из ГО, столько же из ВО и в 2 раза больше из МО, по сравнению с опрошенными из ГО. 3-4 раза в год используют БАДы и витамины 10,4%, 17,6%, 28%, 1 раз в 2 года – 12,3%, 8,8%, 8% студентов ВО, МО, ГО соответственно. Данные комплексы не применяют вовсе 24,5% опрошенных из Витебской области, 22,5% из Могилевской и 20% из Гомельской области.

Потребляемые продукты, особенно выращенные на территориях пострадавших в результате аварии на ЧАЭС, должны проходить обязательный радиологический контроль. Как выяснилось, большинство респондентов (17 человек (68%) из ГО, в 1,5 и 2,1 раза больше из МО и ВО соответственно по сравнению с ГО) не знают о прохождении потребляемых ими продуктов радиологического контроля. Однако 7 респондентов (28%) из ГО, в 1,2 и 2 раза меньше из МО и ВО соответственно по сравнению с ГО, уверены, что потребляют продукты прошедшие радиологический контроль. 11,3% опрошенных ВО, 8,8% МО и 12% ГО знают, что продукты не проходят радиологический контроль.

Таким образом, в большинстве своем в рационы питания студентов, длительное время проживающих в Гомельской, Могилевской и Витебской областях (в том числе пострадавших в результате аварии на ЧАЭС), входят продукты местного производства, не всегда проходящие радиологический контроль. Респонденты включают в свой рацион продукты питания, содержащие пектины и антоцианы, пищевые волокна и фитаты, однако в недостаточном количестве для обезвреживания ими радионуклидов, поступающих перорально. Достаточное потребление продуктов, богатых калием, кальцием и железом и небольшой процент потребления студентами лесных ягод и грибов можно рассматривать как положительный момент в предотвращении влияния радионуклидов на организм. БАДы и витаминно-минеральные комплексы используются респондентами относительно редко и процент их применяющих недостаточно высок.

В дальнейшем следует отметить необходимость проведения профилактических мероприятий, включающих в себя рекомендации по рациональному и превентивному питанию, а именно: включение в рационы продуктов, богатых пектинами (груша, свекла, перец, морковь и т. д.), фитатами, антоцианами и пищевыми волокнами (овоши, орехи, семена, бобовые,), продуктов, содержащих достаточное количество калия, кальция и железа (курага, мясо, молоко и т. д.). Рекомендуется исключить из рациона продукты, богатые жирами, и заменить их продуктами, содержащими полноценный белок. Вдобавок к пищевым продуктам следует принимать витаминно-минеральные комплексы и БАДы.

## **Выводы:**

1. Большинство респондентов (60%) потребляют продукты местного производства из Гомельской, Могилевской и Витебской областей (в том числе пострадавших в результате аварии на ЧАЭС) и не осведомлено в прохождении потребляемыми продуктами радиологического контроля, что повышает вероятность внутреннего облучения, обусловленного пероральным поступлением радионуклидов.

2. Меньшая часть опрошенных (12,7%) включают в ежедневный рацион продукты, содержащие пектин и антоцианы, пищевые волокна и фитаты. Данные продукты являются обязательными в рационе лиц, проживающих на загрязненных территориях, с целью профилактики лучевых поражений, обеспечивая связывание и выведение радионуклидов. Большинство (87,3%) употребляет их редко или же 2-3 раза в неделю.

3. Продукты, являющиеся источниками калия, кальция и железа, а также продукты богатые растительными жирами входят в ежедневный рацион большинства студентов (66,7%). Следует отметить, что их достаточное потребление, оказывает положительное влияние на защитное действие и адаптивные возможности организма к вредным факторам окружающей среды, в том числе и к действию ионизирующего излучения.

4. Грибы и лесные ягоды студенты употребляют редко (81,8%). Из этого следует, что возможное влияние внутреннего облучения радионуклидов, содержащихся в грибах и ягодах, на организм резко ограничено.

5. 47% респондентов применяют БАДы и витаминно-минеральные комплексы 1-2 раза в год или же не употребляют вовсе. В целях повышения адаптивных возможностей организма необходимо рекомендовать населению периодическое применение витаминно-минеральных комплексов и БАДов.

6. Для минимизации риска внутреннего облучения населения следует проводить профилактические мероприятия, особое внимание уделяя рекомендациям по рациональному и превентивному питанию.

## **Литература**

1. Бурак, И. И. Гигиена : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. / И. И. Бурак, Н. И. Миклис. – Витебск : ВГМУ, 2017. – Ч. 1 – 323 с.

2. Стожаров, А. Н. Радиационная медицина : учеб. пособие / А. Н. Стожаров [и др.] ; под общ. ред. проф. А. Н. Стожарова. – Мн. : МГМИ, 2000. – 154 с.

3. Бурак, И. И. Радиационная медицина : пособие : в 2 ч. / И. И. Бурак, О. А. Черкасова, С. В. Григорьева, Н. И. Миклис. – Витебск : ВГМУ, 2018. – Ч. 1 – 210 с.

4. Клячек, З. А. Радиологический контроль продуктов питания Гомельской, Могилевской и Витебской областей / З. А. Клячек, Ю. В. Лукьянова // Актуальные вопросы современной медицины и фармации: материалы 74-й научно-практической конференции студентов и молодых ученых, 27-28 апреля 2022 г., г. Витебск. – Витебск : ВГМУ, 2022. – С. 436–440.

## **ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ПАЦИЕНТОК С КЛИМАКТЕРИЧЕСКИМИ ПРОЯВЛЕНИЯМИ**

**Милош Т.С., Александрович А.С.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Патология климактерия представляет собой сложную мультидисциплинарную проблему, как для врача любой специальности, так и для пациента. На фоне гипоестрогении у женщин начинает развиваться широкий спектр заболеваний – артериальная гипертензия, дислипидемия, ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет 2-го типа, желчнокаменная болезнь, а также психосоматические расстройства, депрессия. Обычно женщина уже в начале климактерического периода имеет несколько соматических (коморбидных) заболеваний.

Более значимы последствия для женщин с удаленными яичниками (УЯ) с формированием постовариэктомического синдрома. Состояние прооперированных пациенток в возрасте после 40 лет достоверно чаще сопровождается нарушениями метаболическими, микроциркуляции, которые взаимосвязаны с изменениями кардиогемодинамики [1, 6].

В ходе анализа литературы установлено, что прогрессирующие сердечно-сосудистых заболеваний у женщин в менопаузе (МП), особенно на начальных этапах, рост числа инфарктов миокарда и ишемических инсультов, наблюдающихся при недостатке половых гормонов у женщин, обусловлен эндотелиальной дисфункцией, одним из маркеров которой является нарушение эндотелийзависимой вазодилатации [2].

Несмотря на многочисленные исследования, выполненные в нашей стране и за рубежом, нет общепринятого алгоритма диагностики и профилактики сердечно-сосудистой патологии у женщин с недостатком половых гормонов. Необходимо выполнение дальнейших исследований в этом направлении.

**Цель.** Изучить особенности соматической патологии и возможность диагностики пациенток с климактерическими проявлениями.

**Материалы и методы исследования.** В настоящей работе представлены результаты обследования, выполненные на базе кафедр акушерства и гинекологии, лучевой диагностики и лучевой терапии УО «Гродненский государственный медицинский университет, УЗ «Гродненский областной клинический перинатальный центр», УЗ «Городская клиническая больница № 4» г. Гродно. Обследовано 200 женщин перименопаузального возраста, разделенных на три группы.

Критериями включения пациенток в I группу (88 женщин с УЯ) были: возраст 44-57 лет, в анамнезе тотальная аднексэктомия с гистерэктомией либо изолированное удаление обоих яичников. Средний возраст пациенток при обследовании составил 51 (49; 53) год, возраст проведения оперативного вмешательства –  $49,1 \pm 3,1$  года, длительность менопаузы – давность операции от 1 года до 5 лет; наличие климактерических симптомов (КС).

II группа обследования (65 женщин) – естественная менопауза (ЕМ): возраст 44-57 лет, аменорея 1 год и более, наличие КС. Средний возраст пациенток на момент обследования составил 50 (48; 52) года лет, длительность менопаузы – от 1 года до 5 лет, наличие КС.

Контрольную группу составили 47 женщин: возраст 43-55 лет, наличие менструаций, их средний возраст – 46 (44; 50) лет, у которых возрастная перестройка протекала без осложнений.

Критерии исключения из исследования: АГ 3-й степени по классификации ВОЗ/МОАГ, 1999 (уровень сАД  $\geq 180$  мм рт. ст. и/или дАД  $\geq 110$  мм рт. ст.), симптоматическая АГ, ишемическая болезнь сердца, атеросклероз сосудов головного мозга, периферических артерий, сердечная недостаточность; бронхиальная астма и тяжелые заболевания легких, сопровождающиеся дыхательной недостаточностью; печеночная и почечная недостаточность; сахарный диабет, заболевания щитовидной железы, протекающие с нарушениями ее функции; мигрень, эпилепсия, нарушения мозгового кровообращения в анамнезе.

У всех женщин были изучены соматические данные, для определения степени тяжести климактерия рассчитывался индекс Купермана. Индекс коморбидности (ИК) определялся по шкале Чарлсон [3].

Для изучения функции эндотелия использовалась проба с реактивной гиперемией в ответ на увеличивающийся поток крови – эндотелийзависимая реакция [4, 5]. Для исследования плечевая артерия (ПА) лоцировалась на правой верхней конечности в продольном сечении на 2-10 см выше локтевого сгиба. Ее диаметр измеряли от передней до задней линии, разделяющей мышечную и адвентициальную оболочки сосуда. Исследование проводилось в триплексном режиме (В-режим, цветное доплеровское картирование потока, спектральный анализ доплеровского сдвига частот). Изменения диаметра правой ПА оценивались с помощью линейного датчика 12 МГц с фазированной решеткой ультразвуковой системы GE Voluson 730 EXPERT (США).

Исследование выполняли в положении лежа на спине. В исходном состоянии измеряли диаметр артерии (D) и скорости артериального кровотока (V). При анализе доплеровской кривой оценивались следующие показатели: максимальная систолическая и конечно-диастолическая скорость кровотока, систоло-диастолическое соотношение (S/D), пульсационный индекс (Pi), индекс резистентности (Ri). Пациентке аускультативным способом измеряли артериальное давление (АД): для получения увеличенного кровотока вокруг плеча накладывали манжету сфигмоманометра (выше места локации ПА) и на 5 минут накачивали ее до давления, на 50 мм рт. ст. превышающего систолическое АД. Сразу после

выпуска воздуха из манжеты в течение первых 15-20 секунд измеряли скорость кровотока в ПА и записывали диаметр ПА. Изменения диаметра сосуда и скорости кровотока при реактивной гиперемии определяли в процентном отношении к исходной величине.

Для сравнения результатов исследования функции эндотелия использовался параметр напряжения сдвига на эндотелии. Напряжение сдвига на эндотелии ( $t$ ) вычисляли по формуле (1):

$$t=4\eta V/D, \quad (1)$$

где  $\eta$  – вязкость крови (в среднем 0,05 Пз);

$V$  – максимальная скорость кровотока,  $D$  – диаметр ПА.

По этой формуле (1) вычисляли исходное напряжение сдвига  $t_0$  и напряжение сдвига при реактивной гиперемии  $t_1$ .

Для оценки сосудодвигательной функции эндотелия при проведении пробы с реактивной гиперемией рассчитывался коэффициент чувствительности ПА к напряжению сдвига на эндотелии – способность к дилатации ( $K$ ) по формуле (2):

$$K=(\Delta D/D_0)/(\Delta t/t_0), \quad (2)$$

где  $\Delta D$  – изменение диаметра ПА;

$D_0$  – исходный диаметр ПА;

$\Delta t$  – изменение напряжения сдвига при соответствующем ему изменении диаметра ПА;

$t_0$  – исходное напряжения сдвига при соответствующем ему исходном диаметре ПА.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программы «Statistica 10» и RStudio. После проверки данных на нормальность, с помощью критерия Шапиро-Уилка (Shapiro-Wilk) описывали численные переменные при помощи минимума, максимума, медианы ( $Me$ ), первого и третьего квартилей ( $Q1$  и  $Q3$ ), среднего арифметического и стандартного отклонения (указываемых как  $M \pm m$ ). Сравнение численной переменной между 3 группами проводилось при помощи непараметрического критерия Н-Краскела-Уоллиса. Для оценки статистической значимости различий при неравномерном распределении признака для сравнения 2 независимых групп использовался U-критерий Манна-Уитни.

**Результаты и их обсуждение.** Участники исследования – 200 женщин в возрасте от 43 до 55 лет. Возраст наступления менопаузы в 1-й группе 50 (48;53), во 2-ей группе 48 (45;51).

Для всех пациенток рассчитывался ИК Чарлсона. Было выявлено, что сочетание двух и более патологий чаще отмечается у прооперированных пациенток и женщин с ЕМ. Установлено, что три и более заболевания отмечались у 33,7% прооперированных женщин, в 20,9% в естественной менопаузе, и в 3,3% в контрольной группе. Среднее значение ИК Чарлсона в общей группе – 2,4 (2,0; 3,1) балла.

Выявлена сильная корреляционная зависимость между ИК и возрастом пациенток ( $r=0,78$ ;  $p<0,05$ ), а также между ИК и длительностью наступления менопаузы ( $r=0,74$ ;  $p<0,05$ ).

Индекс Купермана у прооперированных пациенток составил в среднем 38 (28;45) баллов (умеренная степень тяжести климактерия), с ЕМ – 27 (23;36) баллов (умеренная степень тяжести климактерия). Таким образом, у прооперированных пациенток определяется нарастание симптомов и более тяжелое течение климактерия.

В ходе оценки сосудодвигательной функции эндотелия при проведении пробы с реактивной гиперемией установлено, что различий исходного диаметра ПА, исходной скорости кровотока, S/D,  $P_i$ ,  $R_i$  и уровню напряжения сдвига при соответствующем ему исходном диаметре ПА между здоровыми женщинами с сохраненным менструальным циклом, женщинами с физиологической и хирургической МП не выявлено.

После реактивной гиперемии у прооперированных женщин диаметр ПА уменьшился на 10,5% ( $p<0,05$ ), скорость кровотока снизилась на 3,0%. Кроме того, в ходе проведения пробы с реактивной гиперемией уровень напряжения сдвига при соответствующем ему диаметре ПА составил 12,31(11,89; 14.1), что на 16,3% ниже ( $p<0,05$ ), чем у интактных женщин 14,71(14.1; 15.62).

У пациенток с физиологической менопаузой после реактивной гиперемии диаметр ПА уменьшился на 7,9% ( $p<0,05$ ), скорость кровотока имела тенденцию к повышению лишь на 3,4% ( $p>0,05$ ).

Более значимо был изменен у женщин с УЯ коэффициент способности к дилатации (К), который определяет чувствительность ПА к напряжению сдвига на эндотелии. Эта величина указывает насколько идеальна регуляция радиуса/диаметра артерии по напряжению

сдвига и зависит в основном от релаксирующих свойств сосуда. Указанный  $K$  у прооперированных пациенток составил  $-0,63$  ( $-1,8;0$ ), что в 1,4 раза меньше ( $p=0,0070^{**}$ ), чем у контрольных женщин  $0,44$  ( $0,29; 0,75$ ), свидетельствуя о полной утрате регуляции диаметра артерии по напряжению сдвига. Наряду с этим у участниц с физиологической МП уровень  $K$  снизился на  $4,5\%$  в сравнении с контрольными участницами ( $p<0,05$ ) и стремился к снижению в сравнении с прооперированными женщинами ( $p>0,05$ ).

Выявлено, что у женщин с тотальной овариэктомией показатель напряжения сдвига  $t_0$  положительно коррелировал с максимальной скоростью кровотока исходной –  $V_{max0}$  ( $p<0,001$ ,  $r=0,952^{**}$ ) и после реактивной гиперемии  $V_{max1}$  ( $p<0,05$ ,  $r=0,719^*$ ) и диаметром ПА исходным –  $D_{0исх}$  ( $p<0,05$ ,  $r=0,790^*$ ). При этом  $V_{max0}$  положительно коррелировал с  $D_{0исх}$  ( $p<0,05$ ,  $r=0,898^{**}$ ). У пациенток с ЕМ показатель изменения напряжения сдвига  $\Delta t$  положительно коррелировал с показателем способности к дилатации ( $p<0,05$ ,  $r=0,489^*$ ) и отрицательно коррелировал с  $D_{0исх}$  ( $p<0,001$ ,  $r=-0,532^{**}$ ).

**Выводы.** Таким образом, частота экстрагенитальной патологии выше среди прооперированных пациенток и с естественным угасанием репродуктивной функции, в сравнении с практически здоровыми женщинами.

Установлено снижение коэффициента способности к дилатации, наиболее значимо среди пациенток с удаленными яичниками в сравнении с пациентками с физиологической менопаузой. Полученное отрицательное значение коэффициента чувствительности плечевой артерии к напряжению сдвига на эндотелии свидетельствует о максимально выраженной дисфункции эндотелия у женщин с удаленными яичниками.

Многопрофильность соматической патологии и климактерические расстройства, развивающиеся на фоне гормонального дисбаланса и сосудодвигательной дисфункции эндотелия, требуют совместных усилий врачей разных специальностей, направленных на профилактику этих нарушений у каждой пациентки в этот период.

### Литература

1. Пустотина, З. М. Ремоделирование левого желудочка у женщин с хирургической менопаузой / З. М. Пустотина, Н. В. Ларева. – Сердечная недостаточность. – 2013. – Т. 14., № 1 (75). – С. 29–33.

2. Толстов, С. Н. Нарушения функциональной активности эндотелия и возможности их коррекции у женщин в ранней постменопаузе / С. Н. Толстов, И. А. Салов, А. П. Ребров. – Рациональная фармакотерапия в кардиологии, 2017. – Т. 13, № 2. – С. 191–196.

3. Charlson, M. E. A new method of classifying prognostic comorbidity in longitudinal studies: development and validation / M. E. Charlson [et al.]. – J. Chron Dis, 1987. – Vol. 40. – P. 373–383.

4. Иванова, О. В. Определение чувствительности плечевой артерии к напряжению сдвига на эндотелии как метод оценки состояния эндотелийзависимой вазодилатации с помощью ультразвука высокого разрешения у больных с артериальной гипертонией / О. В. Иванова [и др.]. – Кардиология, 1998 – № 3. – С. 37–41.

5. Celermajer, D. S. Noninvasive detection of endothelial dysfunction in children and adults at risk of atherosclerosis / D. S. Celermajer [et al.]. – Lancet, 1992. – Vol. 340, № 8828. – P. 1111-1115.

6. Aleksandrovich, A. S. Study of the modern epidemiological situation in the Republic of Belarus on thyroid pathology / A. S. Aleksandrovich, T. I. Zimatkina, E. V. Volchiok // Научные исследования XXI века. – 2020. – № 6(8). – С.387–390.

## **РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ДИСТРОФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЫШЕЧНО- СУХОЖИЛЬНОГО ПЕРЕХОДА У БИОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ: СОПОСТАВЛЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

**Назаренко И.В.<sup>1</sup>, Ачинович С.Л.<sup>2</sup>, Веялкина Н.Н.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет»,

<sup>2</sup>УЗ «Гомельский областной клинический онкологический диспансер»,

<sup>3</sup>ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,

г. Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Дистрофические изменения мышечно-сухожильного перехода (МСП), возникающие в результате функциональной перегрузки явление распространенное, однако редко диагностируемое. Диагноз при указанной патологии ставится, как правило, клинически и подтверждается в лучшем случае

диагностической блокадой [1]. Других, более надежных способов диагностики пока не предложено. Отсюда и необходимость разработки соответствующих диагностических критериев (прежде всего, лучевых). Однако для решения этой задачи необходима биологическая модель, позволяющая смоделировать дистрофические изменения в области МСП без травмирующего или раздражающего воздействия. И таким условиям, как представляется, соответствует модель радиационно-обусловленных дистрофических изменений мышц и сухожилий у крыс.

**Цель исследования.** Оценить возможность применения рентгеновского излучения для моделирования дистрофических изменений мышечно-сухожильного перехода у биологических моделей (крыс).

**Материал и методы исследования.** Работа выполнялась в рамках Государственной программы научных исследований на 2021–2025 гг. «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограмма 3 «Радиация и биологические системы» в рамках «Разработать критерии оценки радиационно-индуцированных изменений ткани внутренней среды, основанной на анализе структуры и механических свойств клеточного компонента на моделях *in vitro* и *in vivo*».

Объектом исследования были модельные животные (6 крыс). До начала эксперимента было получено одобрение комитета по этике УО «Гомельский государственный медицинский университет» на проведение исследования (протокол № 2 от 24.03.2021 г). Все экспериментальные работы с лабораторными животными выполнялись в соответствии с общепринятыми нормами обращения с животными и правилами Директивы 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского Союза по охране животных, используемых в научных целях, от 22.09.2010 г.

Облучение животных проводилось в режиме 10 Гр. и 20 Гр. на установке облучения биологического назначения X-RAD 320 Precision X-ray Inc (напряжение на трубке – 320 кВ, мощность дозы – 98,8 сГр/мин, фильтр № 1 (2 мм Al) расстояние до объекта – 50 см) в дозах 10 Гр и 20 Гр. Перед процедурой облучения животные седатировались. Участки, не подлежащие облучению, экранировались просвинцованной рентгенозащитной резиной. Видео-

контроль адекватности положения животных осуществлялся в течение всего времени облучения.

Ультразвуковое исследование задних конечностей крыс проводилось на ультразвуковом сканере экспертного класса Mindray DC-80 (применялся линейный датчик с рабочей частотой 18-20 МГц) через 3 недели после ионизирующего воздействия. Оценка состояния МСП проводилась в В-режиме.

Из эксперимента животных выводили путем передозировки тиопенталом натрия. Фрагменты тканей фиксировались в 10% забуференном формалине и подвергались стандартной парафиновой проводке: проводились через батарею спиртов, ксилол, парафин. Были выполнены гистологические срезы толщиной 4 мкм, гистологические препараты окрашивались гематоксилином и эозином. Гистологические препараты фотографировались в 5 полях зрения (объектив 10) и в 5 полях зрения (объектив 40) при помощи цифровой камеры Olympus SC20 с разрешением 1596×1196 пикселей. Для оценки гистологических препаратов использовался микроскоп Olympus CX41 RF. Площадь поля зрения исследуемого изображения – 190816  $\mu\text{m}^2$  (объектив 10) и 119301  $\mu\text{m}^2$  (объектив 40) [2].

Иммуногистохимическое исследование выполнялось с помощью системы визуализации Novolink Max Polymer Detection System (BOND Leica Biosystems (UK)). В качестве хромогена применялся диаминобензидин. Использовались первичные моноклональные антитела корпорации DAKO Agilent Pathology Solutions (USA) к Collagen IV (клон CIV22). Количественная оценка уровня экспрессии Collagen IV выполнялась с использованием программы для морфометрии Aperio Image Scope (алгоритма «positive pixel count») путем анализа цифрового изображения, полученного с помощью микроскопа и фотокамеры (увеличение: объектив ×40), минимальное количество полей зрения – 5. Оценка результатов анализа проводилась по распространенности и интенсивности коричневой окраски продуктов реакции ДАБ. Для количественной оценки рассчитывались индексы интенсивности: индекс интенсивности в иммунопозитивных участках (Iwavg); общий индекс интенсивности (Iavg) [3].

Статистический анализ проводился с применением пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., США, лицензия №АХХR012E839529FA).

## **Результаты исследования и их обсуждение.**

*Оценка морфологического паттерна МСП экранированной конечности и конечности, подвергшейся облучению в разных режимах.*

Площадь (мкм<sup>2</sup>) клеточных элементов (поглощенная доза: 0 Гр, 10 Гр, 20 Гр соответственно): 68,2 (67,2; 71,1); 57,15 (56,23; 58,6); 49,2 (45,7; 51,3).

Площадь (мкм<sup>2</sup>) ядер (поглощенная доза: 0 Гр, 10 Гр, 20 Гр соответственно): 26,4 (24,62; 29,6); 19,6 (18,9; 21,5); 18,2 (16,4; 20,8).

Показатели экспрессии коллагена 4 типа сухожильной части (Iavg Col IV): 189,2 (185,5; 191,1); 185,1 (183,5; 186,9); 169,24 (165,2; 171,1).

Показатели экспрессии коллагена 4 типа мышечной части (Iavg Col IV): 182,6 (180,5; 183,1); 167,2 (164,5; 169,3); 175,5 (173,5; 178,1).

Показатели экспрессии коллагена 4 типа сухожильной части (Iwavg Col IV): 194,6 (192,3; 197,7); 186,96 (185,6; 187,2); 172,3 (167,2; 174,6).

Показатели экспрессии коллагена 4 типа мышечной части (Iwavg Col IV): 182,7 (181,6; 184,3); 168,1 (165,3; 169,2); 176,6 (174,7; 178,3).

*Сопоставление гистологических и иммуногистохимических данных мышечной и сухожильной части МСП при различных дозовых нагрузках*

Соотношение цитоморфометрических показателей (площадь клеточных элементов в фрагменте сухожильной части): 0 Гр / 10 Гр –  $p=0,02$ ; 0 Гр / 20 Гр –  $p=0,001$ .

Соотношение цитоморфометрических показателей (площадь ядер в мышечной части): 0 Гр / 10 Гр –  $p=0,014$ ; 0 Гр / 20 Гр –  $p=0,012$ .

Соотношение показателей экспрессии Iavg Col IV в фрагменте сухожильной части: 0 Гр / 10 Гр –  $p=0,044$ ; 0 Гр / 20 Гр –  $p=0,0002$ .

Соотношение показателей экспрессии Iavg Col IV в фрагменте мышечной части: 0 Гр / 10 Гр –  $p=0,0007$ ; 0 Гр / 20 Гр –  $p=0,015$ .

Соотношение показателей экспрессии Iwavg Col IV в фрагменте сухожильной части: 0 Гр / 10 Гр –  $p=0,05$ ; 0 Гр / 20 Гр –  $p=0,02$ .

Соотношение показателей экспрессии Iwavg Col IV в фрагменте мышечной части: 0 Гр / 10 Гр –  $p=0,0004$ ; 0 Гр / 20 Гр –  $p=0,008$ .

*Сопоставление ультразвукового (УЗ) и гистологического паттерна МСП экранированной конечности*

УЗ-паттерн сухожильной части МСП был следующим: контуры сухожильной части были четкие, текстура была фибриллярной.

УЗ-паттерн мышечной части МСП был следующим (продольное сечение): четко дифференцировались экзогенные линейные структуры перимизиума с прослойками гипзоэкзогенных мышечных пучков.

Указанному УЗ-паттерну сухожильной и мышечной части МСП соответствовали следующие гистологические и иммуногистохимические данные: теноциты в области прикрепления имели несколько полиморфные ядра с зернистым хроматином, широкий ободок цитоплазмы. В других участках сухожилия теноциты были вытянутой формы с гиперхромными ядрами, узким ободком цитоплазмы. Тенденция к формированию ядерных симпластов была слабо выражена и определялась только в единичных поперечно-полосатых мышечных волокнах.

*Сопоставление ультразвукового (УЗ) и гистологического паттерна МСП, подвергшегося облучению (поглощенная доза 10 Гр)*

УЗ-паттерн сухожильной части МСП был следующим: контуры сухожильной части были нечеткими, фибриллярные волокна как бы подчеркнутым, сохраняя при этом целостность, выявлялись мелкие участки пониженной экзогенности в толще сухожилия.

УЗ-паттерн мышечной части МСП был следующим: отмечалось нарушение дифференцировки между перимизиумом и мышечными пучками (вследствие понижения экзогенности перимизиума и повышения экзогенности мышечных пучков).

Указанному УЗ-паттерну сухожильной и мышечной части МСП соответствовали следующие гистологические и иммуногистохимические данные: теноциты в области прикрепления приобретали изогнутую форму, несколько вытянутые ядра с зернистым хроматином, кроме того, встречались теноциты с гиперхромными ядрами и узким ободком цитоплазмы. Ядра в поперечно-полосатых

мышечных волокнах при этом имели тенденцию к формированию симпластов.

*Сопоставление ультразвукового (УЗ) и гистологического паттерна МСП подвергшегося облучению (поглощенная доза 20 Гр)*

УЗ-паттерн сухожильной части был следующим: контуры сухожилия были нечеткими, отмечалась смазанность и прерывистость фибриллярного паттерна. УЗ-паттерн мышечной части МСП был следующим: отмечалась нечеткость контуров перимизима, повышение эхогенности и прерывистость пучков мышечных волокон в сочетании с мелкими участками пониженной эхогенности (участками лимфоидной инфильтрации).

Указанному УЗ-паттерну сухожильной и мышечной части МСП соответствовали следующие гистологические и иммуногистохимические данные: теноциты в области прикрепления имели вариабельную форму, выявлялись полиморфные гиперхромные ядра с грубым глыбчатым хроматином, коллагеновые волокна были грубыми, разволокненными с формированием неправильной формы щелевидных пространств. Ядра в поперечнополосатых мышечных волокнах были укороченными, неправильной формы, местами с признаками апоптоза и формируют симпласты. Поперечнополосатая исчерченность определялась плохо. В области МСП отмечалось разрастание жировой ткани и мелких сосудов (венул). Периваскулярно определялись рассеянные лимфоциты, плазмоциты, макрофаги, которые на отдельных участках инфильтрировали мышечные волокна.

Таким образом, нарастание величины поглощенной дозы сопровождалось снижением клеточности в сухожильной части МСП и увеличением площади ядер в мышечной части. Параллельно с этим отмечалось снижение экспрессии коллагена IV типа в мышечной и сухожильной части при поглощенной дозе 10 Гр. При тендино- и лигаментопатии аналогичное явление наблюдалось в стадию реактивных и потенциально обратимых изменений [4]. Этот феномен может быть объяснен истощением и/или гибелью клеток, отвечающих за синтез коллагена (данные, дающие основания так полагать, были получены ранее при изучении дистрофических изменений в связках пояснично-крестцового отдела позвоночника, в дистрофически измененном межпозвонковом диске и мышцах иммобилизованных конечностей [4]).

Что же касается изменений, возникших при увеличении поглощенной дозы до 20 Гр, то это привело к снижению экспрессии коллагена IV типа в сухожильной части МСП и парадоксальному повышению экспрессии коллагена IV в мышечной части. Последнее можно объяснить массивным разрушением базальных мембран и запуском каскада нейрогенного воспаления [5]. Отсюда и предположение, что воздействие на зону МСП ионизирующего излучения приводит к кратковременному, а потому и не улавливаемому воспалительному ответу в сухожильной части МСП (с последующим нарастанием выраженности дистрофических изменений и снижением экспрессии коллагена IV типа) и, наоборот, к более длительному воспалительному ответу – в мышечной части (на УЗ-сканах это проявлялось нарушением дифференцировки между перимизиумом и мышечными пучками за счет отека и очаговой лимфоидной инфильтрацией).

В практическом плане вышеизложенное означает, что дозированная лучевая нагрузка позволяет смоделировать в зоне МСП изменения, соответствующие определенным фазам патологического процесса.

**Выводы.** Предложенная модель радиационно-индуцированного поражения МСП позволяет воспроизвести УЗ-паттерн, соответствующий определенным стадиям патологического континуума без травмирующего воздействия. При этом есть основания ожидать, что изменения в сухожильной части будут менее продолжительными, в отличие от мышечной части.

### Литература

1. Юрковский, А. М. Пояснично-крестцовые лигаментозы: новые подходы в проведении диагностических блокад под сонографическим контролем / А. М. Юрковский. – Новости медико-биологических наук. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 59–63.

2. Юрковский, А. М. Способ приготовления и окраски пленочных препаратов (фрагментов), состоящих из оформленной плотной волокнистой соединительной ткани / А. М. Юрковский, С. Л. Ачинович, И. В. Назаренко. – Проблемы здоровья и экологии, 2018. – № 2. – С. 43–47.

3. Юрковский, А. М. Иммуногистохимическая оценка выраженности дистрофических изменений подвздошно-поясничных, задних длинных крестцово-подвздошных и крестцово-бугорных связок:

возможности метода / А. М. Юрковский, И. В. Назаренко, С. Л. Ачинович. – Проблемы здоровья и экологии, 2017. – № 2. – С. 26–30.

4. Юрковский, А. М. Патологический континуум при пояснично-крестцовых лигаментозах : сопоставления данных сонографических и гистологических исследований / А. М. Юрковский. – Проблемы здоровья и экологии, 2020. – № 4. – С. 57–65.

5. Юрковский, А. М. Роль нейропептидов в патогенезе лигаменто- и тендинопатий и их возможное влияние на характер сонографического паттерна / А. М. Юрковский. – Проблемы здоровья и экологии, 2018. – № 1. – С. 4–8.

## **РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ДИСТРОФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛИННОЙ ЗАДНЕЙ КРЕСТЦОВО- ПОДВЗДОШНОЙ СВЯЗКИ: ПРЕДЕЛЫ И ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭЛАСТОГРАФИИ**

**Назаренко И.В., Юрковский А.М.**

УО «Гомельский государственный медицинский университет»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Возникновение боли внизу спины часто является следствием функциональных и дистрофических изменений опорно-двигательного аппарата. Структурами, способными (в случае их функциональной перегрузки или повреждения) функционировать как генераторы боли, являются связки пояснично-крестцового отдела позвоночника [1]. Чаще всего у пациентов с болью внизу спины выявляют патологию (дистрофическое поражение) длинной задней крестцово-подвздошной связки (ДЗКПС), реже подвздошно-поясничной, крестцово-бугорной, надостной и межостистых связок.

Диагностика БВС, обусловленного дистрофическим поражением ДЗКПС основывается на выявлении боли в месторасположении указанной связки, а также на выявлении изменений ее эхоструктуры (деорганизации фибриллярной текстуры и появлении гипоэхогенных участков) и изменений ее толщины (на уровне

поперечного бугорка S3) на симптоматической стороне (более чем на 20% по сравнению с контрлатеральной связкой) [2]. Однако перечисленные признаки, в частности, изменения эхо-структуры выявляются или в стадию потенциально-обратимых изменений, или в стадию необратимых изменений. Отсюда и интерес к возможностям компрессионной ультразвуковой эластографии (УЭГ), поскольку последняя способна существенно улучшить выявление ранних дистрофических изменений в ДЗКПС [2, 3].

**Цель исследования.** Оценить возможность применения компрессионной ультразвуковой эластографии для выявления ранних дистрофических изменений длинных задних крестцово-подвздошных связках.

**Материал и методы исследования.** Для достижения поставленной цели было проведено сопоставление данных ультразвукового исследования ДЗКПС (компрессионная УЭГ, УЭГ поперечной сдвиговой волны, В-режиме) 36 пациентов (возраст – 46,0 лет [23; 54] лет) с болью внизу спины (опытная группа) и 30 пациентов (возраст – 36,5 лет [29; 48]) без боли внизу спины (группа контроля).

Критерием включения пациентов в группу контроля было отсутствие в течение трех месяцев и более болевого синдрома в области, ограниченной 12-м ребром вверху и ягодичными складками внизу. Критерием включения пациентов в опытную группу было наличие боли внизу спины и наличие триггерной точки в  $20,0 \pm 5,0$  мм каудальнее задней верхней ости подвздошной кости на «симптоматической» стороне.

Ультразвуковое исследование ДЗКПС проводилось независимо друг от друга двумя специалистами по заранее согласованной схеме. Исследования проводились на ультразвуковом сканере экспертного класса Mindray DC-80 в В-режиме, в режиме компрессионной эластографии и в режиме S-Sharewave с определением индексов жесткости (в кПа и м/с) на различных участках ДЗКПС.

Верификация диагноза осуществлялась посредством диагностической блокады [4].

Статистический анализ проводился с использованием пакета прикладных программ MedCalc software, version 12.

**Результаты исследования и их обсуждение.** При исследовании 60 ДЗКПС в В-режиме в группе контроля изменений

фибриллярной текстуры и наличия гипозоногенных участков (ультразвукового эквивалента дистрофии межзубчатого вещества) ни у одного из обследованных пациентов выявлено не было. Однако при компрессионной УЭГ и УЭГ сдвиговой волны в 6 ДЗКПС (все пациенты относились к возрастному периоду 60–74 года) были выявлены признаки дистрофического поражения ДЗКПС (участки УЭГ-неоднородности структуры, снижение скорости распространения сдвиговой волны), соответствовавшие стадиям потенциально обратимых изменений [5]

При исследовании в В-режиме в опытной группе на симптоматической стороне были выявлены следующие изменения: нечеткость контуров связки (n=34); утолщение (>20% по сравнению с контрлатеральной) в области медиального края средней трети связки (n=31); дезорганизация фасцикулярной структуры (n=34); гипозоногенные участки в пределах связки (n=25).

При исследовании в режиме УЭГ поперечной сдвиговой волны на симптоматической стороне были выявлены следующие изменения: снижение скорости распространения сдвиговой волны (n=30); увеличение скорости распространения сдвиговой волны (n=6).

При исследовании в режиме компрессионной УЭГ на симптоматической стороне были выявлены следующие изменения: участки неоднородности структуры ДЗКПС (n=27) – УСЭ-эквивалент дистрофических изменений межзубчатого вещества. В 3 случаях (у пациентов с положительным «finger»-тестом) было отмечено наличие феномена «аномально малого пространства под ДЗКПС» в сочетании с зоной УСЭ-неоднородности (за счет отека подвязочного пространства). В 6 случаях изменений УСЭ-паттерна выявлено не было. Любопытно, что указанный результат был получен у пациентов с феноменом увеличенной скорости распространения сдвиговой волны в ДЗКПС (то есть у пациентов с УСЭ-паттерном, соответствующим стадии реактивных изменений) [5]. Последнее означает, что в стадию реактивных изменений компрессионная УЭГ может давать ложно отрицательные результаты.

Для оценки диагностической значимости компрессионной УЭГ при ДЗКПС-индуцированном БВС были проведены сопоставления показателей ее чувствительности, специфичности и прогностической ценности с показателями УЭГ поперечной сдвиговой

волны. Результаты приведены ниже (способ верификации – адресное введение анестетика).

Результаты оценки диагностической значимости критерия «неоднородность структуры ДЗКПС» при компрессионной УЭГ были следующими: AUC – 0,81 (95% ДИ (0,63–0,93)),  $p=0,0001$ ; индекс Юдена – 0,64, чувствительность – 90% (95% ДИ (0,69–0,99)),  $p=0,0001$ ; специфичность 74% (95% ДИ (0,56–0,99)),  $p=0,0001$ .

Результаты оценки диагностической значимости критерия «асимметрия параметров УЭГ поперечной сдвиговой волны >20%» между бессимптомной и симптоматической стороной были следующими (в кПа): AUC – 0,95 (95% ДИ (0,59–1,0)),  $p=0,0001$ ; индекс Юдена – 0,95; чувствительность – 99,0% (95% ДИ (59,0–100,0)),  $p=0,0001$ ; специфичность – 95,1% (95% ДИ (60,0–100,0)),  $p=0,0001$

Результаты оценки диагностической значимости критерия «асимметрия параметров УЭГ поперечной сдвиговой волны >20%» между бессимптомной и симптоматической стороной были следующими (в м/с): AUC – 0,95 (95% ДИ (0,63–1,0)),  $p=0,001$ ; индекс Юдена – 0,95; чувствительность – 98,8% (95% ДИ (60,0–100,0)),  $p=0,001$ ; специфичность – 95,0% (95% ДИ (58,0–100,0)),  $p=0,0001$ .

Как следует из представленных выше данных компрессионная УЭГ имеет (по сравнению с УЭГ поперечной сдвиговой волны) несколько меньшую чувствительность, специфичность и прогностическую ценность, тем не менее, она позволяет с достаточной уверенностью диагностировать ранние дистрофические изменения. А это особенно важно в случаях, когда невозможно дифференцировать (из-за одинаковой экзогенности) патологически измененную ткань от здоровой. Последнее как раз и было подтверждено результатами исследования группы контроля: так, в 6 случаях у пациентов из этой группы были выявлены участки УЭГ-неоднородности структуры и снижение скорости распространения сдвиговой волны. То есть при компрессионной УЭГ были выявлены признаки, соответствующие той стадии развития патологического процесса, в которую функциональная перегрузка может обернуться ДЗКПС-индуцированной БВС. Выходит, что компрессионная УЭГ также, как и УЭГ поперечной сдвиговой волны способна выявлять изменения ДЗКПС, предшествующие БНС.

**Выводы.** Компрессионная УЭГ позволяет выявлять участки дезорганизации структуры ДЗКПС в случаях, когда стандартное исследование в В-режиме не выявляет изменений структуры указанной связки; применительно к ДЗКПС компрессионная УЭГ имеет сопоставимые с УЭГ сдвиговой волны показатели чувствительности (90%), но более низкие показатели специфичности (74%) и прогностической ценности (81%), что позволяет с достаточной уверенностью диагностировать ранние дистрофические изменения ДЗКПС; наличие клинических признаков, предполагающих ДЗКПС-индуцированную БНС, при отсутствии структурных изменений в В-режиме, следует считать основанием для проведения компрессионной УЭГ с целью выявления локального (нераспространенного) дистрофического поражения ДЗКПС.

### Литература

1. Panjabi, M. M. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction / M. M. Panjabi. – Eur. Spine J, 2006. – Vol. 15, № 5. – P. 668–676.

2. Юрковский, А. М. Пояснично-крестцовые лигаментозы: диагностические возможности соноэластографии / А. М. Юрковский. – Мед. новости, 2021. – № 1. – С. 78–80.

3. Юрковский, А. М. Соноэластография сухожилий и связок: диагностические возможности метода / А. М. Юрковский. – Журн. Гродн. гос. мед. ун-та, 2012. – № 2. – С. 11–15.

4. Юрковский, А. М. Результаты диагностической блокады в области задней длинной крестцово-подвздошной связки под сонографическим контролем при синдроме боли в нижней части спины / А. М. Юрковский, И. В. Назаренко, С. Л. Ачинович. – Журн. Гродн. гос. мед. ун-та, 2017. – № 5. – С. 516–520.

5. Юрковский, А. М. Патологический континуум при пояснично-крестцовых лигаментозах: сопоставления данных сонографических и гистологических исследований / А. М. Юрковский. – Проблемы здоровья и экологии, 2020. – № 4. – С. 57–65.

# РАДИАЦИОННОЕ ПОРАЖЕНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ У КРЫС: СОПОСТАВЛЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ДАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Письменникова Е.И.<sup>1</sup>, Назаренко И.В.<sup>1</sup>,  
Ачинович С.Л.<sup>2</sup>, Веялкина Н.Н.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет»,

<sup>2</sup>УЗ «Гомельский областной клинический онкологический диспансер»,

<sup>3</sup>ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,

г. Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Рентгеновские методы (рентгенография, компьютерная томография) широко используются для диагностики повреждений и заболеваний опорно-двигательной системы. При этом все исходят из того, что применяемые для исследования опорно-двигательной системы методики лучевого исследования каких-либо клинически значимых повреждений периферических нервов не вызывают. Хотя в литературе не удалось найти факты которые бы это подтверждали. Что неудивительно, поскольку на данный момент попросту нет диагностических критериев радиационно-обусловленных дистрофических поражений мелких периферических нервов. Отсюда и необходимость их разработки. Методом перспективным, в плане получения диагностически значимой информации при радиационно-обусловленных дистрофических поражений мелких периферических нервов представляется метод высокоразрешающей ультразвуковой диагностики (ВУЗД).

**Цель исследования:** определить возможность применения метода высокоразрешающей ультразвуковой диагностики для выявления дистрофических изменений мелких периферических нервов на примере биологической модели (крысах).

**Материал исследования.** Объектом исследования были экспериментальные животные, крысы линии Wistar, самцы, в возрасте 12 месяцев, 6 особей. Все экспериментальные работы с лабораторными животными выполнялись в соответствии с общепринятыми нормами обращения с животными и правилами Директивы 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского

Союза по охране животных, используемых в научных целях, от 22 сентября 2010 г.

Облучение животных проводилось в режиме 10 Гр. и 20 Гр. на установке облучения биологического назначения X-RAD 320 Precision X-ray Inc (напряжение на трубке – 320 кВ, мощность дозы – 98,8 сГр/мин, фильтр № 1 (2 мм Al) расстояние до объекта – 50 см) в дозах 10 Гр и 20 Гр. Перед процедурой облучения животные седатировались. Участки, не подлежащие облучению, экранировались просвинцованной рентгенозащитной резиной. Видео-контроль адекватности положения животных осуществлялся в течение всего времени облучения.

ВУЗД задних конечностей крыс проводилось на ультразвуковом сканере Mindrey DS80 (применялся линейный датчик с рабочей частотой 18 МГц) через 3 недели после облучения.

Животные выводились из эксперимента на фоне глубокого эфирного наркоза. После выведения производили забор участков бедренного нерва. Фрагменты тканей фиксировались в 10% забуференном формалине и подвергались стандартной парафиновой проводке. Были выполнены гистологические срезы толщиной 4 мкм, гистологические препараты окрашивались гематоксилином и эозином.

Гистологические препараты фотографировались при помощи цифровой камеры Olympus SC20 с разрешением 1596×1196 пикселей. Использовался микроскоп Olympus CX41 RF. Иммуногистохимическое исследование выполнялось с помощью системы визуализации MACH1 Universal HRP-Polymer Kit (BIOCARE MEDICAL (USA)). В качестве хромогена применялся диаминобензидин. Использовались первичные моноклональные антитела корпорации BIOCARE MEDICAL (USA) к Collagen IV.

Количественная оценка уровня экспрессии Collagen IV выполнялась с использованием программы для морфометрии Aperio Image Scope. Для количественной оценки рассчитывались индексы интенсивности: индекс интенсивности в иммунопозитивных участках (I<sub>wavg</sub>); общий индекс интенсивности (I<sub>avg</sub>) [1, 2].

Статистический анализ проводился с применением пакета прикладных программ Statistica 10,0.

**Результаты исследования и их обсуждение.** ВУЗД-паттерн бедренного нерва экранированной конечности был следующим:

контуры четкие, гладкие, эхогенность пониженная в продольном сечении и повышенная – в поперечном, в продольном сечении – фасцикулярная текстура.

Указанному ВУЗД-паттерну соответствовали следующие данные гистологических и иммуногистохимических исследований: средняя площадь клеток  $20,3 \text{ мкм}^2$ ,  $I_{avg} = 179,6$ ,  $I_{wavg} = 179,7$ .

ВУЗД-паттерн бедренного нерва конечности подвергшейся облучению (доза 10 Гр) был следующим: контуры фрагментарно нечеткие, неровные, эхогенность снижена в продольном и поперечном сечении, фрагментарная «смазанность» фасцикулярной текстуры на пораженных участках.

Указанному ВУЗД-паттерну соответствовали следующие данные гистологических и иммуногистохимических исследований: средняя площадь клеток  $27,8 \text{ мкм}^2$ , отмечена тенденция к формированию отдельных ядерных симпластов, ядра мелкие, гиперхромные, по сравнению с контролем определялся более выраженный отек, дистрофические изменения и вакуолизация нервных волокон,  $I_{avg}=187,4$ ,  $I_{wavg}=187,5$ .

ВУЗД-паттерн бедренного нерва конечности подвергшейся облучению (доза 20 Гр) был следующим: контуры бедренного нерва нечеткие, прерывистые (вследствие наличия протяженных участков истончения), эхогенность резко снижена в продольном и поперечном сечении, полное отсутствие фасцикулярности на пораженном участке.

Указанному ВУЗД-паттерну соответствовали следующие данные гистологических и иммуногистохимических исследований: средняя площадь ядер клеток  $35,8 \text{ мкм}^2$ , по сравнению с контролем определяется более выраженный отек, дистрофические изменения и вакуолизация нервных волокон,  $I_{avg}=189,2$ ,  $I_{wavg}=189,8$ .

При сопоставлении гистологических и иммуногистохимических данных материала невральных структур при различных дозовых нагрузках были получены следующие уровни значимости различий:

– при сопоставлении цитоморфометрических показателей (площади ядер): 0 Гр/10 Гр –  $p=0,03$ ; 0 Гр/20 Гр –  $p=0,04$ ;

– при сопоставлении показателей  $I_{avg} \text{ Col IV}$ : 0 Гр/10 Гр –  $p=0,001$ ; 0 Гр/20 Гр –  $p=0,003$ ;

– при сопоставлении показателей Iwavg Col IV: 0 Гр/10 Гр –  $p=0,02$ ; 0 Гр/20 Гр –  $p=0,002$ .

Итак, увеличение поглощенной дозы сопровождалось во всех случаях нарастанием выраженности дистрофических изменений нервов. При этом прослеживался четкий параллелизм между дозой нагрузкой и выраженностью изменений ВУЗД-паттерна.

Есть предположение, что изменение четкости контура при сонографии является следствием не только периневрального отека, но следствием повреждения наружной и внутренней частей периневрия, поскольку параллельно с нарастанием выраженности указанного симптома четко прослеживалось и увеличение экспрессии Collagen IV, и увеличение площади ядер клеток внутреннего слоя периневрия.

Что касается таких признаков как «смазанность» (при дозе 10 Гр) или исчезновение (при дозе 20 Гр) фасцикулярной текстуры, то данное явление может быть объяснено отеком структур нерва. По крайней мере, подобная картина уже описывалась ранее при ультразвуковом исследовании пациентов с компрессионно-ишемическими поражениями верхних нервов ягодич и средних ягодичных нервов [3, 4].

**Выводы.** Одномоментное облучение задней конечности крысы в дозах 10 Гр и 20 Гр вызывает структурные и морфологические изменения тонких периферических нервов, выраженность которых напрямую зависит от поглощенной дозы;

Основными ВУЗД-признаками радиационно-обусловленного дистрофического поражения периферических нервов малого (менее 1,5 мм) диаметра, скорее всего, будут изменение четкости контура (вначале фрагментарное, а затем распространенное) и дезорганизация фасцикулярной структуры нерва (вначале в виде фрагментарной «смазанности» фасцикулярной текстуры, а затем и полном ее исчезновении).

### Литература

1. Юрковский, А. М. Иммуногистохимическая оценка выраженности дистрофических изменений подвздошно-поясничных, задних длинных крестцово-подвздошных и крестцово-бугорных связок: возможности метода / А. М. Юрковский, С. Л. Ачинович, И. В. Назаренко. – Проблемы здоровья и экологии, 2017. – № 2. – С. 26–30.

2. Юрковский, А. М. Диагностическое значение степени экспрессии биомаркеров Collagen IV, CD34 и Vimentin у пациентов с ограниченной склеродермией / А. М. Юрковский, Л. А. Порошина, С. П. Ачинович. – Здоровоохранение, 2021. – № 3. – С. 56–60.

3. Юрковский, А. М. Нейропатия верхних ягодичных нервов: нерешенные вопросы лучевой диагностики (обзор литературы) / А. М. Юрковский, И. В. Назаренко, А. С. Мельникова, Е. И. Письменникова. – Проблемы здоровья и экологии, 2021. – № 2. – С. 12–17.

4. Юрковский, А. М. Нейропатия верхних и средних ягодичных нервов: методические аспекты диагностических блокад (обзор литературы) / А. М. Юрковский, И. В. Назаренко, А. С. Мельникова, Е. И. Письменникова. – Проблемы здоровья и экологии, 2020. – № 4. – С. 5–10.

## **УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОГРАФИЯ КАК МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОНЫ ПЕРИНЕВРАЛЬНОГО ОТЕКА ПРИ КОМПРЕССИОННО-ИШЕМИЧЕСКОЙ НЕВРОПАТИИ ВЕРХНИХ НЕРВОВ ЯГОДИЦ**

**Письменникова Е.И., Юрковский А.М.**

УО «Гомельский государственный медицинский университет»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Одной из причин боли внизу спины (БНС) является нейропатия верхних нервов ягодиц (нейропатия ВНЯ). Согласно данным разных авторов удельный вес нейропатии ВНЯ в структуре причин БНС составляет 1,6–14% [1, 2]. Причем диагностика нейропатии ВНЯ основывается исключительно на данных физикального обследования (выявление триггерных точек на гребне подвздошной кости в 52,6-102,5 мм от срединной линии) и результатах диагностических блокад (уменьшение или исчезновение боли после введения в триггерную точку анестетика) [1].

Однако указанные критерии недостаточно надежны, поскольку аналогичный болевой паттерн может быть и при лигаментопатии подвздошно-поясничной связки (боль в этом случае отмечается при глубокой пальпации примерно в 7 см от срединной

линии), и при дистрофическом поражении апоневроза мышцы выпрямляющей спину (боль в этом случае также отмечается при пальпации в области заднего отдела подвздошного гребня) [2].

Кроме того, имеет место вариабельность месторасположения точек перехода верхних нервов ягодич через крыло подвздошной кости, а также вариабельность их количества ветвей верхних нервов ягодич (2 отмечаются в 20%, 3 – в 45%, 4 – в 20% и 5 – в 15%). Соответственно варьируется и расстояние от линии остистых отростков до медиальной и латеральной ветвей ( $67,4 \pm 9,6$  мм ( $52,6-86,2$  мм) и  $81,2 \pm 11,4$  мм ( $54,8-102,5$  мм) соответственно [2].

Но и это, как оказалось, не все. Недавно, например, выяснилось, что сдавление верхних нервов ягодич может произойти не только в osteo-фиброзном канале на уровне крыла подвздошной кости, как это полагали ранее, но и выше – на уровне L1–L3 (при перенапряжении длиннейшей и/или подвздошно-реберной мышц спины), поскольку нервы могут идти не только, как это считалось ранее, между длиннейшей и подвздошно-реберной мышцами, но и проникать в подвздошно-реберную мышцу [2]. Последнее означает, что в случае проксимальной компрессии В-режим может оказаться бесполезным, поскольку верхние нервы ягодич будут плохо различимы на фоне мышечной ткани, даже тогда, когда будет использоваться ультразвуковые сканеры с разрешающей способностью 250-500 мкм [2].

Отсюда и интерес к возможностям ультразвуковой эластографии (УЭГ), которая способна выявлять неоднородность мягких тканей (например, зону периневрального отека), не выявляемую в В-режиме [4, 5].

**Цель.** Оценить возможность применения ультразвуковой эластографии для идентификации зон периневрального отека при компрессионно-ишемической невропатии верхних нервов ягодич.

**Материал и методы исследования.** Для достижения поставленной цели было проведено сопоставление данных компрессионной СЭГ у 25 пациентов (возрастной диапазон – 29-72 года), имевших клинические проявления, предполагающие наличие невропатию верхних нервов ягодич [1, 2].

Исследование зоны интереса проводилось в В-режиме и СЭГ-режимах независимо друг от друга двумя специалистами по единой

схеме. Для исследования использовались ультразвуковой сканер экспертного класса Mindray DC-80. Для сканирования использовался линейный датчик с рабочей частотой 16 МГц.

Верификация диагноза осуществлялась посредством сонографически контролируемой диагностической блокады [4]. При этом анестетик (2,0 мл 2% раствора лидокаина) вводился в область СЭГ-неоднородности мягких тканей (т.е. в зону предполагаемого периневрального отека).

Статистический анализ проводился с применением пакета прикладных программ Statistica 10,0 (Stat Soft, Inc., США).

**Результаты исследования и их обсуждение.** При физикальном обследовании положительный «finger»-тест (локальная болезненность при пальпации крыла подвздошной кости в точках, расположенных на расстоянии 5,5–10 см от срединной линии), был отмечен у всех пациентов.

Чаще всего триггерная точка определялась в 7 см от срединной линии (у 10 пациентов). Причем, в отличие от «глубокой» болезненности, определяемой (примерно в этой же точке) при дистрофическом поражении подвздошно-поясничной связки [3], у пациентов с невропатией верхних нервов ягодиц она возникала даже при легком надавливании датчиком.

При этом в зоне поражения, точнее, в зоне СЭГ-неоднородности мягких тканей, во всех случаях (и в тех случаях, когда нерв удавалось идентифицировать, и в тех, случаях, когда выявить его не удавалось) определялся аномальный СЭГ-паттерн и, наоборот, ни в одном случае аномальный СЭГ-паттерн не выявлялся на бессимптомной стороне.

Разумеется, полученные результаты являются предварительными и требуют проведения дальнейших исследований на большем количестве материала. Однако, полученные данные уже позволяют сделать некоторые выводы.

**Выводы.** Компрессионная СЭГ позволяет выявлять участки периневрального отека в случаях, когда исследование в В-режиме не выявляет ни признаков невропатии, ни, тем более, самого нерва; наличие СЭГ-паттерна периневрального отека в зоне вероятного месторасположения нерва, следует считать косвенным признаком невропатии верхних нервов ягодиц.

## Литература

1. Юрковский, А. М. Нейропатия верхних ягодичных нервов: нерешенные вопросы лучевой диагностики (обзор литературы) / М. Юрковский [и др.]. – Проблемы здоровья и экологии, 2021. – № 2. – С. 12–17.
2. Юрковский, А. М. Нейропатия верхних и средних ягодичных нервов : методические аспекты диагностических блокад (обзор литературы) / А. М. Юрковский, И. В. Назаренко, А. С. Мельникова. – Проблемы здоровья и экологии, 2020. – №4(66). – С. 5–10.
3. Михайлов, А. Н. Алгоритм лучевой диагностики дистрофических поражений связок пояснично-крестцового отдела позвоночника при синдроме боли в нижней части спины: возможности сонографии / А. Н. Михайлов, А. М. Юрковский, И. В. Назаренко. – Проблемы здоровья и экологии, 2018. – № 4. – С. 109–114.
4. Юрковский, А. М. Соноэластография сухожилий и связок: диагностические возможности метода / А. М. Юрковский. – Журн. Гродн. гос. мед. ун-та, 2012. – № 2. – С. 11–15.
5. Юрковский, А. М. Пояснично-крестцовые лигаментозы: диагностические возможности соноэластографии / А. М. Юрковский. – Мед. новости, 2021. – № 1. – С. 78–80.

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РУБЦА НА МАТКЕ ПОСЛЕ КЕСАРЕВА СЕЧЕНИЯ

Плоцкий А.Р., Ровба Е.С., Сладкова А.А.

УО «Гродненский государственный медицинский университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Кесарево сечение является наиболее распространенной операцией в акушерской практике. Расширение показаний к операции кесарева сечения привело к значительному росту частоты абдоминального родоразрешения и, как следствие, к увеличению осложнений в отдаленном послеоперационном периоде. Примером такого осложнения может служить формирование неполноценного рубца на матке. Оценка состояния рубца на матке

после операции кесарева сечения важна с точки зрения ведения последующих беременностей. Выраженное истончение миометрия в зоне проведенного оперативного вмешательства с формированием «ниши» ассоциировано с риском возникновения серьезных осложнений гестационного процесса [1]. С другой стороны, формирование полноценного рубца на матке позволяет рассматривать вопрос об успешном родоразрешении через естественные родовые пути. Таким образом, оценка структуры послеоперационного рубца на матке играет важную роль для выработки оптимальной тактики ведения пациентки при последующей беременности [2].

**Цель исследования** – оценить структуру области рубца на матке после операции кесарева сечения с помощью ультразвукового исследования и охарактеризовать выявленные изменения с точки зрения прогнозирования течения последующих беременностей.

**Материалы и методы исследования.** Обследовано 138 пациенток через 6-8 недель после проведенного абдоминального родоразрешения. Ультразвуковое исследование выполнялось на аппарате Acuson V10 с использованием влагалищного датчика частотой 7,5 МГц. Проведено измерение толщины миометрия передней стенки матки в области нижнего сегмента, а в случае обнаружения истончения зоны рубца в виде «ниши» оценивалась глубина существующего дефекта и остаточная толщина миометрия над ним. Обработка полученных данных выполнена с использованием методов непараметрической статистики. Количественные данные представлены в виде медианы значения с указанием границ интерквартильного размаха.

**Результаты и обсуждение.** Средний возраст обследованных пациенток составил 24 (22 – 28) года. Наиболее частым показанием к абдоминальному родоразрешению было наличие рубца на матке – у 72 пациенток (52%). У 18 пациенток (13%) кесарево сечение было выполнено в связи с признаками дистресса у плода, у 8 (5,8%) – ввиду тазового предлежания плода. У 6 пациенток (4,3%) был выявлен клинически узкий таз, а у 5 (3,6%) диагностированы аномалии родовой деятельности. В остальных случаях показаниями к оперативному родоразрешению служили соматические заболевания матери. Послеродовой период у всех пациенток протекал без осложнений. У всех обследованных пациенток была

полноценная лактация на момент проведения ультразвукового исследования.

При анализе данных ультразвукового исследования установлено, что в 38 случаях (27,5%) в области нижнего сегмента был визуализирован дефект миометрия в виде «ниши», представлявший собой локальное истончение миометрия в зоне выполненного разреза. Средняя глубина «ниши» составила 4,1 (3,9–4,4) мм, а средняя остаточная толщина миометрия составляла 5,3 (5,1–5,4) мм. Следует отметить, что у 3 пациенток резидуальная толщина миометрия была менее 2 мм. У 14 пациенток (10,1%) установлено истончение миометрия без формирования ниши, а у 10 (7,2%) на фоне гипоэхогенного миометрия были выявлены мелкие кальцинаты, представляющие собой, скорее всего, элементы шовного материала. Таким образом, у 62 пациенток (44,9%) были обнаружены те или иные анатомические изменения миометрия в зоне выполненного кесарева сечения. Мы не установили зависимости между частотой формирования «ниши» и возрастом пациенток, показаниями к операции, массой плода. При выраженном истончении миометрия необходимо рассматривать вопрос о хирургической коррекции выявленного дефекта в случае планирования беременности в будущем. Как следует из литературных данных, это необходимо обсуждать при толщине миометрия менее 2 мм для профилактики «расползания» миометрия при последующей беременности [3]. В случае наличия дефекта миометрия («ниши») при любой остаточной толщине миометрия обязательным следует считать проведение ультразвукового исследования в раннем сроке беременности для исключения так называемой «беременности в рубце» [4], поскольку прогрессирование такого вида эктопической беременности сопряжено с высоким риском развития жизнеугрожающих осложнений (предлежание плаценты, вращение плаценты в рубец, разрыв матки).

**Выводы.** Частота выявленных при ультразвуковом исследовании изменений нижнего сегмента матки после кесарева сечения составила 44,9%. Наиболее серьезным отклонением следует считать формирование дефекта миометрия в виде «ниши». Отсутствие анатомических изменений в области нижнего сегмента можно рассматривать как один из факторов успешного родоразрешения через естественные родовые пути при последующей беременности.

При истончении миометрия в области «ниши» менее 2 мм и планировании беременности в будущем необходимо обсудить с пациенткой возможность хирургической коррекции имеющегося дефекта. При толщине миометрия в зоне «ниши» более 2 мм необходимо выполнение ультразвукового исследования в раннем сроке беременности для исключения «беременности в рубце».

### Литература

1. Малышева, А. А. Истонченный рубец на матке после кесарева сечения: оценка факторов риска / А. А. Малышева [и др.]. – Акушерство и гинекология, 2021. – № 2. – С. 77–83.

2. Сидорова, Т. А. Сравнение эффективности ультразвуковых методов диагностики в оценке дефектов рубца на матке после операции кесарева сечения / Т. А. Сидорова [и др.]. – Акушерство и гинекология, 2022. – № 4. – С. 132–140.

3. Савина, Л. В. Пролонгирование беременности при расползании рубца на матке после кесарева сечения / Л. В. Савина [и др.]. – Акушерство и гинекология, 2022. – № 3. – С. 148 – 154.

4. Плоцкий, А. Р. Реконструкция нижнего сегмента матки в связи с эктопической беременностью в области рубца после операции кесарева сечения / А. Р. Плоцкий [и др.]. – Репродуктивное здоровье. – Восточная Европа, 2019. – № 2. – С. 242–247.

## **МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВТОРИЧНЫХ ПОСРЕДНИКОВ В КЛЕТКАХ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ГЛЮКОКОРТИКОИДНЫХ ГОРМОНОВ И ПУРИНОВЫХ НУКЛЕОТИДОВ**

**Пухтеева И.В., Герасимович Н.В.**

УО «Международный государственный экологический институт им. А. Д.Сахарова БГУ»,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Актуальность.** В классической радиобиологии с точки зрения теории мишени стандартная модель радиобиологических эффектов представляется следующим образом: наличие мишени,

прямое и не прямое повреждение ДНК, которое является триггером событий, ведущих к биологическому эффекту.

Однако за последние 15-20 лет были накоплены данные об эффектах воздействия радиации, где ДНК не является мишенью, то есть эффектах, возникающих в клетках, которые не были облучены [1]. Эти немиссенные, отсроченные эффекты особенно четко проявляются при облучении в малых дозах. При этом было показано, что реакция на облучение в малых дозах отличается существенно от таковой при высоких дозах. Вероятно, наблюдаемые эффекты могут быть связаны с изменениями, вызванными воздействием ионизирующего излучения на системы и процессы внутриклеточной сигнализации, которые заключаются в нарушении функционирования вторичных посредников в таких клетках.

В течение последних лет получили широкое развитие и признание представления о значимости ионов кальция для обеспечения функционирования живых клеток. Ионы кальция, циклические нуклеотиды (цАМФ, цГМФ) диацилглицерол, инозитолтрифосфат (ИФ<sub>3</sub>) рассматриваются в качестве универсальных внутриклеточных посредников во множестве биохимических процессов. Многие медиаторы и гормоны реализуют вызываемые ими внутриклеточные эффекты через Ca<sup>2+</sup>-мобилизующие рецепторы ( $\alpha$ 1-адренорецепторы, вазопрессинные и др.) [2]. При этом события начала каскада биохимических изменений развиваются в рамках системы: Ca<sup>2+</sup>-мобилизующий рецептор – фосфолипаза C – гидролиз фосфолипидов [3].

Изменение концентрации цитозольного ионизированного кальция [Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub> представляет собой уникальный внутриклеточный сигнал. Функцию внутриклеточного посредника выполняют потоки очень малых количеств ионов кальция, проходящих через клеточные мембраны, поскольку более высокие концентрации губительны для клетки. Молекулярные механизмы, обеспечивающие поддержание уровня цитозольного кальция, скорее всего, едины для всех типов клеток [2].

Концентрация свободного внутриклеточного кальция [Ca<sup>2+</sup>]<sub>i</sub> существенно контролируется различными системами (насосами, каналами, переносчиками), причем в клетках специализированных тканей различаются не только их относительное содержание, но и кинетические характеристики. Детальный анализ этих систем

представляет несомненный интерес не только в плане фундаментальных проблем биоэнергетики и электрофизиологии, но и эволюционной биохимии, биофизики, радиобиологии и медицины.

В невозбудимых клетках (лимфоцитах, тимоцитах) увеличение внутриклеточной концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  не связано с деполяризацией плазматической мембраны, а происходит в результате гормонарецепторного взаимодействия. Источником  $\text{Ca}^{2+}$  аналогично другим клеткам, здесь являются внутриклеточные депо (эндоплазматическая сеть, митохондрии) при участии специфического посредника 1,4,5-инозитолтрифосфата, образующегося из фосфатидинозитол-4,5дифосфата плазматической мембраны в результате активации  $\text{Ca}^{2+}$ - активируемой фосфолипазы C, расщепляющей этот фосфолипид на диацилглицерол и инозитол-1,4,5-трифосфат, который индуцирует высвобождение  $\text{Ca}^{2+}$  из эндоплазматической сети [4].

Поскольку ионы  $\text{Ca}^{2+}$  являются пусковым сигналом для многих реакций и процессов в клетке, то избыток их будет оказывать токсическое действие и вызывать гибель клеток. Избыточный приток  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку может легко возникать при относительно небольших повреждениях плазматических мембран, нарушающих активный транспорт его из клеток против электрохимического градиента. В связи с этим ряд исследователей [2-4], в избыточном притоке  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку видели наиболее универсальную причину их гибели при действии различных цитотоксичных агентов. Исходя из представлений о всеобъемлющей роли  $\text{Ca}^{2+}$  в функционировании клетки, предполагают, что и в реализации программируемой клеточной гибели этот элемент играет не последнюю роль. Действительно, установлено, что при значительном повышении уровня  $\text{Ca}^{2+}$  в клетке активируется эндонуклеаза – фермент, способный фрагментировать ДНК [3].

**Цель.** В связи с вышесказанным, цель данной работы является изучение комбинированного влияния ионизирующего излучения на процессы гормональной регуляции систем вторичных посредников в клетках иммунной системы.

**Материалы и методы исследования.** Исследования проводили на крысах-самцах стадного разведения (линия Wistar), содержащихся на стандартном рационе питания вивария. Возрастные группы животных были сформированы согласно классификации

В. И. Западнюка и включали крыс зрелого (6-8 месяцев) возраста, весом 180-200 г.

Хроническое  $\gamma$ -облучение животных осуществляли от цезиевого источника в дозе 1,0 Гр, на установке «Гаммарид». Мощность дозы облучения  $5,8 \cdot 10^{-7}$  Гр/с. В эксперимент животные брались на 30-е сутки после воздействия ионизирующего излучения.

Анализ содержания внутриклеточного цитоплазматического кальция в экспериментах проводился с помощью флуоресцентного зонда Fura-2/AM (Molecular Probes, «SIGMA»). Спектры флуоресценции регистрировали на спектрофлуориметре СМ-2203 («Solar», Беларусь). Расчет концентрации  $[Ca^{2+}]_i$  проводили, как описано в работе [5].

Для регистрации внутриклеточного распределения мембрано-связанного  $Ca^{2+}$  использовали Са-хелатирующий агент хлортетрациклин (ХТЦ) [5].

Для исследования влияния внеклеточного АТФ и аденозина на концентрацию свободного ионизированного кальция препарат в концентрациях  $10^{-6} - 10^{-3}$  моль/л добавляли к суспензии клеток ( $10^6$  клеток/мл) [4].

Анализ влияния глюкокортикоидов осуществляли *in vitro* [3]. Для этого к суспензии клеток добавляли синтетический аналог глюкокортикоидных гормонов – дексаметазон в концентрации  $10^{-9} - 10^{-6}$  моль/л и инкубировали до 60 минут при 37 °С.

Результаты экспериментов были обработаны статистически с использованием t-критерия Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Исследование перераспределения внутриклеточного  $Ca^{2+}$  в лимфоцитах и тимоцитах представляет существенный интерес для понимания механизмов активации этих клеток, при которых взаимодействие гормона с рецепторами цитоплазматической мембраны приводит к запуску цепи биохимических реакций, в том числе и  $Ca^{2+}$ -зависимых стадий.

На основании проведенных экспериментов было установлено, что при увеличении концентрации дексаметазона в среде инкубации клеток концентрация цитоплазматического  $Ca^{2+}$  имеет тенденцию к увеличению. Наиболее выраженный эффект наблюдается при концентрации гормона 1 мкМ/л в среде инкубации. В данном случае уровень внутриклеточного цитоплазматического кальция увеличивается практически в 3 раза по сравнению с контролем.

Можно предположить, что под влиянием дексаметазона увеличивается проницаемость цитоплазматической мембраны для ионов  $\text{Ca}^{2+}$ .

Анализ полученных экспериментальных данных позволил выбрать наиболее значимую концентрацию дексаметазона 1 мкмоль для проявления эффекта *in vitro*.

При исследовании кинетических параметров взаимодействия дексаметазона и клеток тимуса было установлено, что внутриклеточная цитоплазматическая концентрация ионов  $\text{Ca}^{2+}$  возрастает пропорционально увеличению времени инкубации с дексаметазоном. Видимый эффект воздействия гормона на уровень ионов  $\text{Ca}^{2+}$  в тимоцитах проявляется уже через 15 минут инкубации с вышеуказанным соединением (увеличение на 50%). Наиболее значительное повышение концентрации  $[\text{Ca}^{2+}]_i$ , более чем в три раза по сравнению с контролем, наблюдается только через 2 часа инкубации с дексаметазоном. Обнаруженная нами картина изменения концентрации внутриклеточного цитоплазматического кальция не находит однозначного объяснения. Можно предположить, что это связано с входом внеклеточного  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку, либо с выходом его из внутриклеточных депо [2].

В последующих исследованиях было отмечено, что прединкубация в течение 1 часа суспензии тимоцитов контрольных животных с дексаметазоном приводила к увеличению концентрации ионов кальция в цитоплазме клеток приблизительно в 2 раза. Вместе с тем на 30-е сутки после хронического  $\gamma$ -облучения в дозе 1 Гр в цитоплазме тимоцитов крыс отмечалось снижение концентрации ионов цитоплазматического кальция почти на 40% по сравнению с контролем. Взаимодействие суспензии клеток облученных животных с дексаметазоном при вышеуказанных условиях также вызывало увеличение концентрации ионов кальция в цитоплазме. Однако оно составляло только 50% от исходных значений.

В процессе изучения возможного регуляторного воздействия пуриновых нуклеотидов на тимоциты контрольных и облученных животных в эксперименте были использованы АТФ и аденозин в конечной концентрации 1 мкмоль/л.

Установлено, что при внесении в среду инкубации АТФ отмечается повышение содержания цитоплазматического кальция в тимоцитах крыс в 1,5 раза. Характерный эффект наблюдался

и при воздействии аналогичной концентрации аденозина, однако концентрация  $[Ca^{2+}]_i$  была выше в два раза по сравнению с контрольным значением.

При облучении наблюдается увеличение концентрации ионов внутриклеточного цитоплазматического кальция в тимоцитах в 1,5 раза по сравнению с контролем. Инкубация суспензии клеток с АТФ приводила к увеличению содержания ионов кальция на 25%, а с аденозином – на 58% по сравнению с клетками, не подвергшихся влиянию этих препаратов.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что ответ тимоцитов контрольных животных на действие изучаемых агентов был значительно более выражен, чем на 30-е сутки после хронического  $\gamma$ -облучения в дозе 1 Гр. Это можно объяснить как радиационно-индуцированной модификацией структурного состояния плазматических мембран тимоцитов, а именно изменением конформационного состояния соответствующих рецепторов, так и изменением популяционного состава тимоцитов.

**Выводы.** Возможно, одним из пусковых механизмов фрагментации ДНК (важнейшего критерия апоптоза) является нарушение пассивной проницаемости плазматической мембраны для  $Ca^{2+}$ . Об этом может свидетельствовать тот факт, что модификация мембранной проницаемости для  $Ca^{2+}$  в тимоцитах, подвергшихся индуцированному апоптозу, предшествуют стадии инициации ДНК, а степень нарушения пассивной проницаемости мембраны возрастает в процессе развития апоптоза тимоцитов [1-3].

Результаты отдельных работ позволяют предположить, что молекулярные механизмы, обеспечивающие изменение гомеостаза внутриклеточного кальция в присутствии глюкокортикоидов, в ряде случаев связаны с активацией некоторых генов, в частности, генов, кодирующих рецепторы ИФ<sub>3</sub> (инозитолтрифосфата), которые, в свою очередь, способны регулировать состояние ИФ<sub>3</sub>-зависимых кальциевых каналов. Вышеуказанные события, вероятно, и способствуют увеличению содержания ионов кальция в цитоплазме клеток, вызванному действием глюкокортикоидных гормонов [13,16,30].

Исходя из литературных данных, действие стероидных гормонов на клетки-мишени может сопровождаться, с одной стороны,

очень быстрой стимуляцией поглощения  $\text{Ca}^{2+}$  клетками и/или мобилизацией его из внутриклеточных депо. Эта реакция, по-видимому, служит регуляторным сигналом для активации метаболических процессов в клетке [2-3]. С другой стороны, эффекты действия данных гормонов, реализуемые спустя полчаса после инкубации, возможно, носят опосредованный характер.

В настоящее время ионы  $\text{Ca}^{2+}$  относят к основным регуляторам клеточного метаболизма и одновременно предполагают, что при летальных повреждениях клеток ионы  $\text{Ca}^{2+}$  могут выступать в роли цитотоксического агента через механизм несбалансированного внутриклеточного накопления  $\text{Ca}^{2+}$ .

Оценка влияния нуклеотидов и глюкокортикоидных гормонов на изменение уровня вторичных посредников в клетках иммунной системы в отдаленные сроки после воздействия хронического облучения в малых дозах может стать информативной для определения нарушений адаптивной функции организма и поддержания систем внутриклеточного гомеостаза в случае действия на организм неблагоприятных условий внешней среды. Приведенные экспериментальные данные представляют интерес для дальнейшего углубления представлений о биохимических механизмах воздействия физиологических веществ, а также малых доз ионизирующих излучений на компенсаторно-восстановительные функции организма.

### Литература

1. Голивец, Т. П. Актуальные аспекты радиационного канцерогенеза: проблема оценки эффектов воздействия «малых» доз ионизирующего излучения. Аналитический обзор / Т. П. Голивец, Б. С. Коваленко, Д. В. Волков. – Научные ведомости. Серия Медицина. Фармация, 2012. – № 16 (135). – Выпуск 19. – С. 5–13.
2. Лычковская Е. В. Кальциевая сигнализация в лимфоцитах / Е. В. Лычковская. – Дальневосточный медицинский журнал, 2016. – № 4. – С. 116–119.
3. Голиков, П. П. Рецепторные механизмы глюкокортикоидного и антиглюкокортикоидного эффекта / П. П. Голиков. – Москва : издательство «Медицина», 2003. – 69 с.
4. Юрьева, О. В. Роль сигнальных систем циклических нуклеотидов в регуляции иммунного патогенеза / О. В. Юрьева, В. И. Дубровина. – Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского

отделения Российской академии медицинских наук. – 2012. – № 2. – С. 159–163.

5. Клаус, Дж. Лимфоциты. Методы / Дж. Клаус ; пер. с англ. под ред. Дж. Клауса. – Москва : Мир, 2009. – 400 с.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЯ АЛКОГОЛЕМ СРЕДИ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОСФАТИДИЛЭТАНОЛА В КАЧЕСТВЕ БИОХИМИЧЕСКОГО МАРКЕРА**

**Разводовский Ю.Е., Шуриберко А.В., Бадун Е.Г.,  
Казинец Е.О., \*Зиматкина Т.И.**

РНИУП «Институт биохимии биологически активных соединений  
Национальной академии наук Беларуси»,

\*УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Ранняя диагностика злоупотребления алкоголем и алкогольной зависимости является важной стратегией снижения уровня связанных с алкоголем проблем [1]. Одним из способов диагностики злоупотребления алкоголем является использование опросников, преимуществами которых является простота в использовании и низкая затратность, а недостатком – низкая надежность [7, 9]. Поэтому в настоящее время ведется активная разработка методов лабораторной диагностики хронической алкогольной интоксикации с использованием биохимических маркеров [2-6].

Из всех известных в настоящее время способов лабораторной диагностики злоупотребления алкоголем наиболее перспективным является определение концентрации фосфатидилэтанола (ФЭ) в крови [5]. ФЭ представляет собой абнормальный глицерофосфолипид, образующийся в различных тканях в присутствии этанола из фосфолипида клеточной мембраны фосфатидилхолина под действием фосфолипазы D [3]. Имеющиеся данные говорят

о преимуществе ФЭ по сравнению с другими биохимическими маркерами в детекции хронического злоупотребления алкоголем, поскольку он обладает большей чувствительностью и специфичностью [8]. В отличие от большинства непрямых маркеров, используемых в диагностике хронического злоупотребления алкоголем, концентрация ФЭ в плазме крови не зависит от пола, возраста и наличия сопутствующих заболеваний [2]. В некоторых исследованиях была показана дозо-зависимая связь между количеством употребляемого алкоголя согласно самоотчетам и концентрацией ФЭ в крови [7].

Исследований по изучению возможности использования ФЭ в качестве биохимического маркера злоупотребления алкоголем в Беларуси ранее не проводилось.

**Цель.** Оценка распространенности злоупотребления алкоголем среди городского населения Беларуси с использованием концентрации ФЭ в крови в качестве биохимического маркера алкоголизма.

**Материалы и методы.** Проанализировано 220 образцов крови жителей г. Гродно обоих полов в возрасте от 15 до 65 лет. В качестве инструмента для скрининга использовали опросник AUDIT [7]. Анализу подвергали гепаринизированную (1 МЕ/мл конечная) или обработанную ЭДТА (сбор в пробирки КЗЭДТА типа «vacutainer») кровь. В образцы добавляли 10 мг/мл фторида натрия для стабилизации активности эстераз. Пробы замораживали и хранили при  $-80^{\circ}\text{C}$ . Для экстракции ФЭ в 2 мл пробирку типа «Эппендрф» вносили 200 мкл крови, 20 мкл раствора внутреннего стандарта, 600 мкл изопропанола, 900 мкл гексана. Образцы интенсивно перемешивали в течение 10 минут, после чего инкубировали при  $+4^{\circ}\text{C}$  10 минут и снова перемешивали 1 минут. Далее пробирки центрифугировали 10 минут при 12500 g, отбирали верхний органический слой, переносили в пробирки 1,5 мл и упаривали в токе азота при температуре  $45^{\circ}\text{C}$ . После чего остаток растворяли в 100 мкл смеси изопропанол/метанол 1:1 и снова центрифугировали при 12500 g, 5 минут. Затем осторожно отбирали раствор в хроматографическую виалу с конической вставкой. Калибровочный раствор ФЭ-16:0/18:1 готовили с концентрацией 5-2000 нг/мл в смеси изопропанол/метанол 1:1.

Определение концентрации ФЭ в крови осуществляли с помощью метода высокоэффективной жидкостной хроматографии – тандемной масс-спектрометрии (ВЭЖХ – МС), под систему Agilent 1260 Infinity II на колонке ZORBAX Eclipse Plus C18, 1,8  $\mu\text{m}$ , 2,1x50 мм. В паре с трехкврупольным масс-анализатором Agilent 6420 LC/TQ применен обращенно-фазовый метод разделения. Температура колонки составила 50°C, температура автосемплера +4 °C, объем образца - 10 мкл. Промывочным раствором служил изопропанол/метанол (1:1). Подвижная фаза А включала: изопропанол/метанол/вода 5:1:4 с добавкой 5 мМ формиата аммония и 0,1% муравьиной кислоты. Подвижная фаза В включала изопропанол/вода 99:1 с добавкой 5 мМ формиата аммония и 0,1% муравьиной кислоты. Скорость потока составляла 0,350 мл/мин. Режим градиентного элюирования (время мин, % подвиж. фазы В): (0-3, 0), (3-5, 20), (5-25, 30), (25-35, 95), (35-36, 95), (36-38, 0). Дополнительно 2-3 минуты кондиционирования колонки начальными условиями.

Параметры масс-анализатора QQQ: режим работы ESI – отрицательный, напряжение капилляра 4500 В, температура источника 300 °C, газ соударения (азот) 0,019 Па. Режим сканирования 50-1000 m/z. MRM реакции (m/z) для ФЭ-16:0/18:1 (701,7→281,2). Потенциал декластеризации – 60 В, коллизионная энергия – 35 В.

Статистическую обработку данных проводили с помощью программы Statistica 10.0 для Windows (StatSoft, Inc., США).

**Результаты и их обсуждение.** Средняя концентрация ФЭ составила  $97,63 \pm 12,93$  нмоль/мл (минимальное установленное значение 4,01 нмоль/мл, максимальное - 1238,78 нмоль/мл, медиана выборки 26,52 (-17,11, +79,46). Средняя концентрация ФЭ для мужчин составила  $266,11 \pm 54,57$  нмоль/мл (минимальное установленное значение 10,82 нмоль/мл, максимальное – 1238,78 нмоль/мл, Медиана 115,73 (-26,09, +352,14). Средняя концентрация ФЭ для женщин составила  $55,27 \pm 9,43$  нмоль/мл (минимальное установленное значение 4,01 нмоль/мл, максимальное – 665,88 нмоль/мл. Медиана 23,2 (-15,82, +46,68). В 9,6% образцах крови концентрация ФЭ превышала пороговый уровень злоупотребления алкоголем. Установлено также, что концентрация ФЭ в крови не коррелирует с общим количеством баллов, а также частотно-количественными критериями скринингового теста AUDIT.

Литературные данные относительно согласованности результатов оценки уровня связанных с алкоголем проблем с помощью биохимических маркеров и инструментов скрининга достаточно ограничены. В одной из работ было показано, что у пациентов отделения интенсивной терапии концентрация ФЭ позитивно коррелировала с результатами теста AUDIT вне зависимости от пола и возраста [4]. Результаты кросс-секционного исследования, в котором приняли участие пациенты с острой патологией, находившиеся на стационарном лечении в клиниках Осло и Москвы показало, что у норвежских пациентов концентрация ФЭ росла по мере роста количества баллов согласно тесту AUDIT-QF [7]. Тенденция роста концентрации ФЭ по мере роста количества баллов, согласно тесту, была отмечена и у российских пациентов. В обеих популяциях была обнаружена статистически значимая связь между концентрацией ФЭ и количеством баллов согласно тесту, а также дозой алкоголя, выпитого в течение последней недели [7].

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенного исследования установлено, что представленные в настоящей работе данные не согласуются с результатами предыдущих исследований, в которых была показана корреляция между концентрацией ФЭ в крови и уровнем связанных с алкоголем проблем согласно тесту AUDIT. По всей видимости, надежность оценки уровня связанных с алкоголем проблем с помощью инструментов скрининга подвержена кросс-секционной вариабельности. Следовательно, определение концентрации ФЭ в крови является более надежным способом диагностики злоупотребления алкоголем, нежели использование инструментов скрининга.

### Литература

1. Разводовский, Ю. Е. Биохимические маркеры алкогольной зависимости / Ю. Е. Разводовский. – Наркология, 2020. – Т. 19, № 1. – С. 85–92.
2. Andresen-Streichert, H. Alcohol biomarkers in clinical and forensic contexts / H. Andresen-Streichert [et al.]. – Dtsch Arztebl Int, 2018. – № 115. – P. 309–315.
3. Jastrzębska, I. Biomarkers of alcohol misuse: recent advances and future prospects / I. Jastrzębska [et al.]. – Prz Gastroenterol, 2016. – V. 11. – P. 78–89.

4. Alatalo, P. Biomarkers of liver status in heavy drinkers, moderate drinkers and abstainers / P. Alatalo [et al.]. – Alcohol Alcohol, 2009. – V. 44. – P. 199–203.
5. Nanau, R. M. Biomolecules and biomarkers used in diagnosis of alcohol drinking and in monitoring therapeutic interventions / R. M. Nanau, M. G. Neuman. – Biomolecules, 2015. – № 5. – P. 1339–1385.
6. Liangpunsakul, S. Novel serum biomarkers for detection of excessive alcohol use / S. Liangpunsakul [et al.]. – Alcohol Clin Exp Res, 2015. – V. 39. – P. 556–565.
7. Jorgenrud, B. The association between alcohol biomarker phosphatidylethanol and self-reported alcohol consumption among Russian and Norwegian medical patients / B. Jorgenrud [et al.]. – Alcohol and Alcoholism, 2021. – V. 56, № 6. – P. 726–736.
8. Adler, D. The difficulty of using a biological marker for alcohol use: a recent historical overview / D. Adler [et al.]. – Sound Neuroscience: An Undergraduate Neuroscience Journal, 2013. – V. 1, № 1. – P. 1–8.
9. Aleksandrovich, A. S. Communication between the urbanization and industrial development of the region with number of the born premature children / A. S. Aleksandrovich, T. I. Zimatkina // Инновационные научные исследования. – 2021. – № 1–2(3). – С.137–141.

## **АЦЕТИЛСАЛИЦИЛОВАЯ И САЛИЦИЛОВАЯ КИСЛОТЫ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, РЕГУЛЯЦИЯ ИМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МИТОХОНДРИЙ ПЕЧЕНИ**

**Савко А.И.**

УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Введение.** С момента выделения салицилата из коры ивы, и, немного позже, открытия аспирина (ацетилсалицилата) нестероидные противовоспалительные препараты (НПВП) играют важную роль в терапии многих заболеваний и пользуются заслуженной популярностью в медицине и фармацевтической промышленности [1].

Невзирая на широкое применение, НПВП известны многочисленными побочными эффектами: гепато- и нефротоксичностью, включая токсичность в желудочно-кишечном тракте и гипертонию. По своей химической структуре аспирин, салициловая кислота и другие НПВП обычно представляют собой монокарбоновые кислоты с одним или двумя ароматическими кольцами. Такое строение коррелирует со степенью их гидрофобности, что позволяет в разной степени растворяться в мембранах. Поскольку структура НПВП схожа с типичными разобщающими агентами (веществами, способными к трансферу протонов через мембрану), становится все более очевидным, что двумя потенциальными общими мишенями для них являются митохондрии и связанные с ними  $\text{Ca}^{2+}$ -сигнальные пути.

**Цель.** Изучить влияние салициловой и ацетилсалициловой кислот на мембранный потенциал и параметры респираторной активности митохондрий печени крыс.

**Методы исследования.** Митохондрии выделяли, используя метод дифференциального центрифугирования [3].

Мембранный потенциал митохондрий печени крыс регистрировали с помощью положительно заряженного липофильного флуоресцентного зонда сафранина O. Потенциал-зависимое накопление зонда в митохондриях приводит к гашению флуоресценции. Флуоресценцию сафранина O возбуждали при длине волны  $\lambda_{\text{ex}}=495$  нм и регистрировали при длине волны  $\lambda_{\text{em}}=586$  нм. Мембранный потенциал определяли при 27°C в среде дыхания следующего состава: 0,01 М Трис-HCl, 0,05 М сахароза, 0,125 М KCl, 2,5 мМ  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 0,5 мМ EDTA, 5 мМ  $\text{MgSO}_4$ , pH 7,5. Мембранный потенциал, генерируемый в присутствии сукцината (5 мМ) и ротенона (8 мкМ), характеризует активность комплексов II, III и IV электрон-транспортной цепи. Разобщитель FCCP (0,5 мкМ) применяли для полной деполяризации митохондриальных мембран.

Респираторную активность митохондрий регистрировали полярографически при 26 °C, используя электрод Кларка, встроенный в герметическую термостатируемую ячейку объемом 1,25 мл [2]. Скорость потребления кислорода определяли в различных метаболических состояниях:  $V_2$  – скорость субстрат-стимулируемого дыхания (в присутствии субстрата и в отсутствие АДФ),  $V_3$  – скорость АДФ-стимулируемого дыхания (в присутствии субстрата и АДФ).

Рассчитывали показатели, характеризующие сопряжение процессов окисления и фосфорилирования в митохондриях: коэффициент акцепторного контроля ( $AK=V_3/V_2$ ) и коэффициент фосфорилирования (АДФ/О), характеризующего термодинамическую эффективность использования митохондриями кислорода. Содержание белка в пробах определяли по методу Лоури, в качестве стандарта для построения калибровочного графика использовали бычий сывороточный альбумин [4].

Нормальность распределения данных определяли с помощью критерия Шапиро-Уилка. Статистически достоверными признавали результаты с  $p < 0,05$ . Достоверность межгрупповых различий оценивали, используя однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA) с применением теста Тьюки.

**Результаты и их обсуждение.** Изменение мембранного потенциала является важнейшей характеристикой, демонстрирующей эффект салицилатов на митохондрии. Ацетилсалициловую и салициловую кислоты вносили в суспензию митохондрий на 300 с. Изменение мембранного потенциала отслеживали в течение 700 с. Кальций (30 мкМ) не вызвал изменения митохондриального мембранного потенциала по сравнению с контролем в присутствии ЭДТА в среде выделения. Как ацетилсалициловая, так и салициловая кислоты (500 мкМ) вызывают диссипацию мембранного потенциала митохондрий, при этом салициловая кислота вызывает более стремительное падение мембранного потенциала (на 30%) по сравнению с ацетилсалициловой кислотой. Ацетилсалициловая и салициловая кислоты (500 мкМ) в присутствии 30 мкМ  $Ca^{2+}$  вызывали мгновенную диссипацию митохондриального мембранного потенциала. Было показано, что в присутствии ионов кальция разобщающие эффекты ацетилсалициловой и салициловой кислот более выражены.

Далее мы оценили скорость потребления кислорода в присутствии 500 мкМ ацетилсалициловой и салициловой кислот (преинкубация с митохондриями 1 мин, среда дыхания с ЭДТА). При внесении в суспензию митохондрий ацетилсалициловой кислоты и 160 мкМ кальция наблюдалось увеличение скорости субстрат-зависимого потребления кислорода митохондриями  $V_2$  на 65%, а скорость АДФ-стимулируемого потребления кислорода  $V_3$  уменьшилась на 60% (при использовании в качестве субстрата

сукцината) по сравнению с контрольными митохондриями. Коэффициент акцепторного контроля уменьшился более, чем на 70%, а коэффициент фосфорилирования – на 50%. При внесении в суспензию митохондрий салициловой кислоты (500 мкМ) и ионов кальция (160 мкМ)  $V_2$  увеличивается на 80%, а  $V_3$  снижается на 75%. Коэффициент акцепторного контроля снижается на 75%, а коэффициент фосфорилирования на 40%. Влияние салициловой кислоты, в отличие от аспирина, на параметры субстрат-зависимого дыхания и АДФ-стимулируемого дыхания выше на 15%.

Влияние салициловой и ацетилсалициловой кислот на респираторную активность изолированных митохондрий печени крыс различно. Деполяризация мембраны митохондрий в присутствии салициловой кислоты наблюдается быстрее, чем с аспирином, часть которого, возможно, вступает в реакцию с митохондриальными эстеразами и не воздействует на мембрану. Аналогичный эффект наблюдается и при регистрации дыхания, салициловая кислота имеет более выраженный разобщающий эффект, что отражается в ускорении субстрат-зависимого дыхания и ингибировании АДФ-стимулируемого дыхания. Также К. Норман и соавторы обнаружили, что различные концентрации НПВП и субстраты дыхания оказывают различное действие на митохондрии. Так, салициловая кислота в концентрации 0,5 мМ не оказывает существенного влияния на дыхание изолированных митохондрий, субстратом которых являлся НАДН, но при использовании сукцината или малата+пирувата в качестве субстратов салицилат ингибировал дыхание в состоянии  $V_3$ . [5].

**Выводы.** Салициловая и ацетилсалициловая кислоты вызывают выраженное ингибирование респираторной активности митохондрий печени крыс и диссипацию мембранного потенциала. Причем воздействие салициловой кислоты на мембранный потенциал имеет более выраженный эффект. Ионы кальция способствуют усилению свойств НПВП как разобщителей процессов окисления и фосфорилирования. Воздействие НПВП на функцию митохондрий печени крыс не является специфичным.

### Литература

1. Bindu, S. Non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) and organ damage : A current perspective / S. Bindu, S. Mazumder, U. Bandyopadhyay. – Biochemical pharmacology, 2020. – vol. 180. – P. 114 –147.

2. Dremza, I. K. Oxygen-related processes in red blood cells exposed to tert-butyl hydroperoxide / I. K. Dremza [et al.]. – Redox Report, 2006. – Vol. 11, № 4. – P. 185–192.

3. Johnson, D. Isolation of liver or kidney mitochondria / D. Johnson, H. A. Lardy. – Methods in Enzymology, 1967. – Vol. 10. – P. 94–101.

4. Lowry, O. H. Protein measurement with the Folin phenol reagent / O. H. Lowry [et al.]. – Journal of Biological Chemistry, 1951. – Vol. 193, № 1. – P. 265–275.

5. Norman, C. Salicylic Acid Is an Uncoupler and Inhibitor of Mitochondrial Electron Transport / C. Norman [et al.]. – Plant Physiol, 2004. – Vol. 134, № 1. – P. 492–501.

## **АНАЛИЗ СОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ПЕРИНАТАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ, ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕМЬЯХ г. ГРОДНО**

**Саросек В.Г.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Согласно определению соматические заболевания, заболевания, которые вызываются внешними воздействиями или же внутренними нарушением работы органов и систем, не связанные с психической деятельностью человека [1, 2] Перинатальная патология центральной нервной системы у детей является актуальной темой для г. Гродно, а соматическая патология (причины возникновения, сочетание систем, частота встречаемости той или иной патологии и т. д.) недостаточно изучена.

**Цель.** Анализ характера соматической патологии у детей раннего возраста с перинатальной патологией центральной нервной системы воспитывающихся в семье, с учетом анализа данных анамнеза.

**Материалы и методы исследования.** Исследование проведено на базе ГУЗ «Детская центральная городская клиническая

поликлиника г. Гродно», «Центр раннего вмешательства» г. Гродно.

Критерии включения исследуемых детей: возраст от 3 месяцев до 3 лет включительно, перинатальное поражение ЦНС в анамнезе, ограниченные возможности здоровья, обусловленные перинатальным поражением ЦНС.

Критерии исключения из исследования: возраст менее 3 месяцев и старше 3 лет, наличие генетического заболевания, наличие врожденных пороков развития, которые в дальнейшем приводят к инвалидности.

Было обследовано 123 детей раннего возраста, перенесших перинатальное поражение ЦНС, наблюдающихся в ГУЗ «Детская поликлиника № 1», «Центр раннего вмешательства» г. Гродно. Обследуемые были разделены на 2 группы. В 1 группу вошли дети со стойкими неврологическими нарушениями, обусловленными ПП ЦНС (n=98), во 2-ю – дети с ПП ЦНС без стойких неврологических нарушений, воспитывающиеся в доме ребенка (n=25).

Методы исследования включали: сбор анамнеза, анализ медицинской документации (форма № 112, № 225). Структуру заболеваемости оценивали согласно Международной классификации болезней десятого пересмотра (МКБ-10).

Статистическая обработка материалов исследований проводилась с использованием персонального компьютера, статистический анализ результатов выполнен в Microsoft Excel 16. Изучались и анализировались средние значения показателей.

**Результаты и их обсуждение.** Проведен сравнительный анализ структуры соматической патологии детей, воспитывающихся в семье, между детьми с ограниченными возможностями здоровья, обусловленными перинатальным поражением ЦНС и детьми с последствиями ПП ЦНС без стойких неврологических нарушений. Установлено, что на одного ребенка 1 группы в среднем приходится 2,71 заболевания, а у группы 2 – 4,92.

При анализе структуры соматической патологии в первой группе детей выявлено, что на первом месте находятся врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения (20,30%), на втором месте – болезни системы кровообращения (17,29%), на третьем – болезни глаза и его придаточного аппарата (16,54%).

Значительную долю у исследуемой группы занимают болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена

веществ (9,40%), болезни мочеполовой системы (7,90%), болезни органов дыхания (6,02%), доброкачественные новообразования (4,89%), болезни уха и сосцевидного отростка и болезни крови, кроветворных органов и отдельных нарушений вовлекающие иммунные механизмы (по 4,51%), болезни кожи и подкожной клетчатки (3,76%), болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (3,38%), болезни органов пищеварения (1,50%).

Врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения представлены дисплазией тазобедренных суставов (37,04%), синдактилией пальцев обеих стоп (22,22%), врожденным пороком развития почек (16,67%), крипторхизмом (12,96%), гидроцеле (11,11%).

В свою очередь, болезни системы кровообращения представлены малыми аномалиями сердца (МАС) – 100%.

Болезни глаза и его придаточного аппарата представлены ретинопатией (34,10%), косоглазием и дакриоциститом (по 18,18%), астигматизмом и миопией (по 11,36%), катарактой глаза (6,82%).

Болезни мочеполовой системы представлены инфекцией мочевыводящих путей (76,19%) и аплазией правой почки (23,81%).

Болезни эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ, представлены преимущественно пищевой аллергией (68,00%), гипотрофией (32%).

Болезни органов дыхания представлены гипотрофией небных миндалин 1-2 степени (62,50%), острым бронхитом (31,25%), ателектазом легких (6,25%).

Болезни органов пищеварения представлены пупочной и паховой грыжами (по 50%).

Доброкачественные новообразования представлены гемангиомами любой локализации – 100%.

Болезни крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунные механизмы, представлены дефицитными анемиями (100%).

Болезни уха и сосцевидного отростка представлены нарушением слуха – тугоухость – 100%.

Болезни кожи и подкожной клетчатки представлены атопическим дерматитом и составили 100%.

Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани представлены ригидностью приводящих мышц бедра – 100%.

У детей 2-й группы соматическая патология представлена следующими классами болезней: первое место – болезни системы кровообращения (20,33%) – которые представлены малыми аномалиями сердца (МАС) – 100%; второе место – болезни глаза и его придаточного аппарата (17,89%); третье место – врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения (17,07%); четвертое место – болезни органов дыхания (15,45%), затем следуют болезни крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающие иммунные механизмы (9,76%), болезни эндокринной системы, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, болезни кожи и подкожной клетчатки (по 4,06%), болезни мочеполовой системы (3,25%); доброкачественные новообразования (2,44%); болезни уха и сосцевидного отростка (1,63%).

Болезни глаза и его придаточного аппарата представлены ретинопатией – 50%, косоглазием (18,18%), дакриоциститом (13,64%), астигматизмом и катарактой (по 9,09%).

Врожденные аномалии, деформации и хромосомные нарушения представлены врожденным пороком сердца (38,11%), дисплазией тазобедренного сустава (23,81%), синдактилией обеих стоп, врожденным пороком развития почек, гидроцеле (по 9,52%), врожденным пороком развития желудочно-кишечного тракта, множественными стигмами дизэмбриогенеза (по 4,76%).

Болезни органов дыхания представлены пневмонией (78,95%), острым бронхитом (15,79%), гипотрофией небных миндалин 1-2 степени (5,26%).

Болезни мочеполовой системы представлены нефропатией (50%), инфекцией мочеполовой системы и аплазией правой почки (по 25%).

Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани представлены ригидностью приводящих мышц бедра (60%), мышечной кривошеей, острым остеомиелитом (по 20%).

Болезни эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ, представлены преимущественно пищевой аллергией (60,00%), гипотрофией (40%).

Болезни крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунные механизмы представлены дефицитными анемиями (100%).

Болезни кожи и подкожной клетчатки представлены атопическим дерматитом (100%).

Доброкачественные новообразования представлены гемангиомами любой локализации (100%).

Болезни уха и сосцевидного отростка представлены нарушением слуха – тугоухость (100%).

**Выводы.** Таким образом, можно сделать вывод, что соматическая патология представлена у детей раннего возраста с перинатальной патологией центральной нервной системы (с ограничениями и без ограничений) большим разнообразием. Практически каждая система организма затронута, что говорит о том, что данная тема актуальна и требует дальнейшего более детального исследования и разработки профилактических мероприятий, как среди детей, так и среди родителей, воспитывающих детей с данной патологией.

### **Литература**

1. Латышев, Ю. Ф. Возможности исследования качества жизни у детей в клинической практике / Д. Ю. Латышев [и др.]. – Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: биология, клиническая медицина, 2014. – Т. 12, № 1. – С. 81–84.

2. Егорова, В. Б. Влияние медико-социальных факторов и перинатальной патологии на здоровье, развитие и качество жизни детей раннего возраста / В. Б. Егорова, Я. А. Мунхалова, С. Н. Алексеева. – Якутский медицинский журнал, 2017. – № 1 (57). – С. 10–12.

## **МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ**

**Семененя И.Н.**

г. Минск, Республика Беларусь

Ни один процесс на Земле, как и во Вселенной в целом, не осуществляется без затраты энергии. Энергия – один из важнейших факторов развития экономики и уровня жизни людей. Понятно, что потребление энергии в перспективе будет только

возрастать в связи с продолжающимся увеличением численности населения планеты (более чем на 1 млн. каждые 4 дня), разработкой и внедрением более или менее энергоемких новых технологий во всех сферах жизни общества, несмотря на предпринимаемые меры по энергосбережению и энергоэффективности.

Население Земли менее чем за 100 лет увеличилось в 4 раза – с 2 млрд в 1927 году до 8 млрд в 2022 году. В то же время, потребление энергии демонстрирует колоссальный взлет – только с 1990 по 2000 год потребление энергии в расчете на 1 человека увеличилось в 5 раз. Мировой энергетический конгресс прогнозирует рост глобального потребления энергии на 140–320% к 2050 году. Примерно 70% мировой энергии потребляют промышленно развитые страны, в которых проживает около 30% населения Земли [9, 10, 18]. Резкий рост потребления энергии на основе используемых источников (невозобновляемых и, в существенно меньшей степени, возобновляемых) уже давно породил конфликт с окружающей средой и здоровьем населения, который продолжает только углубляться.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), более 13 млн смертей в мире ежегодно происходят по предотвратимым экологическим причинам. Напомним, что ежегодно в мире умирает от разных причин более 60 млн человек (в 2021 г. – 61,5 млн).

4 апреля 2022 года ВОЗ в пресс-релизе проинформировала о том, что 99% людей планеты дышат воздухом, который загрязнен сверх установленных нормативов и несет угрозу здоровью. Основной источник этих загрязнителей – сжигание ископаемого топлива [13]. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), за 2021 год 37% всей мировой электроэнергии выработано из природного угля, 23,5% – из природного газа.

Еще в 2015 году Всемирная ассамблея здравоохранения приняла резолюцию, согласно которой загрязнение воздуха является фактором риска неинфекционных заболеваний, таких как хроническая обструктивная болезнь легких, бронхиальная астма, рак легких и других органов, ишемическая болезнь сердца, инсульт, а также экономические потери, которые они вызывают. Загрязненный атмосферный воздух увеличивает также риск развития сахарного диабета, неврологических расстройств, оказывает неблагоприятное влияние на репродуктивную функцию беременных

женщин, приводя к преждевременным родам, более низкой массе тела новорожденных и др.

В своем докладе директор Департамента по проблемам изменения климата, здоровья и окружающей среды ВОЗ Мария Нейра отметила: *“После того, как мы пережили пандемию, недопустимо до сих пор наблюдать из-за загрязнения воздуха 7 миллионов случаев предотвратимой смерти и бесчисленное количество предотвратимых утраченных лет хорошего здоровья...”*. По мнению Марии Нейра, необходимо значительно активизировать деятельность по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями с увеличением объемов финансирования этих мероприятий и существенным повышением их эффективности.

По оценкам независимой исследовательской организации «Centre for Research on Energy and Clean Air» (Центр исследований энергии и чистого воздуха – ЦИЭЧВ) экономический ущерб от загрязнения воздуха при сжигании углеводородного топлива в 2018 году оценен в 2,9 трлн долларов США или 3,3% мирового ВВП, причем в России – 68 млрд \$, США – 600 млрд \$, Китае – 900 млрд \$.

Несколько примеров по отдельным странам (данные ВОЗ, ЦИЭЧВ, британского аналитического центра EMBER – некоммерческий исследовательский центр, занимающийся вопросами окружающей среды и проводящий кампанию по сокращению использования угля).

Ежегодные экономические затраты Турции (население ~85 млн) на преодоление медицинских последствий загрязнения окружающей среды от угольной энергетики обходятся в 10,9 млрд евро в год.

В 2017 году на долю загрязнения воздуха в Пакистане (население ~ 220 млн.) приходилось более 9% смертей (128 000 человек). При этом ожидаемая продолжительность жизни в стране сократилась примерно на 2 года и 8 месяцев.

Одна только угольная электростанция Чандрапур в Индии (население ~ 1,4 млрд) в 2020 году произвела выброс в окружающую среду 4 724 тонны твердых частиц, 103 010 тонн двуокиси серы, 28 417 тонн двуокиси азота и 1 322 кг ртути. Расчеты показали, что если бы на этой электростанции была установлена

система десульфурации дымовых газов, то только это позволило бы в 2020 году уменьшить временную нетрудоспособность по болезням на 8 млн дней, сохранить 1300 жизней и предотвратить 1800 преждевременных родов.

Выбросы украинских угольных электростанций привели в 2019 году к смерти 2 690 человек в Украине (население тогда составляло ~44 млн) и 1 315 человек в Европейском союзе (ЕС; население ~450 млн). Среди стран ЕС наибольший вред от выбросов украинских угольных электростанций испытывают Румыния (население ~19 млн) и Польша (население ~38 млн). В 2019 году эти страны потеряли 534 и 325 жителей соответственно. *Вследствие загрязнения атмосферного воздуха в Украине ежегодно теряется 2 538 лет жизни людей [7].*

Таким образом, очевидно, что дальнейшее развитие мировой энергетики требует существенного пересмотра структуры мирового энергетического баланса. Различные источники получения энергии характеризуются значительными отличиями по степени негативного влияния на окружающую среду и здоровье человека. Человечеству необходимо определиться с перспективами развития каждого из существующих энергетических источников в целях разрешения сложившейся дисгармонии между системами энергообеспечения населения планеты и их негативным влиянием на окружающую среду и здоровье человека. *Человечество уже давно превысило порог саморазрушения биосферы и, соответственно, самого себя.* Необходимо разрабатывать новые экологически чистые и высокоэффективные технологии обеспечения человечества энергией в полном объеме.

### ***Общая характеристика источников энергии***

В природе существуют невозобновляемые и возобновляемые или альтернативные источники энергии. К невозобновляемым источникам относятся нефть, уголь, газ, горючие сланцы, торф, уран – при использовании они теряются практически безвозвратно.

Около 90% используемых в настоящее время в мире энергоресурсов составляют невозобновляемые источники, благодаря их высокому энергетическому потенциалу и относительной доступности. Однако создание инфраструктуры для их добычи и транспортировки, не говоря уже об экологических последствиях

производства электрической и тепловой энергии, весьма негативно сказывается на ландшафтах, растительном и животном мире, здоровье человека.

Возобновляемая же энергетика, удельный вес которой в структуре мирового энергетического баланса составлял по итогам 2020 года 12,4%, основана на извлечении энергии из постоянно происходящих в окружающей среде процессов или возобновляемых органических ресурсов. К основным возобновляемым источникам энергии (ВИЭ; «зеленая энергетика»), которые пополняются естественным путем и являются неисчерпаемыми, относятся вода (энергия водных потоков – течения рек, приливов и отливов, океанических волн; энергия геотермальных источников с выходом на поверхность земли из глубины теплых и горячих минеральных вод; энергия температурного градиента воды на поверхности и в глубинах океанов), солнце (солнечный свет), ветер, биотопливо (дрова, топливные брикеты, гранулы, растительные масла, биоэтанол, биометанол, биодизель, биогаз и др.) [1, 3].

**Дополнительным реальным источником возобновляемой энергии могут служить твердые бытовые отходы (ТБО).** В мировой практике получение энергии из ТБО осуществляется сжиганием или газификацией. В Японии, Дании и Швейцарии, например, сжигается около 70% ТБО, остальная часть складировается на полигонах или компостируется. В США сжигается около 14% ТБО, в Италии – 25%, Германии – 30%.

**Возобновляемые источники энергии значительно более экологичны, чем невозобновляемые. Однако и они не лишены в полной мере экологических недостатков.** Строительство многих объектов возобновляемой энергетики обходится существенно дороже, чем невозобновляемых.

Энергетика на основе ВИЭ интенсивно развивается. К 2017 году, например, было зарегистрировано более полумиллиона патентов в этой области.

### ***Невозобновляемые источники ископаемого топлива***

#### ***Нефтяная промышленность***

Нефть является маслянистой горючей жидкостью, на 80-90% состоящей из сложной смеси углеводородов различной молекулярной массы и некоторых других химических веществ (соединения

серы, азота, смолисто-асфальтеновые вещества, минеральные соли и соли органических кислот, металлоорганические соединения, механические примеси, вода и др.). Всего в состав нефти входит более тысячи различных веществ, включая 50 химических элементов. Нефть широко используется в качестве топлива и сырья для химической промышленности. Она оказывает огромное влияние на мировую экономику и международную политику, являясь, в частности, важнейшим инструментом геополитики. В настоящее время нефть – это основной мировой энергоресурс, продукты переработки которого применяются во всех отраслях промышленности и во всех сферах жизни человека. Более 80% всей добываемой нефти используется для выработки энергии. Нефть используют для получения многих ценных продуктов, используемых в повседневной жизни. В настоящее время их насчитывается свыше 6 тысяч. Это различные виды топлива (бензин, керосин, солярка, топочный мазут и др.), средства бытовой химии (моющие и чистящие средства, лаки и краски, растворители, клеи, удобрения для растений, дезодоранты, антиперспиранты, зубные пасты и др.), технические масла, растворители, вазелин, парафиновые свечи и карандаши, полиэтилен, пластик и товары из него (пакеты, упаковки, компьютеры, телевизоры и др.), синтетическая одежда и другие ткани, синтетическая резина, мебель, панели солнечных батарей, мобильные телефоны, парфюмерные изделия (одеколоны, туалетная вода, духи), косметика (губная помада, тени для век, краска для волос), контактные линзы, некоторые лекарства, например, ацетилсалициловая кислота, некоторые антибиотики, сульфаниламидные и противотуберкулезные средства, противоаллергические и успокаивающие средства и др., пищевые добавки, некоторые продукты питания (сосиски, колбасы и др.) и т. д. Понятно, что часть указанных продуктов оказывает определенное отрицательное воздействие на здоровье человека [4, 18].

Доказанные запасы нефти в мире оцениваются более чем в 1,7 трлн. баррелей или почти 250 млрд тонн, хотя называются и более высокие цифры – 3 трлн баррелей или более 400 млрд тонн. Первое место по разведанным запасам нефти занимает Венесуэлла – 303,8 млрд баррелей, затем следует Саудовская Аравия – 297,6 млрд, Канада – 169,7 млрд, Иран – 155,6 млрд, Ирак – 147,2 млрд, Россия – 107,2 млрд. У США нефти значительно меньше –

61 млрд баррелей. По разным оценкам, доказанного мирового запаса нефти хватит человечеству на 30–100 лет.

Мировая добыча нефти в настоящее время составляет свыше 80 млн. баррелей в день. Несмотря на сравнительно небольшие запасы нефти в США, эта страна стала крупнейшим мировым производителем нефти с 2017 года. В период с 2014 по 2019 годы США демонстрировали рост нефтедобычи более чем на 10% ежегодно. По итогам 2020, пандемического года, США также заняли первое место в мире по объемам добычи нефти – 15,8%. На втором месте – Россия (13,5%), третьем – Саудовская Аравия (12,1%), четвертом – Канада (5,7%), пятом – Ирак (5,6%), шестом – Китай (4,8%) и т. д.

Добыча, транспортировка, переработка и хранение нефти и нефтепродуктов оказывает крайне неблагоприятное влияние на окружающую среду и здоровье человека, как и всех живых существ, с учетом происходящих аварий в нефтяном топливно-энергетическом секторе.

Так, по данным Министерства энергетики Российской Федерации в 2019 году на предприятиях топливно-энергетического комплекса произошло более 17 тысяч аварий с разливами нефти (фактически одна авария – каждые полчаса). Из них 10,5 тысяч случаев – на нефтепроводах (в 90% случаев – из-за коррозии труб) [22]. По словам директора по программам Российского отделения Greenpeace Ивана Блокова: «Каждый год в России в окружающую среду разливается несколько миллионов тонн нефти».

Все аварии с разливами нефти наносят непоправимый ущерб природе и здоровью людей. Крупные утечки нефти вызывают локальные экологические катастрофы с многолетними последствиями. По некоторым оценкам, в окружающую среду (на сушу и в акватории) ежегодно в мире попадает свыше 50 млн тонн нефти и нефтепродуктов. Немалая часть из них приходится на аварии на нефтяных танкерах. Приводятся данные, что более 3 500 нефтяных танкеров непрерывно, днем и ночью, перевозят нефть и нефтепродукты.

Аэрофотосъемкой со спутников зафиксировано, что уже почти 30% поверхности мирового океана покрыто нефтяной пленкой. Особенно загрязнены воды Средиземного моря, Атлантического океана и их побережья. Образующаяся при растекании нефти

и нефтепродуктов тонкая нефтяная пленка препятствует воздухообмену, оказывая негативное влияние на растительный и животный мир. При толщине нефтяной пленки более 0,1 мм замедляются процессы как проникновения атмосферного кислорода в воду, так и удаления из воды углекислоты. У морских животных и птиц, на тела которых попала такая пленка, нарушается теплообмен, животные могут ослепнуть при попадании нефти и нефтепродуктов в глаза и погибнуть. Установлено, что тонна нефти загрязняет 12 км<sup>2</sup> водной поверхности.

От нефтяных разливов в акваториях серьезно страдает и экономика прибрежных городов и населенных пунктов. Ущерб несут рыбаки, рестораны, отели и другие субъекты, связанные с курортным бизнесом. Убытки терпят прибрежные предприятия, потребляющие большое количество воды. При разливах нефти в пресных водоемах последствия катастрофы ощущает сельское хозяйство, коммунальные службы и население городов и т. д.

Кроме разливов нефти и нефтепродуктов в окружающую среду, большой урон экологии, экономике и здоровью человека наносят пожары на предприятиях нефтехимической промышленности, горение разлившейся в морях, океанах и на суше нефти и нефтепродуктов. Так, при горении нефти и нефтепродуктов в атмосферу выбрасывается большое количество оксидов углерода, азота и серы, сероводорода, цианистого водорода, различных углеводородов как продуктов неполного сгорания (формальдегид, полициклические ароматические углеводороды, включая канцероген 3,4-бензпирен, органические кислоты, сажа и др.), соединений свинца и т. д.

На масштабы загрязнения влияют также неаварийные выбросы от нефтехранилищ, нефтебаз, автозаправочных и нефтенасосных станций, факельных устройств, автомобильного и железнодорожного транспорта, судоходной и авиакосмической техники и т. д.

Таким образом, нефть, в конечном итоге, оказывает весьма неблагоприятное влияние на окружающую среду и здоровье населения планеты, не говоря уже о животном и растительном мире, вызывая различные заболевания, включая онкологические, и снижая продолжительность и качество жизни. Одна из весьма авторитетных газет США «Лос-Анджелес Таймс» в свое время заявила: «Ставка на нефть приближает экологическую смерть» [11, 12].

### *Угольная энергетика*

Мировые запасы угля разделяют на общие геологические и извлекаемые. Первые – это полностью или частично разведанное его количество (до глубины 1,8 км), вторые – запасы, которые подлежат промышленной разработке. Общие геологические запасы составляют по разным оценкам от 12 до 23 трлн тонн (чаще всего упоминается 14 трлн тонн), извлекаемые ~ 1 трлн тонн. 85% угля в мире приходится на каменный и 15% – на бурый. Даже извлекаемых запасов угля в мире может хватить еще на 300–500 лет.

Основная часть извлекаемых запасов угля (свыше 70%) сосредоточена в США (26,62%), России (17,61%), Китае (12,84%) Австралии (8,57%) и Индии (6,8%).

Уголь – один из ключевых видов топлива для производства энергии в таких быстро развивающихся странах как Китай и Индия. Использование угля особенно значительно (47%) в энергобалансе быстрорастущих стран Азиатско-Тихоокеанского региона, на долю которых приходится 44% потребляемой энергии в мире. По данным 2021 года уголь также формирует весомую долю в выработке электроэнергии в таких регионах, как Африка (22%), СНГ (14%) и ЕС (13%).

**Несмотря на то, что уголь остается на сегодняшний день вторым по важности видом топлива для производства энергии в мире, его доля неуклонно снижается с 2014 года в связи с колоссальным загрязнением окружающей среды и серьезными медицинскими последствиями от добычи угля и работы угольных электростанций.** По оценкам МЭА, мировое потребление угля в 2020 году уменьшилось очень значительно – на 7%. На это повлияло также снижение потребления электроэнергии в мире из-за ограничений, связанных с пандемией COVID-19.

Угольная энергетика наносит самый большой ущерб окружающей среде и здоровью человека по сравнению с другими источниками энергии. Угольная электростанция – самая грязная и экологически опасная [4, 9, 11].

При сжигании угля в окружающую среду выбрасывается значительное количество вредных веществ – пыли, золы, сажи, оксидов серы (99% составляет сернистый ангидрид –  $SO_2$ ), оксидов азота, угарного и углекислого газа ( $CO$  и  $CO_2$ ), озона, токсических элементов (свинец, ртуть, мышьяк, селен, кремний, алюминий,

германий, ванадий, марганец, фтор, хлор и др.), органических канцерогенов (полициклические ароматические углеводороды, в частности, 3,4-бензпирен, и др.), мутагенных и тератогенных веществ, радионуклидов и др. Атмосферные выбросы от угольных станций стали причиной так называемых кислотных дождей, которые губят растительность, почву, водоемы и здоровье людей. Так, к примеру, одна тепловая электростанция (ТЭС) мощностью 1000 МВт, работающая на угле с содержанием серы около 3,5%, несмотря на применение средств очистки, выбрасывает в год в атмосферу 140 тыс. тонн сернистого ангидрида, из которого образуется около 280 тыс. тонн серной кислоты. Ежегодный объем золошлаковых отходов ТЭС в СНГ в настоящее время превышает 120 млн тонн. С поверхностей золоотвалов ветер образует пыльные бури.



**Рисунок 1. – Угольные электростанции**

При сжигании угля происходит и небольшое радиоактивное загрязнение окружающей среды, т.к. в нем содержатся радионуклиды (уран, торий, радий, полоний, свинец-210, калий-40 и др.). Подсчитано, что индивидуальные дозы облучения населения в районе ТЭС превышают дозы вблизи АЭС в 5–10 раз, хотя они и ничтожно малы, чтобы вызвать какие-нибудь значимые нарушения в состоянии здоровья.

Мировой выброс урана и тория в результате сжигания угля составляет около 40 000 тонн ежегодно, а в России ТЭС на угле выбрасывают радионуклиды в количестве, превышающем 1000 тонн в год по урану. Установлено, что выбросы урана с угольной золой от ТЭС-4 г. Новосибирска в 7,5 раз превышают выбросы урана от Новосибирского завода химконцентратов, который изготавливает тепловыделяющие элементы для ядерных реакторов.

Мы здесь даже не затрагиваем вопрос об огромных количествах используемого для сжигания угля кислорода и выбросах основного парникового газа –  $\text{CO}_2$ . А ведь на сжигание 1 кг угля уходит 2 кг атмосферного кислорода.

### *Газовая энергетика*

Газовая энергетика хорошо развита во всем мире. Этому способствуют большие запасы природного газа, невысокая стоимость его транспортировки, значительно более высокая экологическая чистота, чем у нефти или угля.

Подтвержденные запасы природного газа в мире оцениваются почти в 200 трлн кубометров. Наибольшими запасами обладают Россия – 38 трлн кубометров, Иран – 32 трлн, Катар – 24,7 трлн, Туркменистан – 19,5 трлн и США – 12,9 трлн. Наименьшие запасы природного газа приходятся на Европу – 3,4 трлн кубометров.

По итогам 2020 года первое место в мире по объемам добычи природного газа заняли США – 960 млрд кубометров, второе – Россия (705 млрд), третье – Иран (234 млрд), четвертое – Китай (195 млрд), пятое – Канада (172 млрд) и шестое – Катар (167 млрд).

При сгорании природного газа образуются, в основном, лишь единичные токсические вещества – оксиды азота ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) и оксиды углерода ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ). Некоторые природные газы, однако, содержат в своем составе сероводород. Так, например, природные газы Оренбургского месторождения содержат 4–6% сероводорода, астраханского – 25%. В Канаде эксплуатируются газовые месторождения с содержанием сероводорода до 50%. Поэтому при их добыче и переработке могут выделяться в атмосферу значительные количества сероводорода и сопутствующих ему токсичных серусодержащих и других соединений [25, 27].

Добыча природного газа и прокладка тысячекilометровых трубопроводов, особенно в северных районах России, где сосредоточены месторождения газа, наносит ущерб тайге, тундре, оленеводству и др. Утечка природного газа из газопроводов (в Западной Сибири, например, ежегодно происходят тысячи аварий трубопроводов природного газа) может вызвать глобальное накопление в атмосфере парникового газа метана. Норма его утечки установлена в 2%, а фактическая утечка составляет 6%. Это значит,

что при современном уровне добычи газа в России эмиссия метана в атмосферу составляет ежегодно не менее 30 млрд кубометров.

### *Атомная энергетика*

В настоящее время в 31 стране мира эксплуатируются 442 ядерных реактора: в США – 95, во Франции – 56, в Китае – 49, в России – 38 и т. д. Еще 54 ядерных реактора находятся в стадии строительства. Более 200 энергоблоков закрыто. В настоящее время удельный вес атомной энергетике в структуре мирового энергетического баланса составляет 4,6% [4, 18].

В основе принципа работы АЭС лежит протекание в реакторе управляемой цепной реакции деления ядер урана-235 с выделением гигантского количества тепловой энергии, нагревающей воду. Образующийся водяной пар подается на турбину, вращающую ротор электрогенератора, который и вырабатывает электрическую энергию. Из отработанного пара в конденсаторе снова образуется вода и подается обратно к источнику тепла.

*Для работы АЭС необходим природный уран.* В качестве ядерного топлива используется обогащенный природный уран в виде таблеток размером в несколько сантиметров, содержащих  $UO_2$  или другие соединения с более высоким содержанием урана-235 (природное содержание – 0,72%, после обогащения – 2-5%).

Мировые запасы природного урана оцениваются в 6,1 млн тонн, из которых больше всего приходится на Австралию – 28%. Затем следует Казахстан (15%), Канада (9%), Россия (8%). США обладает запасами природного урана в объеме 0,78%.

По данным Всемирной ядерной ассоциации в 2020 году было добыто природного урана в количестве 47 731 тонны, что на 12,8% меньше показателя 2019 года. Сказалось негативное влияние пандемии COVID-19. Первое место по итогам 2020 года традиционно с большим отрывом занял Казахстан – 19 477 тонн или 40,8%. На втором месте Австралия – 6 203 тонны (13%), третьем – Намибия (5 413 тонн или 11,3%), четвертом – Канада (3 885 тонн или 8,1%). Россия заняла седьмое место, добыв 2 846 тонн (7%), США – пятнадцатое место (6 тонн или 0,013%). Узбекистан, к примеру, оказался на пятом месте (3 500 тонн или 7,3%), однако эта страна не использует уран, и вся его добыча в полном объеме идет на экспорт, в основном в Японию и США.

К достоинствам АЭС можно отнести небольшой объем используемого топлива и минимальные расходы на его транспортировку (для АЭС мощностью 1 ГВт необходимо около 20 тонн обогащенного урана в год – достаточно одного вагона для перевозки; одна топливная таблетка из диоксида урана массой 4,5 г выделяет энергию, эквивалентную сжиганию 882 кг дров, 550 кг угля, 500 кубометров природного газа или 500 кг нефти; *Троицкая ГРЭС* мощностью 2000 МВт, к примеру, сжигает за сутки *два железно-дорожных состава угля*, относительная экологическая чистота (угольная электростанция дает даже больший выброс радиоактивных веществ, чем АЭС; ТЭС мощностью 1000 МВт потребляет 8 миллионов тонн *кислорода* в год для окисления топлива с выделением углекислого газа, АЭС же не потребляют кислорода), относительная дешевизна производства электроэнергии (в среднем, не дороже, чем на угольных и газовых ТЭС; стоимость возобновляемых источников энергии значительно выше) [26].

Постоянно ведутся работы, нацеленные на повышение безопасности АЭС, увеличение их эффективности с ростом КПД, уменьшение объема образующихся ядерных отходов и газоаэрозольных выбросов.

К основным недостаткам АЭС можно отнести риски возникновения радиационных аварий с негативными последствиями для здоровья населения и окружающей среды, нерешенные проблемы захоронения отходов ядерного топлива, которые также представляют опасность для природы и человека, и очень продолжительный период вывода АЭС из эксплуатации, составляющий не менее всего срока эксплуатации АЭС, а именно – 30-60 лет, с большой стоимостью вывода – до 20% от стоимости строительства АЭС.

К негативным проявлениям работы АЭС относятся и газоаэрозольные выбросы. Основные их компоненты – радиоактивные инертные газы, аэрозоли радиоактивных веществ и продуктов коррозии. Из уранового топлива образуются около 300 различных радионуклидов, из которых более 30 могут попасть в атмосферу. Среди них – тритий, углерод-14, азот-16, аргон-41, криптон-87, йод-129, йод-131, йод-133, ксенон-133, ксенон-138, цезий-137 и др. Они проходят сложную систему очистки, необходимую для снижения их активности, а затем выбрасываются в атмосферу через вентиляционную трубу. Большая часть радиоактивности

газоаэрозольных выбросов генерируется короткоживущими радионуклидами, которые без ущерба для окружающей среды распадаются за несколько часов или дней. От действия радиации при нормальной работе АЭС люди не болеют и не умирают, так как те дозы облучения, которые они получают, ничтожно малы и составляют не больше 0,1% от естественного радиационного фона [24, 26].



**Рисунок 2. – Белорусская АЭС**



**Рисунок 3. – Самая мощная в мире АЭС Касивадзаки-Карива (Япония)**

Одна из наиболее серьезных опасностей, которую таят в себе АЭС, – это риск возникновения радиационных аварий. В открытом доступе можно найти только 7 аварий на АЭС. Всего же значимых радиационных инцидентов в мире насчитывается около 2 500, включая испытания ядерного оружия (около 2 420), аварии на экспериментальных ядерных энергоустановках, радиохимических заводах, атомных подводных лодках, космических спутниках с

ядерными реакторами на борту, при взрывах хранилищ с радиоактивными отходами, авиакатастрофах с бомбардировщиками, несшими на борту термоядерные бомбы, и др. [17].



Рисунок 4. – Французская АЭС Каттеном

Все радиационные инциденты и аварии на АЭС оцениваются по 8-балльной (от 0 до 7) международной шкале ядерных событий (INES), позволяющей оценить *уровень опасности чрезвычайных ситуаций, связанных с атомной энергетикой*. Среди них:

– авария на Ленинградской АЭС 30 ноября 1975 года в СССР (4 уровень INES – *локальная авария без значительного риска для окружающей среды*);

– авария на АЭС Богунице 22 февраля 1977 года в Чехословакии (4 уровень INES);

– авария на АЭС Три-Майл-Айленд 28 марта 1979 года в США (5 уровень INES – *авария с широкими последствиями*);

– авария на АЭС Сен-Лоран-дез-О 13 марта 1980 года во Франции (4 уровень INES);

– авария на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года в СССР (7 уровень INES – *крупная авария*);

– авария на АЭС THTR–300 4 мая 1986 года в Германии (4 уровень INES);

– авария на АЭС «Фукусима–1» 11 марта 2011 года в Японии (7 уровень INES).

Реально в мире произошло лишь 3 крупных аварии на АЭС:

– АЭС Три-Майл-Айленд, 1979 год, США;

– Чернобыльская АЭС, 1986 год, СССР;

– АЭС «Фукусима–1», 2011 год, Япония.

Наиболее серьезная авария произошла на Чернобыльской АЭС, которая вылилась в самую широкомасштабную и тяжелую катастрофу.

### *Сланцевая энергетика*

Горючие сланцы – самая распространенная осадочная порода, сформировавшаяся на дне морских глубин под большим давлением из органического вещества растений и животных за сотни миллионов лет. Преобладают в сланцах, как правило, минеральные компоненты (кальцит, доломит, гидрослюды, каолинит, полевые шпаты, кварц, пирит и др.). Органическая часть представлена сложной смесью различных углеводородов, именуемой керогеном, на долю которой приходится в большинстве случаев 10–30% массы породы. Только в сланцах самого высокого качества процент керогена может достигать 50–70%.

Горючие сланцы имеют слоистую (пластинчатую) структуру серого, темно-серого, желтого, оливкового, желто–коричневого, коричневого и черного цвета. По внешнему виду они напоминают уголь, но имеют более высокую воспламеняемость за счет керогена. Легко распадаются на отдельные слои (плитки).

Среди сланцевых залежей есть нефтяные и газоносные. В сланцевой промышленности осуществляется добыча собственно горючих сланцев, сланцевой нефти и сланцевого газа.

Сланцевая нефть бывает двух видов - Shale oil (высоковязкая сланцевая смола, получаемая из горючих сланцев после термического воздействия, по плотности и вязкости значительно отличающаяся от традиционной нефти) и Tight oil (легкая нефть, содержащаяся в плотных, низкопористых и низкопроницаемых подземных коллекторах).

Сланцевый газ – это разновидность природного газа, хранящегося в небольших газовых коллекторах в толще сланцевого слоя Земли. Он состоит преимущественно из метана. В газовых сланцевых пластах газ может быть сухим с содержанием метана до 98%, а может быть «жирным», в связи с содержанием в нем более тяжелых углеводородов (пропан, бутан и др.).

Кроме генерации тепловой и электрической энергии при использовании горючих сланцев, из них при глубокой переработке получают разнообразные нефтепродукты (разные виды топлива,

масла, растворители, пластмассы, дорожные битумы, кровельный толь, цемент, кирпич, строительный клей, нефтеполимерные смолы, сорбенты, консерванты, гербициды, фенол, бензол, некоторые лекарственные средства и др.).

Горючие сланцы являются также потенциально возможным источником редких металлов (уран, никель, молибден, ванадий, рений и др.). В Швеции, например, сырьем для получения урана служат урансодержащие глинистые сланцы.

В мире известно около 600 месторождений горючих сланцев. Общие их запасы по разным оценкам составляют от 450 до 650 трлн тонн. Однако запасов сланцевой нефти, добыча которой экономически целесообразна, намного меньше. По данным корпорации British Petroleum, мировые запасы извлекаемой сланцевой нефти составляют всего лишь 32,7 млрд тонн. Наиболее оптимистичная оценка извлекаемых ресурсов сланцевой нефти указывает на 382–450 млрд тонн.

Согласно данным Министерства энергетики США, технически извлекаемые запасы сланцевой нефти в мире составляют 345 млрд баррелей (47 млрд тонн), а сланцевого газа – 207 трлн кубометров.

Первое место в мире по запасам горючих сланцев у США – 52%, на втором месте Бразилия – 21%, на третьем месте Россия – 11%, затем идут Китай и Австралия – по 5%. Остальные ресурсы сосредоточены в Эстонии, Болгарии, Украине, Великобритании, Германии, Франции, Испании, Австрии, Канаде, Италии, Швеции, Иордании и на территории бывшей Югославии. Однако большинство из них расположено слишком глубоко, чтобы разработка этих месторождений была экономически оправданной. Следует отметить, что Эстония является единственной страной мира, где горючие сланцы играют ключевую роль в ее энергетическом балансе (около 50%).

Россия занимает первое место в мире по запасам сланцевой нефти – 75 млрд баррелей, или 22% от мировых запасов, затем идут США – 58 млрд, Китай – 32 млрд. В то же время Китай – лидер по запасам сланцевого газа – 31,5 трлн кубометров, или 15% от общемировых. Вслед за Китаем идут Аргентина, Алжир, США. Россия, чьи ресурсы сланцевого газа оцениваются в объеме 8 трлн

кубометров, занимает 9-е место в мире. При этом запасы традиционного природного газа в России составляют 38 трлн. кубометров. По некоторым оценкам, при существующем уровне потребления мировых запасов сланцевой нефти их может хватить на 10–11 лет, сланцевого газа – на 64 года [10, 18].

Масштабная промышленная добыча сланцевой нефти и газа была начата в США в начале 2000-х годов в штате Техас, где впервые применена комбинация двух технологий – наклонно-направленного, в том числе горизонтального, бурения и многостадийного гидроразрыва сланцевых пластов. Благодаря резкому росту сланцевой добычи, названной “сланцевой революцией”, в 2009 году США стали мировым лидером по общей добыче газа, причем более 40% приходилось на нетрадиционные источники (метан угольных пластов и сланцевый газ). Благодаря новым технологиям, США с 2008 по 2018 год увеличили в 2 раза добычу нефти, а добычу природного газа – на 55%.

В число стран, добывающих сланцевую нефть, сейчас кроме США входят Украина, Польша, Аргентина. По некоторым оценкам, в ближайшие 2-3 десятилетия лидерами в добыче сланцевой нефти помимо США будут Китай, Россия, Аргентина и Колумбия. В долгосрочной перспективе добыча сланцевой нефти может начаться во многих странах.

В настоящее время доля нетрадиционной сланцевой нефти в мировой добыче составляет порядка 10%, тогда как в 2012 г. она не превышала 2%.

Тем не менее, несмотря на широкое распространение сланцевых месторождений, объемы добычи и использования горючих сланцев пока невелики. Одна из причин – значительная их зольность, а значит, и значительное содержание в них пустой породы, что существенно снижает удельную теплоту сгорания и делает экономически нецелесообразной транспортировку сланцев на большие расстояния.

Сланцевая энергетика, естественно, не лишена экологических минусов [9, 12]. Ущерб окружающей среде и здоровью населения наносится не только использованием сланцевой нефти и газа для получения тепла и электроэнергии с соответствующими вредными выбросами, а также опасными для здоровья различными

продуктами, получаемыми из них, но и их добычей. Так, немало вреда приносит запрещенная в некоторых странах технология извлечения углеводородов из сланцев методами наклонного бурения с формированием протяженных горизонтальных участков и гидроразрыва пластов (фрекинг). Дело в том, что для одного гидроразрыва пласта требуется от 5 000 до 20 000 тонн смеси воды, песка и химикатов. Для проведения одного гидроразрыва (а таких гидроразрывов производится в год десятки на одной скважине) необходимо до 500 наименований различных химикатов общим объемом от 80 до 300 тонн. Вблизи месторождений скапливаются большие объемы загрязненной химическими веществами отработанной воды, содержащей толуол, бензол, диметилбензол, этилбензол, мышьяк и др. – некоторые из них являются канцерогенами. Это приводит к загрязнению грунтовых и поверхностных вод, питьевой воды со всеми вытекающими последствиями для здоровья населения. При этом растет также сейсмическая активность в связи с изменением структуры недр в результате использования своеобразной системы бурения и гидроразрывов, которая провоцирует возникновение землетрясений.

Учитывая серьезные негативные последствия технологии фрекинга, в 2012 году был даже введен Всемирный день против фрекинга – 22 сентября, а Израиль и некоторые другие страны пытаются разработать технологии безводной добычи сланцев. Неблагоприятное влияние на окружающую среду при добыче горючих сланцев оказывают и выбросы в атмосферу сопутствующих газов (оксиды углерода, метан и др.). Меньшее негативное значение имеют изменения естественного ландшафта.

### ***Торфяная энергетика***

До сих пор нет однозначного мнения по вопросу о том, к какому виду источников энергии следует отнести торф. Одни считают, что это невозобновляемый источник энергии, другие придерживаются противоположной точки зрения. Есть и третье мнение, согласно которому торф является условно возобновляемым источником энергии. Скорее всего, торф следует отнести, все-таки, к невозобновляемым источникам энергии, так как, с одной стороны, торфонакопление происходит постоянно, но, с другой стороны, – это очень медленный процесс. Современные торфяные залежи

сформировались за 10–12 тыс. лет. Скорость образования слоев торфа колеблется от 0,2 до 1 мм в год или до 1 метра за 1 тысячу лет. Поэтому с учетом современных темпов развития человечества, расширения сфер его деятельности и все возрастающей потребности в энергетических ресурсах, торф следует считать невозобновляемым источником энергии, но возобновляемым природным ресурсом.

Торф представляет собой аморфное органическое вещество, образовавшееся в результате неполного разложения болотных растений (осоки, пушицы, морошки, шейхцерии, сфагновых и зеленых мхов, вересковых и других кустарников, деревьев – березы, ольхи, сосны и др.) при недостатке кислорода и обилии влаги. Он является, своего рода, промежуточным продуктом между почвой и бурым углем, залегает на поверхности земли или на глубине нескольких десятков метров. В случае захоронения торфа под новыми осадками он постепенно трансформируется в бурый, а затем – в каменный уголь. Цвет торфа варьирует от светло-желтого до землисто-черного. Органических соединений в торфе менее 50% в расчете на сухую массу. В естественном состоянии торф содержит 86-95% воды. В состав торфа входят сахара, целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, гуминовые и фульвовые кислоты, битумы, фенолы, много химических элементов – кремния, кальция, железа, алюминия, ванадия, никеля, кобальта, меди, марганца, бария, титана и др.

**В качестве торфяного топлива используются фрезерный и кусковой торф, торфяные брикеты.** Стоимость единицы энергии на электростанции, работающей на торфе, в 3 раза дешевле, чем на нефти, и на 20 % меньше, чем на угольной ТЭЦ.

Однако из торфа можно получать не только топливо, но и плодородный грунт, удобрения, стимуляторы роста растений, кормовые добавки, изоляционные материалы, одежду, упаковочный материал, активированный уголь, некоторые лекарства, графит, фенол, спирт, парафин, воск, резину и др. – всего более 70 видов продукции. Кроме того, торф поглощает нефть, растекающуюся по поверхности воды.

По некоторым данным мировые запасы торфа составляют около 500 млрд тонн, в том числе разведанные – свыше 235 млрд

тонн. По одним данным, первое место по запасам торфа занимает Россия (150-188 млрд тонн), по другим – Канада (111-170 млрд тонн).

Пик мировой добычи торфа пришелся на 1984–1985 годы, когда добывалось около 380 млн. тонн торфа в год. В последующем, объем его мировой добычи постоянно сокращался и уже к 1992 году составил всего лишь 29 млн. тонн.

С начала XX века в ряде стран отмечается подъем торфяной отрасли, в частности, в России, Беларуси, Ирландии, Финляндии, Швеции, Латвии, Польше, в других – ее спад.

В последнее время ежегодная добыча торфа в мире колеблется возле отметки 25 млн тонн. Беларусь занимает пятое место после Финляндии, Ирландии, Швеции и Германии, а в 2008 году находилась на третьем месте после Финляндии и Ирландии. Россия соседствует рядом с Беларусью, хотя в первой половине 1990-х годов она была мировым лидером в добыче торфа [14].

По итогам 2018 года основными экспортерами торфа в мире были Латвия (18,4%), Германия (15,9%), Канада (12,4%), Нидерланды (11,3%), Эстония (10,5%), Литва (8,5%), Ирландия (7,7%). На их долю пришлось 84,7% всего экспорта торфа в 2018 году.

Добыча торфа, например, в странах Балтии (Латвия, Литва, Эстония) является полностью экспортоориентированной. Поставки осуществляются во многие страны мира, что свидетельствует о повсеместном спросе на торф и торфопродукты, а также об экономической целесообразности их морских перевозок на большие расстояния. Надо отметить, что торф является объемным топливом с невысокой теплотворной способностью, поэтому транспортировка его, как источника энергии, на расстояния более 100-150 км не всегда может быть экономически обоснованной.

Кроме источника энергии, торф используется в качестве удобрения в сельском хозяйстве и дачном садоводстве, подстилочного, изоляционного и упаковочного материала, торфяных горшочков, грунта для теплиц, кормовых добавок, торфяных фильтрующих элементов, сорбентов и др. На верховых залежах торфа можно выращивать торфодерновые ковры для озеленения, зеленого строительства, борьбы с ветровой эрозией, закрепления откосов в дорожном строительстве и т. д.

Интересно, что Нидерланды, занимающие четвертое место по экспорту торфа в мире, являются при этом крупнейшим

импортером данной продукции. Дело в том, что в стране торф в больших объемах перерабатывается в торфяные продукты сельскохозяйственного назначения, которые потом экспортируются во многие страны мира.

В 2009 году торф в России даже включили в энергетическую стратегию на период до 2030 года. В этом документе торф обозначен как один из важнейших и перспективных местных источников топлива и к 2020 году предусмотрено было увеличение его добычи в 4 раза, а ежегодный объем производства должен составить 8 млн тонн. Однако к настоящему времени ежегодная добыча торфа в России не превышает 1,5 млн. тонн, а производство топливного торфа при этом демонстрирует тенденцию к снижению. Основной объем потребляемого в России торфа идет на сельскохозяйственные и садоводческие нужды и только 5% используется в качестве топлива.

Много внимания торфяной энергетике уделяет Беларусь. С 1932 по 1990 год существовал даже Институт торфа АН БССР. В республике разведано более 9 тыс. торфяных месторождений, но разрабатывается сейчас – 55, а общие запасы торфа оцениваются по разным данным от 2,4 до 4 млрд тонн, из которых для промышленной разработки пригодны немногим более 300 млн. тонн. Вплоть до 60-х годов XX века, торф («коричневое золото») оставался основным видом топлива, на котором работало большинство электростанций республики. Строились новые торфопредприятия и крупные теплоэлектростанции на торфе. Беларусь даже называли «Торфяным Донбассом» [14].

Максимальный уровень добычи торфа был достигнут в 1974 году – 16,8 млн тонн. Для этого осушили более 80% торфяников белорусских болот, что имеет и обратную экологическую сторону. С конца 70-х годов доля торфа в энергетическом обеспечении страны постепенно уменьшалась и к 1986 году сжигание торфа прекратилось. Позже топливное направление торфяной промышленности в республике возродилось и в последнее десятилетие ежегодная добыча топливного торфа составляет 1–2,7 млн тонн, часть его идет на экспорт – в Словакию, Швецию, Литву, Латвию и другие страны. В 2021 году в Беларуси добыто 1,6 млн тонн торфа, в том числе 1,4 млн тонн фрезерного – для производства торфяного топлива.



**Рисунок 5. – Добыча торфа в Беларуси**

Как отметила заместитель Министра энергетики Республики Беларусь Ольга Прудникова: «Беларусь обеспечена запасами торфа на ближайшие 100 лет... спрос на местные виды топлива, в том числе торф, будет расти... Наблюдается рост экспорта торфяной продукции топливной и нетопливной группы» [16].

Торфяные производства – очень пыльные. Правда, содержание вредных примесей в торфе значительно меньше, чем в угле. Однако при сжигании торфа также образуется немало вредных веществ, включая золу и пыль, оксиды углерода, азота, серы, полициклические ароматические углеводороды, диоксин, плавиковую и хлороводородную кислоты, аммиак и др., которые при длительном воздействии могут вызвать серьезные заболевания. Много вредных веществ попадает в атмосферный воздух при горении торфяников. Проведенные исследования показали, что торфяной дым опаснее для здоровья, чем древесный.

Кроме того, экологические проблемы, связанные с добычей торфа, возникают вследствие масштабного осушения болотных массивов, а это нарушает природное равновесие. Белорусские болота не зря называют легкими Европы, так как они ежегодно выводят из атмосферы миллионы тонн углекислого газа.

Даже при общем положительном тренде в развитии торфяной промышленности в мире, доля этого источника энергии в мировом энергетическом балансе останется крайне ничтожной. В настоящее время она составляет примерно одну тысячную от общего объема энергии, потребляемой в мире, но в отдельных странах на долю торфа приходится существенно больше.



**Рисунок 6. – Современная торфяная электростанция мощностью 150 МВт в Ирландии**

В Ирландии, например, за счет торфа покрывается 40% потребляемой энергии, в Финляндии – 3%, а в Швеции ряд районов полностью работает на топливном торфе.

### ***Возобновляемые природные источники энергии***

#### ***Гидроэнергетика***

Из всех возобновляемых источников энергии только гидроэнергетика в настоящее время вносит заметный вклад в мировое производство электроэнергии – до 20%. Как уже упоминалось, энергия воды в настоящее время используется по 5 направлениям [1, 18, 25]:

- энергия течения рек;
- энергия приливов и отливов;
- энергия океанических волн;
- энергия геотермальных источников с выходом на поверхность земли из недр теплых и горячих минеральных вод;
- энергия температурного градиента воды на поверхности и в глубинах океанов.

Основа гидроэнергетики – гидроэлектростанции (ГЭС), в которых используется энергия водных потоков. Принцип работы ГЭС состоит в том, что энергия напора воды направляется на лопасти гидротурбины и приводит ее во вращение. Гидротурбина, в свою очередь, вращает электрогенератор, что приводит к выработке электроэнергии, которая подается на трансформаторную станцию, затем – на линии электропередач. Мощность гидроэлектро-

станции зависит от количества и от напора воды, проходящей через турбины.

Необходимый напор воды обеспечивается посредством сооружения плотины и водохранилища (плотинные ГЭС) или путем деривации потока реки, то есть отведения воды от ее русла по специальному туннелю или каналу (деривационные ГЭС). Есть также плотинно-деривационные ГЭС. Наиболее распространенные плотинные ГЭС имеют в своей основе плотину, перегораживающую русло реки. За плотиной вода поднимается, накапливается в водохранилище, создавая огромное давление и напор, что обеспечивает равномерную работу станции в течение года. Чем выше плотина – тем сильнее напор. Самая высокая в мире плотина находится на Юго-Западе Китая на реке Ялунцзян (Цзиньпинская ГЭС) и имеет высоту 305 метров (мощность 3,6 ГВт).



**Рисунок 7. – Гидроэлектростанции**

Крупнейшие в мире ГЭС находятся, кроме Китая, также в Бразилии, Венесуэлле, Канаде, Пакистане, Парагвае, России, США и некоторых других странах.

В Беларуси, например, в настоящее время действует 54 сравнительно небольших ГЭС суммарной электрической мощностью 96 МВт, хотя в 1960-х годах XX столетия их число в стране доходило до 180. Гидротехнический потенциал страны использован сейчас только на 6%.

### ***Приливо-отливная гидроэнергетика***

Кроме классических или традиционных ГЭС, существуют и, так называемые, приливные электростанции (ПЭС), которые строят на берегах морей, заливов, устьев рек и др. ПЭС используют

энергию огромных масс воды во время приливов и отливов. Гравитационные силы Луны и Солнца дважды в сутки изменяют уровень воды (меняется 4 раза). Самая большая амплитуда приливов в мире отмечается в заливе Фанди (Атлантическое побережье Канады), где она зарегистрирована на отметке 19,5 метров. Во время каждого прилива в течение двенадцати часов около ста миллиардов тонн воды в этом заливе подходит к берегу и направляется обратно. Считается, что эта мощь больше, чем, если бы даже объединить потоки всех рек мира. На побережье залива Фанди работают несколько ПЭС.



**Рисунок 8. – Машинное отделение ГЭС «Hoover Dam»  
(штат Аризона, США)**

Первая в мире ПЭС была построена во Франции в 1966 году. Кроме Франции ПЭС имеются в Великобритании, Индии, Канаде, Китае, Норвегии, России, Северной Ирландии, США, Южной Корее.

Разработан вариант ПЭС, позволяющий обходиться без плотины – на дне моря недалеко от берега устанавливаются генераторы с лопастями наподобие ветряков, которые вращаются движущейся во время приливов/отливов водой. Первая в мире такая приливная электростанция установлена в Северной Ирландии в узком морском заливе Лох–Стрэнгфорд. В 2021 году в Канаде построили первую в мире плавучую приливную электростанцию.



**Рисунок 9. – Приливная электростанция в Северной Ирландии**



**Рисунок 10. – Канадская плавучая приливная электростанция**

Преимуществом ПЭС является низкая себестоимость производства электроэнергии. Издержки эксплуатации ПЭС гораздо ниже, чем при эксплуатации обычных ГЭС. Недостатками ПЭС являются высокая стоимость строительства (в 2,5 раза выше стоимости ГЭС такой же мощности) и изменяющаяся в течение суток мощность, из-за чего ПЭС может работать только в единой энергосистеме с другими типами электростанций. Наиболее развитым в мире рынком электроэнергии, выработанной посредством приливов, является Шотландия.

### ***Волновая гидроэнергетика***

Другой водный источник энергии – океанические и морские волны. В этом случае специальные станции качаются на волнах и генерируют электроэнергию из движения волн – своего рода волновые гидроэлектростанции (ВЭС). В связи с тем, что поверхность Земли почти на 71% покрыта водой, то из-за огромных размеров мирового океана этот источник энергии имеет весьма перспективный потенциал, более значимый, чем у любого другого источника энергии в настоящее время. Помимо генерации дешевого электричества такие станции защищают берега, а также мосты и опоры от разрушения (*некоторые типы таких гидроэлектростанций наделены функцией волногашения и, соответственно, снижения ударной силы волн*). Однако их потенциал пока невысок.

Идеи получения электрической энергии из энергии движения волн имеют очень давнюю историю. Первая заявка на патент ВЭС была подана во Франции в 1799 году, однако первая ВЭС мощностью 2,25 МВт, расположенная в 5 км от берега, вошла

в эксплуатацию только в 2008 году в Португалии. Проект этой электростанции, стоимостью 8 млн. евро, был разработан шотландской компанией Pelamis Wave Power. В 2009 году вторая ВЭС была введена в эксплуатацию на Оркнейских островах (архипелаг на границе Северного моря и Атлантического океана, расположенный северо-восточнее Шотландии). В Великобритании строится ВЭС мощностью в 20 МВт. Строят такие электростанции и некоторые другие прибрежные государства.

Однако стоимость производства электроэнергии на ВЭС в настоящее время в 5-10 раз выше, чем на АЭС или ТЭС. Процент же использования волновой энергии сейчас достигает 40%. Электроэнергия передается на берег по кабелю. В Японии, к примеру, создан промышленный образец такой системы, имеющей 9 турбин общей мощностью в 2 МВт.

Сила, с которой волны воздействуют на сооружения в береговой зоне, достигает нескольких тонн на квадратный метр. Это силовое воздействие тоже может быть использовано для преобразования волновой энергии.

Волновую энергетику следует рассматривать только как источник энергии, дополнительный к традиционным, который может иметь значение только в некоторых районах мира.

### ***Геотермальная гидроэнергетика***

Следующий вид водной энергии – геотермальная энергия или энергия недр Земли. Подсчитано, что тепловой поток, идущий по температурному градиенту из глубин Земли (температура ядра Земли составляет ~6 000 °С) на ее поверхность за год в энергетическом эквиваленте в 17 раз превышает годовую выработку всей мировой энергии. Геотермальная энергия фактически является *неисчерпаемым источником, ее добыча не зависит от погодных условий, сезона года и времени суток. В свое время геотермальная энергия даже была обозначена как скрытый чемпион среди источников энергии будущего.*

Для получения геотермальной энергии строятся геотермальные электростанции (ГеоТЭС). Эти станции получают тепло Земли путем бурения паровых или водяных скважин, достигающих в глубину нескольких километров, где находятся разогретые пласты земной коры, запасы горячей воды и водяного пара в подземных

резервуарах. Из этих скважин горячая вода с температурой до 180 °С и выше и водяной пар могут выделяться на поверхность и использоваться как для производства электроэнергии, так и непосредственно в виде тепла для отопления помещений, теплиц, грунта, подогрева бассейнов, сушки сельскохозяйственных культур, *таяния снега и льда (например, горячая вода от ГеоТЭС используется для растопления льда и снега на дорогах и тротуарах)* и т. д.

К примеру, г. Рейкьявик, столица Исландии, практически полностью отапливается геотермальными водами. Еще в 1943 году там были пробурены 32 скважины глубиной от 440 до 2 400 метров, по которым к поверхности земли поднимается вода с температурой до 130°С. Девять из этих скважин действуют и по сей день. В Турции, по данным Министерства энергетики Турции, в 2000 году 20% потребления тепла приходилось на геотермальные источники.

Наиболее эффективные ГеоТЭС располагаются в районах с вулканической и повышенной сейсмической активностью. В этих регионах много тектонических разломов, гейзеров (*природные геотермальные источники, периодически выбрасывающие фонтаны горячей воды и пара под давлением*) и открытых термальных источников с водой, разогретой вулканами; термальные воды ближе всего подходят к поверхности земли.



**Рисунок 11. – Национальный парк Йеллоустоун (США)**

Здесь находится почти половина всех гейзеров Земли

Тем не менее ГеоТЭС можно строить во многих местах, поскольку в любой точке земной коры с глубиной растет и температура (на каждые 36 метров в глубину температура растет в среднем на 1 °С). В тех случаях, когда после бурения скважин горячая вода

и перегретый пар отсутствуют, используют технологии закачки воды под большим давлением в эти скважины. За счет высокой температуры земных недр и высокого давления вода нагревается (перегревается) с выделением водяного пара, который и поступает к поверхности земли через соседнюю пробуренную скважину.

Основной способ получения электрической энергии из геотермальной – это вращение горячим водяным паром под давлением или парами другого нагреваемого им носителя, например, фреона с температурой кипения 51,9 °С, турбин электрогенератора.

Первая в мире ГеоТЭС была введена в строй в Италии в начале XX века. В США первую ГеоТЭС мощностью всего лишь 250 кВт запустили в 1922 году. Сегодня в США работает более 60 ГеоТЭС, из них 19 располагаются в Долине гейзеров Национального парка Йеллоустоун. В СССР первая ГеоТЭС мощностью 12 МВт введена в строй в 1966 году на Камчатке, в долине реки Паужетка. Сейчас на Камчатке работают 5 ГеоТЭС мощностью 80 МВт, которые обеспечивают регион энергией на 25%. Доля России на мировом геотермальном рынке составляет 10%.

Сегодня позицию лидера по производству геотермальной электроэнергии удерживают США. Второе место занимает Индонезия. ГеоТЭС работают в Бельгии, Боливии, Венгрии, Гондурасе, Исландии, Кении, Колумбии, Мексике, Новой Зеландии, Тайване, Турции, Филиппинах, Хорватии, Чили, Японии и других странах.

В 2017 году в г. Париже был создан Глобальный геотермальный альянс, включающий 38 стран, объединившихся с целью усиления роли геотермальной энергии на международной арене.

### ***Градиент-температурная гидроэнергетика***

Разрабатываются также технологии использования энергии морей и океанов, связанные со значительной разницей температур поверхностного и глубинного слоев, достигающей в тропических областях до 20°С и выше – градиент-температурная энергетика. Фактически речь идет о преобразовании человечеством колоссальной солнечной энергии, аккумулируемой мировым океаном. Первое упоминание о концепции такой энергетике документально датируется 1881 годом.

Принцип градиент-температурной энергетики заключается в следующем. С помощью теплой воды поверхностных слоев

морей или океанов нагревается часть замкнутой системы труб, по которым циркулирует аммиак или пропан в жидком виде (*для перевода этих газов в жидкое состояние используются низкие температуры и повышенное давление*). В условиях нагревания тот или иной сжиженный газ переходит в газообразное состояние и при повышенном давлении вращает турбины генератора, вырабатывающего электроэнергию. Затем, проходя по замкнутой системе труб дальше, этот газ попадает в ее охлажденную часть, где опять конденсируется, превращаясь в жидкое состояние. Процесс повторяется. Для подъема холодной воды с глубин морей или океанов используются трубы, длиной от нескольких сот метров до километра. После всех этапов теплая и холодная вода обратно выпускаются в море или океан.

Градиент-температурная энергетика в мире развита пока слабо. Наибольших успехов в реализации проектов ГТГЭС добились США и Япония. Несколько ГТГЭС США построили на Гавайях. Первая станция маленькой мощности (53 кВт) была запущена в 1979 году и проработала до 1981 года. Вторая ГТГЭС на Гавайях существенно большей мощности (1 МВт) введена в строй в 1981 году. Она уже была смонтирована на борту танкера, которого и питала. Совокупная масса станции составляла 300 тыс. тонн.

Япония запустила первую ГТГЭС мощностью 120 кВт в 1981 году на тихоокеанском острове Науру, вторую мощностью 1 МВт – в Бенгальском заливе (район индийского штата Тамилнад).

Достоинством ГТГЭС является низкая себестоимость производимой электроэнергии. Ресурсы градиент-температурной энергетике по расчетам в 5-15 раз превышают нынешнее производство электроэнергии в мире, даже с учетом того, что мировой океан аккумулирует всего лишь 5% солнечной энергии. Такие станции могут с максимальной мощностью работать круглые сутки.

### **Отрицательные экологические последствия гидроэнергетики**

Строительство и эксплуатация крупных гидроэлектростанций приводит к неблагоприятному воздействию на окружающую среду, что выражается в повышении риска затоплений населенных и отселением людей, затоплений сельскохозяйственных угодий и

природных территорий с потерей высокоплодородных земель и лесов, нарушением функционирования природных экосистем, увеличении риска возникновения разрушительных землетрясений в предгорных и горных районах. Перегораживание русла рек приводит к заиливанию водоемов и эрозии берегов, ухудшению самоочищения проточных вод и уменьшению содержания кислорода, затруднению свободного передвижения рыб со снижением численности ряда видов, включая ценные породы, вплоть до полного исчезновения в связи с тем, что для некоторых из них плотины становятся непреодолимыми препятствиями на пути к нерестилищу, и др. Имеют место и климатические последствия – изменение теплового баланса, увеличение количества осадков, скорости ветра, облачности и т. д. С увеличением масштабов гидротехнических сооружений растет и масштаб негативного их воздействия на окружающую среду [4, 9, 11].

Гидроэнергетические сооружения несут в себе опасность катастроф. Так, например, в июле 1935 года в г. Ханькоу (Китай) из-за обильных ливней и повышения уровня воды в реке Хуанхэ прорвало дамбу. Погибло около 30 тысяч человек, более 5 млн лишились крова.

В феврале 1953 года из-за прорыва дамб в Северном море (Западная Европа) погибло 2000 человек и около 100 тысяч человек остались без крова.

В октябре 1963 года в г. Вайонт (Италия) в водохранилище за 45 с обрушился огромный горный массив длиной 2 км, площадью 2 км<sup>2</sup> и объемом около 0,3 км<sup>3</sup>. Чаша водохранилища оказалась заполненной горной породой до высоты 175 метров над уровнем воды. Оползень вызвал перелив воды объемом более 50 млн кубометров через гребень плотины, вызвав чудовищное наводнение и смыл полностью несколько деревень. Водяной вал, прошедший со скоростью 8-12 м/с по нижележащим территориям, достигал 90 м в высоту. Погибли до 3 тысяч человек.

В августе 1979 года в Индии в результате сильного ливня вода прорвала плотину Мачу-2, высота которой составляла 15 метров. Было разрушено 68 деревень, 12 700 домов. В г. Морви в руины превращено 60% жилого фонда, улицы города покрылись толстым слоем грязи, доходившим до 6 метров в высоту. Погибло до 15 тысяч жителей.

Подобных примеров в истории человечества немало.

Что касается ПЭС, то их отрицательное влияние на окружающую среду может быть связано с увеличением амплитуды приливов, что приводит к увеличению зоны между наивысшей точкой затопления во время прилива и нижней, обнажающейся при отливе. Это, в свою очередь, может повлиять на распределение грунтовых вод в береговой зоне, нарушить циркуляцию водных масс и т.д. Плотина ПЭС может оказать вредное воздействие на местные и мигрирующие виды рыб. Например, по оценкам биологов строительство ПЭС на Камчатке, в Пенжинской губе Охотского моря, нанесет непоправимый вред популяции охотоморской сельди. При строительстве ПЭС в зоне умеренного климата возможно образование зон загрязнения сероводородом.

Перед волновой энергетикой не стоит в острой форме проблема воздействия на окружающую среду. Однако, если значительная часть акватории будет покрыта ВЭС, это может привести к неприятным экологическим последствиям, связанным с нарушением газообмена между атмосферой и океаном, очисткой поверхности воды и придонного воздушного слоя от загрязнения. ВЭС могут быть опасны для водного транспорта. Кроме того, они создают шум, который пугает водных обитателей.

Отрицательные экологические последствия имеет и геотермальная энергетика. Добыча геотермальной энергии повышает риски пробуждения сейсмической активности в районе ГеоТЭС, локального оседания грунтов; может нарушаться функционирование гейзеров. При работе ГеоТЭС выделяются отравляющие газы (пары ртути, сероводорода, аммиака, двуокиси и окиси углерода, метана и др.), которые представляют опасность для человека, животных и растений, хотя масштабы выброса вредных веществ на ГеоТЭС относительно невелики по сравнению с угольными и газовыми электростанциями.

Считается, что ГеоТЭС являются также источниками теплового загрязнения окружающей среды. При одинаковой мощности с ТЭС или АЭС геотермальная электростанция потребляет для охлаждения значительно большее количество воды. Сброс сильно минерализованной геотермальной воды в поверхностные водоемы может привести к нарушению функционирования экосистем.

К отрицательным экологическим последствиям градиент-температурной энергетики относят нагрев и снижение давления глубинных вод, остывание поверхностных вод, выделение большого количества углекислоты, что способствует развитию парникового эффекта, приводит к изменению уровня воды в водоемах, сокращению в них кислорода, нарушению нерестового цикла рыб и другим негативным последствиям для флоры и фауны.

### ***Гелиоэнергетика (солнечная энергетика)***

Одним из весьма перспективных ВИЭ является солнечная энергия, из которой можно вырабатывать электрическую, тепловую и другие виды энергии, не загрязняя при этом окружающую среду. По существующим расчетам, потенциальная энергия солнечного излучения, достигшего Земли за год, в 4 000 раз превысила потребность человечества в энергии в 2020 году. Вопрос заключается в том, как ее эффективно использовать?

Солнце излучает энергию плотностью  $1,4 \text{ кВт/м}^2$ . После прохождения атмосферы она снижается до  $1 \text{ кВт/м}^2$ . Непосредственно у поверхности Земли данная величина колеблется от 0 (ночью и в пасмурную погоду) до  $1 \text{ кВт/м}^2$  (в солнечную погоду). В разных регионах количество солнечных дней в году существенно различается. Солнечные электростанции (СЭС) не работают ночью, недостаточно эффективно – в утренние и вечерние часы, на которые приходится максимум электропотребления.

В связи с такими колебаниями производства электроэнергии используются накопительные устройства, главным образом, литиевые батареи или аккумуляторы. При повышенном солнечном излучении часть производимой солнечными батареями энергии направляется в накопительное устройство, а при снижении мощности излучения часть накопленной энергии поступает потребителю. Благодаря этому может поддерживаться относительная стабильность уровня электрической энергии на выходе СЭС.

В настоящее время существует несколько типов СЭС (фотоэлектрические, башенного типа, тарельчатого типа, на основе параболоцилиндрических концентраторов, комбинированные, азростатные, солнечно-вакуумные). Наиболее известные СЭС – с фотоэлектрическими преобразователями, имеющие солнечные панели с фотоэлементами и трансформирующие солнечную

энергию в электрическую на основе фотоэффекта. Остальные СЭС относятся к термодинамическим. Они преобразуют солнечную энергию сначала в тепловую, а потом – в электрическую. Мощность термодинамических СЭС выше, чем фотоэлектрических. Некоторые термодинамические СЭС (башенного типа, тарельчатого типа, на основе параболоцилиндрических концентраторов) работают на принципе концентрации солнечной энергии с помощью огромных зеркал на котлах с теплоносителями, где температура может достигать 7000С, с последующим нагревом воды, образованием водяного пара, который вращает турбины электрогенератора [5, 6].

**Солнечно-вакуумные электростанции** обеспечивают нагрев воздуха в закрытых пространствах с последующим направлением мощного горячего потока на воздушную турбину электрогенератора.

**Возможно, в ближайшем будущем мощное развитие получит космическая солнечная энергетика, предполагающая сбор солнечной энергии в космосе с дальнейшей передачей ее на Землю.** Над этими проектами работают сейчас в Китае, Великобритании, США. Китай, например, планирует размещать космические СЭС на высоте 36 000 км над Землей. Уже сейчас солнечные батареи установлены на международных космических станциях для обеспечения энергией их работы.

Совокупная установленная мощность солнечных батарей на Земле за последние десять лет выросла более чем в 15 раз, достигнув 760 ГВт. Однако этот сегмент энергетики пока еще совсем небольшой – в 2020 году СЭС на Земле произвели всего около 3% мирового электричества, а десять лет назад – всего около 0,2%. В 2020 году доля потребления солнечной энергии в мире выросла на 20% (увеличилась на 126 ГВт), при этом мощность СЭС составила в Китае 28 330 МВт, в Японии – 23 409, Италии – 18 622, США – 18 317. КПД промышленных солнечных батарей с фотоэлектрическими преобразователями, хотя и поднялся за последние годы, но пока не превышает 20%.

По оценкам экспертов, за последние десять лет Европейский союз начал производить и потреблять примерно в 50 раз больше солнечной энергии. По данным Европейской ассоциации солнечной энергетики Solar Power Europe, в 2019 году в мире прирост

мощностей фотоэлектрической солнечной энергетики оказался в 2,5 раза выше, чем угольной и газовой вместе взятых. За 50 лет стоимость производства электроэнергии на СЭС с фотоэлектрическими преобразователями снизилась более чем в 1000 раз. Считается, что стоимость производства электроэнергии на всех СЭС к 2040 году может снизиться еще на 50% [1, 18].

В настоящее время в Беларуси функционирует свыше 80 СЭС общей мощностью, превышающей 160 МВт. Крупнейшей из них является Речицкая мощностью 55 МВт.

Крупнейшие в мире СЭС расположены в Индии, Китае, США, Мексике, ОАЭ и других странах. Самая крупная СЭС находится в Индии (2245 МВт).



**Рисунок 12. – Солнечная электростанция в Калифорнии**



**Рисунок 13. – Плавающие солнечные электростанции в Сингапуре**

Кроме промышленных СЭС, солнечные панели устанавливаются также непосредственно на крышах и стенах жилых домов для обеспечения электроэнергией домашних хозяйств, транспортных средствах, в бытовых приборах и т. д.



**Рисунок 14. – Солнечные электростанции**

К достоинствам СЭС относятся постоянно возобновляющийся бесплатный энергетический ресурс – солнечная энергия, минимальные отрицательные экологические последствия, независимость от центральной подачи электричества, полная автономность, длительный срок эксплуатации.

Существенными недостатками развития солнечной энергетики являются дороговизна солнечных фотоэлементов, проблема их утилизации, которая пока не имеет приемлемого с экологической точки зрения решения, экологическая опасность производства фотоэлементов (используется много опасных веществ), необходимость регулярной очистки огромных поверхностей фотопанелей от пыли и других загрязнителей, необходимость установки систем охлаждения фотоэлементов (при их нагреве эффективность работы заметно снижается), невысокий КПД солнечных батарей, проблема длительного хранения получаемой электроэнергии и др.

Солнечная энергетика достаточно экологичная, однако при работе СЭС имеет место перегревание земной атмосферы. СЭС являются причиной гибели миллионов птиц по всему миру в год [21]. Только в США и только солнечные батареи становятся причиной гибели около 140 тысяч птиц в год. Среди возможных указываемых причин – мощная концентрация света и, соответственно, тепла над электростанцией, приводящая к гибели птиц от резкого перегревания во время пролета над станцией. Возможно также поражение птиц электрическим током, когда они пытаются сесть на солнечные панели, или их интерес к бликующим зеркальным поверхностям, в которые они врезаются на лету.

Еще большую опасность представляют термодинамические СЭС. Когда пернатые попадают в лучи концентрированного света, они сгорают за считанные секунды.

## ***Ветроэнергетика***

Ветроэнергетика (ВЭС) – отрасль энергетики, занимающаяся преобразованием кинетической энергии воздушных масс в электрическую или другую форму энергии, удобную для использования в отраслях экономики. Ветер, как неисчерпаемый источник экологически чистой энергии, находит все более широкое применение.

Энергия ветра на земном шаре оценивается в год примерно в 2,7 раза больше суммарного расхода энергии на планете. Запасы энергии ветра более чем в сто раз превышают запасы гидроэнергии всех рек планеты.

В ветроэнергетике электроэнергия вырабатывается с помощью турбин, соединенных с электрогенератором, которые вращает ветер. Крупные ВЭС включаются в общую электрическую сеть, а более мелкие используются для снабжения электричеством удаленных районов.

Энергия ветра для практических целей использовалась еще до нашей эры. Наиболее ярким примером использования ветровой энергии являются парусные суда. В Китае, Вавилоне (современная локализация – на территории Ирака) и Персии (Иран) использовались ветряные мельницы для перемалывания зерна в муку и звучания органа. Первая ВЭС была построена в 1887 году в Великобритании, однако к ней был проявлен большой скепсис, и следующая ВЭС в Великобритании появилась только в 1951 году. Но уже в 1888 году в США появилась первая автоматически управляемая ветряная установка. В 1890 году ВЭС построена в Дании, в 1931 – в России (г. Ялта) и т. д.

В период с 1940-х по 1970-е годы ветроэнергетика пережила период упадка в связи с интенсивным развитием тех видов энергетики, которые давали независимое от погоды стабильное энергообеспечение за умеренную плату. Возрождение интереса к ветроэнергетике началось в 1970-х годах после нефтяного кризиса 1973 года. Кризис продемонстрировал зависимость многих стран от импорта нефти и привел к поиску вариантов снижения этой зависимости.

Наиболее перспективными местами для производства электроэнергии из ветра считаются прибрежные зоны. Но объем средств на их строительство по сравнению с сушей – в 1,5-2 раза больше. В море, на расстоянии 10-12 км от берега, а иногда

и дальше, строятся так называемые оффшорные (прибрежные, морские) ВЭС. Ветроэнергетические установки (ВЭУ) устанавливаются на фундамент из свай, забитых на глубину до 30 метров. Оффшорная электростанция включает также распределительные подстанции и подводные кабели до побережья. В 2009 году была установлена первая в мире плавающая ВЭУ.

Обычно рабочий диапазон скоростей ветра крупных ветровых установок составляет от 5 до 15 м/с. При скорости ветра меньшей 5 м/с эффективность работы установки значительно падает, при скоростях ветра больших 15 м/с увеличивается риск поломки конструкции, прежде всего лопастей. Скорость ветра, соответствующая нижнему пределу устойчивой работы ВЭУ составляет 4-5 м/с. Это позволяет использовать лишь 1,5-2,5% ветровой энергии. Ветроэнергетика, нередко, рассматривается в качестве вспомогательного энергоресурса, решающего местные энергетические проблемы, например, отдельных фермерских хозяйств.

Интересные данные получены учеными Стэнфордского университета, которые показали, что большие прибрежные ВЭС могут существенно ослабить ураганы, уменьшая экономический ущерб от их воздействия.

*В 2001 году в Дании создана Всемирная ассоциация ветроэнергетики, объединяющая представителей более 100 стран и занимающаяся продвижением и внедрением технологий ветроэнергетики во всем мире.*



**Рисунок 15. – Ветроэнергетические установки**

В 2019 году количество электроэнергии, произведенной всеми ВЭС мира, составило 5,3% от общего количества произведенной электроэнергии. В этом же году в Дании с помощью ВЭС было произведено 48% всего электричества, в Ирландии – 33%, Португалии – 27%, Германии – 26%, Великобритании – 22%, Испании – 21%.

2020 год стал лучшим годом в истории мировой ветроэнергетики. Тогда было установлено 93 ГВт новых мощностей, что на 53% больше по сравнению с 2019 годом. В 2020 году Китай и США вместе установили почти 75% новых установок. Еще 10 лет назад в Китае не существовало ВЭС, а сегодня построена ВЭС Ганьсу с огромной мощностью в 7965 МВт.

Крупнейшие морские ветряные электростанции функционируют в Бельгии, Великобритании, Германии, Дании, Китае и Нидерландах. Самая крупная из них – в Великобритании (1218 МВт). Великобритания строит также крупнейший в мире морской ветропарк мощностью 1386 МВт, который войдет в строй в 2023 году.



**Рисунок 16. – Морские ветроэнергетические установки**

По убыванию количества ВЭС, страны в ТОП-10 располагаются в следующем порядке: Китай, США, Германия, Испания, Индия, Италия, Франция, Канада, Бразилия, Дания.

В настоящее время в Беларуси действуют более 100 ветроэнергетических установок (ВЭУ), суммарная электрическая мощность которых превышает 120 МВт. По количеству ВЭУ и установленной мощности лидирует Могилевская область.

Первая ВЭУ в Беларуси заработала в 2000 году. В 2021 году в Мстиславском районе Могилевской области введена в эксплуатацию ВЭУ, которая стала самой высокой не только в Беларуси, но и на всем пространстве СНГ. Ее высота составляет 142 метра, а мощность – 3,4 МВт. При этом верхняя точка лопасти достигает 210 метров, а размах лопастей – 136 метров. За один час работы эта ВЭУ может выработать столько энергии, что ее хватит для обеспечения электроэнергией всего Мстиславского района в течение четырех суток.

В 2022 году в Беларуси должен быть построен крупный ветропарк мощностью 25 МВт при инвестиционной поддержке турецкой компании «Гюриш» в размере 46 млн евро.

Общая установленная мощность ВЭС в мире на сегодняшний день оценивается более чем в 750 ГВт. По оценкам специалистов, в Европе в ближайшие 10 лет объем выработанной энергии ветра возрастет на 140 ГВт.

Главные недостатки ветровой энергетики – низкая энергетическая плотность, сильная изменчивость в зависимости от погодных условий, ярко выраженная географическая неравномерность распределения ветровой энергии, размещение ВЭУ и ветропарков вдали от населенных пунктов, что обуславливает дороговизну передачи энергии. К дороговизне также приводит и нестабильность этого источника. Для того чтобы получить электроэнергию, нужно дожидаться ветра, причем определенной силы – не ниже 4-5 м/с. Как показывают наблюдения, полезный период времени, в течение которого можно получать электроэнергию, составляет 25-35%, но в ветреных регионах ветряные турбины работают около 60% в год. Кроме того, предпочтительное размещение ВЭУ на больших высотах (там, где больше скорость ветров) предъявляет повышенные требования к прочности конструкции ВЭУ, что еще больше удорожает стоимость ВЭУ, хотя себестоимость ветровой электроэнергии примерно в 1,5-2 раза ниже себестоимости электроэнергии, полученной в фотоэлектрических преобразователях. По данным МЭА, передача энергии, полученной из ветра, в 3 раза дороже, чем из угля.

Необходимо отметить, что работа ВЭС приводит к определенным отрицательным экологическим последствиям [1, 2, 4, 11].

Так, указывается на шум и инфразвук, а также мерцание лопастей ВЭУ, которые могут оказывать негативное влияние на психику человека и состояние внутренних органов. В непосредственной близости от крупных ВЭУ уровень шума может превышать 100 дБ, поэтому возникает необходимость отключения их в ночное время в случае расположения ВЭУ в относительной близости от населенных пунктов. Описан такой случай. В штате Огайо (США) была построена ВЭУ мощностью 10 МВт с конструктивными просчетами. Проработав несколько суток, она была демонтирована и продана на слом по цене 10 долларов США за тонну из-за высокого уровня шума. Законы, принятые в Великобритании, Германии, Нидерландах и Дании, ограничивают уровень шума от работающих ВЭУ до 45 дБ в дневное время и до 35 дБ ночью. Минимальное расстояние от установки до жилых домов – 300 метров.

Работа ВЭС сопровождается заметной вибрацией несущих частей. Низкочастотные колебания, передающиеся через почву, вызывают даже дребезг стекол в домах на расстоянии до 60 м от ВЭУ мегаваттного класса.

При эксплуатации ВЭУ в зимний период при высокой влажности воздуха возможно образование ледяных наростов на лопастях. При пуске ВЭУ возможен разлет льда на значительное расстояние. Там, где это наблюдается, устанавливаются предупредительные знаки на расстоянии 150 м от ВЭУ.

Пролетающие рядом с ВЭУ птицы, а также летучие мыши, могут пострадать от вращающихся лопастей. Летучие мыши более уязвимы, нежели птицы. Возле концов лопастей ветрогенератора, при его работе, образуется область пониженного давления, и животное, попавшее в нее, получает баротравму. У 90% летучих мышей, найденных рядом с ВЭУ и не задетых лопастями, найдены внутренние кровоизлияния.

Бурное развитие ветроэнергетики может привести к росту средних температур летом и падению их зимой в связи с нарушением переноса тепла в планетарной атмосфере.

ВЭУ, находящиеся в относительной близости к жилью, – в радиусе 1-2 км, создают помехи, ухудшающие прием радио- и телепередач. Определенная часть населения, проживающего недалеко от ВЭУ, высказывается о том, что ВЭУ портят вид местности.

Поэтому, для улучшения эстетического вида ВЭУ, при обосновании новых проектов привлекаются ландшафтные архитекторы и профессиональные дизайнеры.

### ***Биоэнергетика (энергия биомассы, биотопливо)***

Биоэнергетика – это отрасль энергетики, основанная на получении и использовании энергии биомассы и биотоплива.

В сфере биоэнергетики тепло, электричество и биотопливо могут производиться из твердой, жидкой и газообразной биомассы. При этом в качестве возобновляемого сырья используются отходы растительного и животного происхождения.

По оценкам, совокупная биомасса Земли составляет 2,4 трлн тонн. На долю животных и микроорганизмов приходится ~40 млрд тонн или 1,65%, то есть ничтожная часть. Общие запасы растительной биомассы в мире ежегодно увеличиваются на 5-7%. Энергетический потенциал растительной биомассы Земли приблизительно в 100 раз превышает общее мировое энергопотребление за год. Однако в настоящее время используется лишь незначительная часть этого потенциала, в основном, за счет прямого сжигания дров и растительных отходов.

Сырьевую базу биоэнергетики формируют разнообразные органические отходы сельского и лесного хозяйства, пищевой, деревообрабатывающей и других отраслей промышленности, бытовые отходы, различные растения и сельхозкультуры, специально выращенные для энергетической переработки, а также водоросли и микроорганизмы.

В мире разработаны технологии, позволяющие выращивать различные высокоэнергетические культуры, включая плантации древесных растений с повышенной продуктивностью, устойчивостью к вредителям и с модифицированной древесиной (ива, тополь и др.), энергонасыщенную биомассу микроводорослей и др. [1, 4, 10, 18].

Самой большой ресурсной базой в мире для развития биоэнергетики обладает Россия. В стране ежегодно образуется 14-15 млрд тонн биомассы, в частности, накапливается до 300 млн тонн органических отходов в сухом эквиваленте, из них 250 млн тонн – в сельскохозяйственном производстве и 50 млн тонн – в виде бытового мусора. Однако страна занимает одно из последних мест в мире по ее использованию. Это и понятно, сейчас развитие

биоэнергетики для России гораздо менее эффективно, чем добыча нефти, газа и угля. Тем не менее, Россия развивает биоэнергетические технологии по следующим направлениям:

- изыскание и создание крупномасштабных, высокопродуктивных источников биомассы (фотосинтез, производство древесной биомассы, промышленное разведение растений – продуцентов углеводов, производство углеводсодержащей непищевой биомассы, производство водной биомассы, использование твердых отходов городов);

- биотехнологическая конверсия (получение этилового и других спиртов, органических кислот, растворителей из различных видов биомассы, получение биогаза и водорода);

- термохимическая конверсия (прямое сжигание биомассы, газификация, пиролиз, сжижение, флестпиролиз, синтез) для получения жидкого, твердого и газообразного топлива.

Отрасль биоэнергетики в России в настоящий момент представлена, в основном, только производителями твердого биотоплива (топливных пеллет и гранул). Данная продукция практически полностью отправляется на рынки Европы и азиатские рынки.

В последние годы на биоэнергетику приходилось ~2% мирового производства электроэнергии. Использование тепла биомассы для обогрева зданий и сооружений в мире в 2019 году выросло на 2% по сравнению с предыдущим годом. На биомассу приходится большая часть произведенного из ВИЭ тепла в мире.

Активное развитие биоэнергетики весьма существенно зависит от государственной поддержки. В ЕС, например, на эти цели с 2013 года ежегодно выделяется более 2 млрд. евро. Активно развивается данное направление в Европе, в частности, в Швеции, Финляндии, Дании, Австрии, Германии и Нидерландах. Например, в Швеции биомасса является основным сырьем, используемым в теплоснабжении и в производстве топлива для транспорта. В последние годы в Швеции объем производства энергии из биомассы составил 35% от общего объема производимой в стране энергии. В Японии, после аварии на АЭС «Фукусима-1», произошел резкий рост использования энергии биомассы, в основном, импортных пеллет, древесной щепы и оболочек плодов пальм. Бразилия – третий по величине мировой производитель энергии из биомассы.

Во многих странах возрастает использование биомассы для производства электроэнергии.

Термическая переработка биомассы включает прямое сжигание (при температурах свыше 1000 °С), газификацию (сжигание при температурах 800–1300 °С в присутствии воздуха или кислорода и водяного пара) и пиролиз (переработка сырья без доступа воздуха при температурах 300–800 °С). Однако до сих пор не найдено оптимального решения для экологически безопасной и экономически выгодной переработки смешанных отходов.

Из биомассы (отходы древесины, солома, кукурузная шелуха и т. д.) методом пиролиза (термического разложения органических и неорганических соединений) получают твердое и жидкое биотопливо, биогаз. Из пшеничной соломы, например, получается до 58% биотоплива, 24% биогазов и 18% биоугля.

Около 90% мирового потребления биотоплива приходится на биоэтанол и биодизель. Применение биотоплива позволяет снизить выбросы вредных веществ в атмосферу по сравнению с сжиганием традиционного топлива. Считается, что развитие данного вида энергетики будет играть важную роль в обеспечении альтернативным низкоуглеродистым топливом самолетов, морских судов и других тяжелых видов транспорта. К настоящему моменту биотопливо занимает весьма незначительную долю мирового энергетического рынка – менее 2% от всего объема ВИЭ в мире. Моторное биотопливо обеспечивает 2,6% потребностей мирового транспорта, а к 2040 году данный показатель может вырасти до 5,8%.

Наиболее значительный интерес в мире к жидким биотопливам (особенно к этанолу) для использования на транспорте проявился в 1970-е – 1990-е годы и обязан этим высоким ценам на нефть. В настоящее время в развивающихся странах тенденция роста использования этанола сохраняется, в том числе вследствие накапливающихся экологических проблем.

Наиболее распространенными видами сырья для производства этанола являются отходы сахарного производства: багасса или меласса (сахарная свекла), крахмал кукурузы, сорго, картофеля, пшеницы и риса. В России этанол получают также при брожении гидролизатов древесины (целлюлозы).

Биодизельное топливо имеет те же характеристики, что и обычные дизельные масла, которые могут использоваться

в дизельных двигателях. Биодизельное топливо может быть получено из любого маслосодержащего растения – семян рапса, сои, кактусов и т. д. Преимущество биодизельного топлива состоит в том, что его производство основано на широко известных технологиях получения растительных масел с их дальнейшим метилированием и растительных углеводов.

Бразилия является лидером в производстве жидкого биотоплива и имеет самый большой парк транспортных средств, которые могут работать на биоэтаноле, полученном, в основном, путем ферментации углеводов кукурузы, сахарного тростника и сахарного сорго. Перевод транспорта на этанол начался в середине 1970-х годов, когда впервые повысились цены на бензин и появилась потребность снизить зависимость страны от нефти.

Вскоре опыт Бразилии стали перенимать другие страны. Производство этанола увеличилось в Китае и Европейском союзе. Производимый этанол также добавлялся в бензин для увеличения октанового числа и снижения вредных выбросов. В США источником этанола, в основном, является кукуруза. В этой стране для заправки городских автобусов используется смесь бензина и этанола, называемая Е-дизельным топливом. По мере роста цен на бензин, спрос на этанол к автомобилям, работающим на этаноле продолжает увеличиваться.

Возможные перспективные виды биотоплива – биометанол, биобутанол, гидрированные растительные жиры, водород. Моторное биотопливо сейчас характеризуется преимущественно локальным (на уровне государства) производством и потреблением, однако определенные объемы сырья и готовой продукции поставляются из отдельных стран (преимущественно, Бразилии и стран Юго-Восточной Азии) в США и Европейский союз.

Биогаз представляет собой продукт переработки широкого спектра отходов (сельскохозяйственных, бытовых, промышленных), содержащий высокую долю метана. Биогаз производится посредством анаэробного брожения биомассы или в ходе термохимических процессов. К настоящему времени разработано и применяется множество технологий получения биогаза, основанных на использовании различных вариантов температурного режима, влажности, концентраций бактериальной массы, длительности протекания биореакций.

В зависимости от типа используемого сырья содержание метана в биогазе колеблется от 50% до 70%. Вторым наиболее распространенным компонентом является углекислый газ, который составляет от 30% до 45% биогаза. Присутствуют также небольшие количества воды, кислорода, соединений серы и сероводород. Биогаз используется в качестве топлива и для производства электроэнергии. Из 1 кг биомассы можно получить до 0,6 кг биогаза.

Обычно выделяют четыре вида биогаза по способам получения: свалочный газ, газ сточных вод, биогаз, полученный в результате брожения (например, в ходе ферментации органических отходов и энергетических культур) и биогаз, полученный в результате сильного нагрева (чаще в качестве сырья используются отходы биомассы, например, при деревообработке или бытовые отходы).

Технология получения биогаза методом анаэробного брожения во многих случаях предполагает наличие биогазовой установки в виде емкости, внутри которой и происходит процесс брожения. Для получения свалочного газа, оборудуют специальный полигон на месте естественного, или специально вырытого углубления, дно и стены которого покрывают различными материалами (например, слоем глины и др.), не позволяющими попадать в почву и грунтовые воды вредным продуктам гниения. При загрузке отходов производят трамбовку, а сверху накрывают плотным изоляционным слоем (глина, почва и др.) во избежание рассеивания газа. Впоследствии бурятся скважины, монтируются трубы и насосное оборудование. Получаемый газ проходит процедуры очистки и может использоваться для различных целей.

Биогаз получают также из навоза животных методом метанового брожения. Из тонны навоза крупного рогатого скота (в сухой массе) получается 250–350 кубометров биогаза. Для того, чтобы произвести из навоза биогаз для выработки 1000 МВт электроэнергии, требуются площади 80–100 км<sup>2</sup>, на которых должны размещаться 80 млн. свиней или 800 млн. птиц.

*При производстве биогаза решается проблема утилизации органических отходов. Биогаз является наиболее чистым и недорогим видом топлива, поэтому он популярен в Китае, Индии и странах Евросоюза. В последние годы и в Беларуси получило развитие это направление возобновляемой энергетики. В Беларуси имеется около 30 установок по производству биогаза мощностью*

~38 МВт. Лидерами по развитию биогазовой отрасли в мире являются Европейский союз и Китай.

Достаточно активно начал развиваться бизнес в сфере малых биогазовых установок, которые применяются на небольших объектах, в частности домохозяйствах. С их помощью есть возможность получать тепло и электроэнергию на основе биогаза, вырабатываемого из бытовых отходов и продуктов жизнедеятельности.

Биоуголь как разновидность твердого биотоплива обычно получают в процессе нагревания древесины, стеблей растений или других органических материалов без доступа кислорода. Наиболее распространенный способ его получения – пиролиз. В последние годы разрабатываются технологии, позволяющие получать топливные гранулы (пеллеты) с высоким объемным теплосодержанием. Пеллеты используются в качестве топлива для производства электроэнергии и теплоснабжения. Они сегодня начинают составлять серьезную конкуренцию традиционным (ископаемым) видам топлива. Пеллеты можно использовать в качестве альтернативы каменному углю или совместно с ним использоваться для получения тепла и энергии в системах индивидуального отопления жилых домов, а также на высокоэффективных электростанциях с комбинированным производством электроэнергии и тепла. В последние годы в Европе наблюдается быстрый рост спроса на пеллеты, связанный с существующими законодательными ограничениями на выбросы парниковых газов в рамках Киотского протокола, а также Директивой по возобновляемым источникам энергии ЕС.

С точки зрения экологии, чрезмерное извлечение из природного оборота биомассы может нарушить баланс природных процессов в окружающей среде, естественное плодородие и структуру почв, и, тем самым, сказаться на обеспечении продовольственной безопасности. В этой связи может снизиться производство сельскохозяйственной продукции, сопровождающееся ростом цен на продовольствие. В связи с увеличением изъятия древесины, могут усиливаться процессы деградации лесных экосистем, сочетающиеся с уменьшением биоразнообразия. Естественным следствием интенсивного развития биоэнергетики будет увеличение выброса в атмосферу парниковых газов и других загрязняющих веществ.

Подсчитано, что для замены 25% транспортной энергии, получаемой из ископаемых видов топлива, на энергию, получаемую

из жидкого биотоплива, потребуется 430 млн га для сахарного тростника (17% пахотной земли во всем мире) и 5 млрд га для сои, – а это почти 200% пахотной земли во всем мире.

Таким образом, по мере роста эффективности применяемых технологий получения и использования биомассы и биотоплива, их доля в мировом энергобалансе будет расти, однако биоэнергетический сегмент все равно останется относительно небольшим даже в долгосрочной перспективе.

### ***Перемены, происходящие в структуре мирового энергетического баланса***

#### *Спад энергопотребления в мире из-за COVID-19.*

Вследствие пандемии COVID–19 в 2020 году энергопотребление в мире сократилось на 4%. В период с 2000 по 2018 год средний ежегодный показатель в мире составлял +2%, а в 2019 году упал до +0,8%. Энергопотребление сократилось в большинстве стран: США –7,6%, ЕС –7,0%, России –4,8%, Индии, Южной Корее и Саудовской Аравии –3,0%, Австралии и Бразилии –2,0% и т. д. Исключением стал Китай (24% мирового энергопотребления в 2020 году), который быстро оправился от кризиса, вызванного COVID–19, и увеличил энергопотребление в 2020 году на 2,2% (в период с 2008 по 2018 год прирост энергопотребления в Китае составлял +4%, а в 2019 году +3,4%).

По данным Мирового энергетического агентства (МЭА) нефть, газ и уголь останутся основными энергоносителями в мире как минимум до 2040 г. Эти ископаемые топлива хоть и сократят свою долю в мировом энергобалансе, но к 2040 году продолжат обеспечивать более 70% мирового первичного энергопотребления. К 2040 г. доля нефти снизится с текущего значения 31,4% до 29,3%, угля – с 26,7% до 23,4%, а доля природного газа вырастет с 22,9% до 25,3%. Но уже к 2050 году, по прогнозу МЭА, спрос на уголь упадет на 90%, нефть – на 75%, природный газ – на 55%. В то же время, многие страны поставили цель – поэтапно отказаться от угольной энергетики к 2030 году. Большая часть угольной энергетики в мире в 2015 г. была сосредоточена в развивающихся странах Азии (59%) [27].

Необходимо отметить, что есть ряд стран, которые имеют избыточные мощности в области теплоэнергетики, что явилось

результатом чрезмерных инвестиций в разработку, прежде всего, угольных месторождений и строительство угольных электростанций. В Южной Азии (Индия, Бангладеш, Пакистан и др.) имеется 75 ГВт избыточных мощностей, а в таких европейских странах как Болгария, Германия, Испания, Италия, Нидерланды, Польша, Румыния, Турция и Чехия – 50 ГВт. Подсчитано, что вывод избыточных мощностей из эксплуатации в указанных европейских странах принесет ежегодную экономию в размере 1,9 млрд долларов США.

Сегодня разработаны технологии очистки, которые позволяют работать угольным электростанциям практически без вредных выбросов. Но стоимость этих систем нивелирует всю дешевизну угля в сравнении с другими источниками энергии. К тому же отфильтрованные вредные вещества хоть и не выбрасываются в воздух, но все равно требуют утилизации.

Президент Российской Федерации Владимир Путин на пленарном заседании «Российской энергетической недели» 13 октября 2021 года подтвердил, что роль нефти и угля в мировом энергобалансе будет снижаться, а роль газа, в том числе, сжиженного природного газа (СПГ), вырастет [19]. В настоящее время и в отдаленной перспективе мировым лидером по выработке и экспорту СПГ является Катар. В то же время МЭА прогнозирует увеличение потребления нефти в мире в 2022 году.

К 2040 году прогнозируется рост добычи нефти в странах ОПЕК (Алжир, Ангола, Венесуэла, Габон, Ирак, Иран, Конго, Кувейт, Ливия, Нигерия, Объединенные Арабские Эмираты, Саудовская Аравия, Экваториальная Гвинея).

С самого зарождения нефтяной промышленности в 1859 году отмечается тенденция к ухудшению качества добываемой нефти: утяжелению фракционного состава и увеличению доли вредных примесей. С 1980-х до начала 2020 года в мире преимущественно перерабатывалась традиционная нефть средней тяжести со значительной долей серы и ее соединений, запасы которой постепенно истощались. С 1 января 2020 года введен регламент Международной морской организации ООН, направленный на сокращение содержания серы в судоходном топливе с действующих 3,5% до 0,5%. Это сделано с целью уменьшения выбросов серы и ее соединений в окружающую среду, улучшения экологической ситуации

во всем мире и снижения негативного влияния на здоровье населения Земли. Понятно, что вводимые требования принесут большие расходы для нефтеперерабатывающих предприятий и морских судов. Модернизация нефтеперерабатывающих заводов будет неизбежным решением для большинства организаций. Однако, согласно проведенным исследованиям и расчетам, уже в первые 5 лет после вступления указанных ограничений в силу, они помогут избежать 700 000 случаев преждевременной смерти от онкологических и сердечно-сосудистых заболеваний [8].

В начале развития атомной энергетики (первая АЭС была запущена в 1954 году в Российской Федерации) было ожидание, что в будущем она станет ключевым источником энергоснабжения в мире. За все время существования атомной энергетики пик выработки энергии на АЭС в мире был достигнут в 2006 году. Однако, по состоянию на 2020 год, ее доля в мировом энергетическом балансе составила только 4,6%. Прогнозируется, что к 2050 году доля атомной энергетики в мировом энергобалансе существенно не изменится. Ряд стран осуществляют политику по снижению доли атомной энергетики в энергетическом балансе, другие, наоборот, активно ее развивают. Так, сокращение атомных мощностей в Европе обусловлено планами по закрытию реакторов в Германии, Швейцарии, Бельгии и Испании. В то же время, ввод первых АЭС ожидается в Турции (в 2023 году) и Польше (в 2031 году) и ряде других стран. Амбициозные планы по развитию атомной энергетики реализует Китай. Япония с 2015 года возобновила выработку электроэнергии на АЭС после аварии на АЭС «Фукусима-1» в 2011 году. В Южной Корее АЭС останутся одним из основных источников энергии еще как минимум лет 60. В перспективе основной прирост производства электроэнергии на АЭС в мире прогнозируется за счет развивающихся азиатских стран, в первую очередь Китая и Индии [28, 30].

Следует отметить, что 2 февраля 2022 года Европейская комиссия классифицировала атомную и газовую энергетику как зеленые источники энергии, способствующие переходу к безуглеродной энергетике.

Сегодня около 100 стран разрабатывают и реализуют государственные программы развития ВИЭ. Большинство стран ставят своей целью достичь вклада ВИЭ в энергобаланс страны на уровне

не менее 15-20% к 2030 году. Глобальная задача – добиться к 2040 году обеспечения за счет ВИЭ 25% мирового энергетического баланса. Приоритетное развитие ВИЭ осуществляется при мощной государственной поддержке. По прогнозам, Европа станет вторым регионом после Центральной и Латинской Америки, в котором до 2040 года удастся обеспечить более половины выработки электроэнергии за счет ВИЭ [1, 6, 18, 23, 27].

Отмечается хороший тренд по снижению затрат в зеленой энергетике. В сфере солнечной энергетики капитальные затраты для промышленных установок в период с 2010 по 2017 год сократились на 68%, в области ветроэнергетики – на 20%. Правда, существует значительная региональная дифференциация производственных затрат в развитии возобновляемой энергетики. Самые низкие значения демонстрируют проекты ВИЭ в Азии, в то время как другие регионы нередко превышают этот уровень вдвое. В Китае и Индии, например, низкий уровень затрат на производство возобновляемой энергии, прежде всего, определяется низкой стоимостью труда, первичных материалов и производства. Кроме того, на Ближнем Востоке и в Австралии солнечная инсоляция значительно выше европейской, к тому же максимум инсоляции совпадает с максимумом спроса на электроэнергию из-за потребности в кондиционировании.

По расчетам, хороший потенциал для наращивания производства электроэнергии имеют морские ветроустановки, благодаря наличию больших свободных пространств для размещения и относительно постоянному ветру на них. Однако, они оказываются существенно дороже установок на суше из-за потребности строительства специальных сложных фундаментов или использования плавучих платформ с якорным креплением, необходимости установки в море генератора, более дорогих монтажных работ, затрат на обслуживание и др. Потенциал снижения затрат для морской ветроэнергетики оценивается до 35% к 2040 году, однако она будет оставаться не менее чем в 1,5 раза дороже, чем на суше.

Дания, Германия и Нидерланды к 2050 году планируют возвести искусственный остров в море и разместить на нем ветроэнергетическую станцию, которая сможет вырабатывать до 100 ГВт/час энергии в год [2].

По прогнозам Мирового энергетического совета среднегодовые темпы роста мировой геотермальной энергетики в период с 2015 по 2060 годы составят примерно 3,4–5,4%.

Значительным вкладом в оздоровление окружающей среды будет существенный рост количества электромобилей. По одним прогнозам численность парка электромобилей в мире к 2040 году составит ~ 250 млн. штук, по другим – 900 млн. или до 22% мирового автомобильного рынка.

С 2015 года производство электроэнергии из угля в Европе сократилось вдвое, и в 2020 году на угольные ТЭС пришлось лишь 13% выработки (падение относительно 2019 года составило 20%). Производство энергии на АЭС в 2020 году в ЕС упало на 10%. По данным EMBER ЕС собирается отказаться от угля к 2030 году, а затем и от природного газа, а также АЭС (главная проблема АЭС – это проблема захоронения постоянно накапливающихся радиоактивных отходов). Германия, например, уже до конца 2022 года планировала закрыть оставшиеся у нее три АЭС из шести (три АЭС ранее были закрыты в ФРГ). Однако, в связи с разразившимся в последнее время энергетическим и экономическим кризисом в странах коллективного Запада, обусловленным безумной санкционной политикой США и ЕС в отношении Российской Федерации, приведшей, в частности, к резкому падению поставок российского природного газа в страны Европейского союза, ЕС вынужден отложить отказ от эксплуатации АЭС и увеличить долю угольных электростанций в своем энергетическом балансе, внося, тем самым, корректировку в планы перехода к зеленой энергетике. К примеру, вице-канцлер Германии Роберт Хабек, он же министр экономики и проблем климата, а также сопредседатель партии Союз 90/Зеленые, 20 июня 2022 года заявил, что Германия вынуждена расконсервировать угольные электростанции, резко увеличить выработку электроэнергии на них и уменьшить долю газовой электроэнергии, «которая теперь на вес золота». Следует отметить, что в 2021 году объем российского природного газа в общем объеме импорта природного газа в ЕС составил 45% [1, 2, 20].

Начиная с 2000 года ЕС приступил к постепенному закрытию нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), объясняя это в том числе и экологическими проблемами. В результате из 148 НПЗ функционировавших в 2000 году в странах ЕС, к концу 2017 года осталось 111.

Таким образом, общий объем нефтепереработки в ЕС за последние 17 лет упал на 87 млн тонн. Вместе с тем, общемировая доля НПЗ за аналогичный период выросла на 10%, а совокупная мощность НПЗ – на 18,2%.

По данным британского аналитического центра EMBER и немецкого аналитического центра Agora Energiewende, в 2020 году возобновляемые источники энергии обеспечили 38,2% всей электроэнергии в ЕС против 37%, произведенных на угольных и газовых станциях. В 2019 году доля ВИЭ составила 34,6%, что свидетельствует о достаточно интенсивном росте этого вида энергетики. ВИЭ постепенно вытесняют уголь и энергию атомных электростанций в ЕС. Однако, в связи с энергетическим кризисом 2022 года, Австрия, Германия, Италия и Франция начали расконсервирование угольных электростанций в качестве альтернативы российским энергоресурсам.

В 2020 году выработка электроэнергии на ветряных и солнечных электростанциях ЕС выросла на 9% и 15% соответственно, и совокупно они произвели пятую часть электроэнергии в ЕС. Среди стран ЕС по выработке электроэнергии на ветряных и солнечных электростанциях лидирует Дания (61%), затем следует Ирландия (35%), Германия (33%) и другие страны. 30 августа 2022 года восемь европейских стран (Германия, Дания, Латвия, Литва, Польша, Финляндия, Швеция, Эстония) сообщили о планах увеличить мощность морских ветряных электростанций к 2030 году в 7 раз и построить ветряную электростанцию мощностью 17 ГВт.

По данным аналитической компании Enerdata, в Норвегии около 97% электроэнергии добывается из альтернативных источников, в Новой Зеландии и Бразилии – около 80%, в Германии, Италии, Испании и Великобритании – 30–40%.

Интенсивное развитие ВИЭ в мире должно продолжиться, однако инвестиции в данный сектор, по мнению экспертов, скорее всего, будут снижаться по мере исчерпания потенциала усовершенствования имеющихся технологий и их удешевления. Для существенного повышения ВИЭ необходимы новые подходы с качественным прорывом в области новой энергетики. Для этого, конечно, необходимы значительные долгосрочные инвестиции в фундаментальные научные исследования в данной сфере. В 2020 году инвестиции в возобновляемую энергетику в мире

достигли 304 млрд. долларов США. 7 августа 2022 года сенат США одобрил законопроект о выделении более 400 млрд. долларов на развитие зеленой энергетики и сектора здравоохранения. 29 августа этого же года глава Еврокомиссии Урсула фон дер Ляйен сообщила, что и ЕС выделит 300 млрд евро на развитие зеленой энергетики в рамках европейского плана ухода от зависимости энергетических поставок из России (инициатива REPowerEU) [2].

**Российская Федерация** является одним из крупнейших мировых производителей энергии, большую часть которой она получает из нефти, природного газа и угля. Эта сфера деятельности обеспечивает 80% доходов от внешней торговли. По-видимому, поэтому Россия демонстрирует некоторую инертность в сокращении основных источников энергии – газа, нефти, угля.

По прогнозам, Россия как минимум до 2040 года останется крупнейшим в мире экспортером газа и сохранит свое место на нефтяном рынке. Она останется вторым в мире после Саудовской Аравии экспортером сырой нефти, третьим в мире после США и Индии экспортером нефтепродуктов и третьей по объемам добычи страной после США и Саудовской Аравии.

Россия является шестым по величине производителем возобновляемой энергии в мире. Однако в настоящее время доля возобновляемой энергетики в энергобалансе Российской Федерации составляет менее 1% при 38,2% – в ЕС. Директор Ассоциации развития возобновляемой энергетики Алексей Жихарев отметил, что зеленая энергетика в Российской Федерации демонстрирует стремительное развитие и к 2035 году она может увеличиться в 5 раз. Однако это будет всего лишь 5-6% от общего объема вырабатываемой в стране энергии [29].

**Китай** является крупнейшим мировым производителем (47% мирового производства) и потребителем угля (около 52% мирового потребления).

В январе 2019 года Китай заявил, что закроет 85 угольных электростанций, а в возобновляемые источники энергии будет инвестировано 350 млрд. долларов США [30]. Чуть больше чем через год, в марте 2020 года в Китае начался бум строительства угольных электростанций для стимулирования своей экономики в результате спада из-за пандемии COVID-19. В 2020 году Китай построил в три

раза больше новых угольных электростанций, чем все остальные страны мира вместе взятые, что эквивалентно одной крупной угольной электростанции в неделю. Кроме того, в Китае было начато строительство новых угольных электростанций общей мощностью более 73 ГВт, что в пять раз больше, чем во всех других странах.

К 2040 году Китай планирует в три раза увеличить потребление природного газа. Рост потребления газа обусловлен в основном проводимой в Китае с 2013 года политики перевода промышленных и городских потребителей с угля на газ.

На сегодняшний день Китаем реализуется самая масштабная за всю историю атомной энергетики программа строительства АЭС. По прогнозам, к 2030 году только за счет данной программы спрос со стороны Китая на урановую руду возрастет в 10 раз, а это поставит Китай на второе место в мире по данному показателю после США.

В Китае доминируют 2 вида электростанций: угольные теплоэлектростанции, которые составляют 70% всей энергосистемы страны, и гидроэлектростанции, расположенные, как правило, на крупнейших реках страны Хуанхэ и Янцзы.

В провинции Цинхай начат эксперимент, в котором вся электроэнергия добывается на предприятиях с возобновляемыми источниками энергии: гидроэлектростанциях, солнечных и ветряных электростанциях. Этот удавшийся эксперимент может стать пилотным на пути перехода всех провинций Китая к «зеленой энергетике». К 2060 году Китай планирует достичь углеродной нейтральности, а ВИЭ будут обеспечивать более 80% энергопотребления в стране. К концу 2020 года на долю Китая приходилось почти половина всех патентов в сфере ВИЭ в мире [1, 18, 28].

Более 70% энергобаланса **Индии** составляют уголь и нефть. Доля газа в суммарном потреблении энергии менее заметна (6%), что объясняется доминированием угля и быстрым ростом возобновляемых источников энергии (солнечная и ветряная энергетика, биотопливо). Учитывая наличие собственных значительных запасов угля (97,7 млрд тонн) Индия планирует, в отличие от всех остальных крупнейших мировых экономик, развивать угольную промышленность и существенно наращивать его потребление. Индия является третьим в мире производителем и третьим потребителем

угля. Тем не менее, к 2030 году ожидается снижение доли угольной энергетики в структуре энергопотребления до 50%, прежде всего, за счет интенсивного наращивания возобновляемых источников энергии, а к 2050 году Индия планирует отказаться от угольной энергетики [23, 30, 31].

Индия является одним из крупнейших переработчиков нефти и экспортером нефтепродуктов на мировом рынке. Такая ситуация сложилась благодаря тому, что страна смогла привлечь частные инвестиции в данный сектор, что позволило ей выйти на четвертое место в мире по объемам производства нефтепродуктов, топлива и масел. Ввоз нефти достигает 75-80% внутреннего спроса. Собственная добыча нефти в Индии не велика и покрывает около 20% внутреннего спроса.

Индия стремится развивать атомную энергетику, хотя собственные запасы природного урана в ней весьма ограничены – от 1 до 2% мировых запасов этого природного ядерного топлива. По информации государственного министра Индии Джитендра Сингха в 2022-2023 финансовом году (финансовый год в Индии начинается 1 апреля) страна планирует закупить 100 тонн природного урана и 133 единицы ядерного топлива в форме ТВС (тепло-выделяющих сборок). Соглашения на поставку урана и ТВС у Индии есть с Казахстаном, Канадой, Россией и Узбекистаном. Более двух третей мирового производства урана приходится на три страны – Австралию, Казахстан и Канаду. Индия пытается реализовать программу развития атомной энергетики на основе тория, запасы которого в стране, по разным оценкам, составляют от 13 до 25% общемировых.

В стране действует 21 атомный реактор, суммарная мощность АЭС превышает 6 ГВт, еще 6 реакторов находятся на различных стадиях строительства. Их ввод в эксплуатацию позволит довести мощность атомной энергетики страны до 10 ГВт. Однако атомная отрасль сможет обеспечить только около 5% энергопотребления страны.

Ожидается, что к 2040 году около 50% всей электроэнергии Индии будет генерироваться за счет возобновляемых источников энергии, Использование возобновляемых источников вместо угля позволит Индии экономить 8,43 млрд долларов США в год. Индийский рынок возобновляемой энергетики считается одним

из крупнейших в мире с объемом инвестиций 10,9 млрд. долларов США в год и обеспечивает работой 437 тыс. человек. Индия – один из мировых лидеров ветряной энергетики, среднегодовой темп роста которой составляет около 15%. Принято также решение о приоритетном развитии гидроэнергетики до 2025 года. Особое внимание уделяется производству биотоплива. Кусты ятрофы являются перспективной сельскохозяйственной культурой для производства биодизеля.

Добыча сланцевой нефти в **США** по прогнозам будет расти до 2030 года, а затем начнет снижаться. Согласно исследованию правительства США, мировая база геотермальных ресурсов больше, чем газ, нефть, уголь и уран вместе взятые. Ученые прогнозируют, что к 2050 году геотермальная энергия США будет обеспечивать 10% энергии страны.

В канадской провинции **Онтарио** (население ~ 15 млн) уголь не используется с 2014 года. Энергетический баланс в этом регионе представлен в основном ядерной энергетикой и гидроэнергетикой. В Канаде действуют 19 ядерных реакторов суммарной мощностью 13,5 ГВт. По количеству вырабатываемой АЭС энергии Канада занимает 7 место в мире.

Во **Вьетнаме** (население ~ 100 млн) в 2011 году была утверждена стратегия развития электроэнергетики на период до 2030 года, в соответствии с которой первый атомный энергоблок планировали запустить в 2020 году, а к 2030 году увеличить мощности АЭС до 11 ГВт, что составит 10% всей производимой в стране электроэнергии. Однако строительство АЭС было отложено из-за падения экономического роста, высокого уровня расходов при строительстве и в силу доступности других более дешевых энергоресурсов.

План развития энергетики Вьетнама на 2021–2030 годы с перспективой до 2045 года включает строительство угольных электростанций общей мощностью 30 ГВт.

**Южная Корея** (население ~ 52 млн) планирует поэтапно отказаться от угольной энергетики к 2054 году. К этому времени, от загрязнения окружающей среды в результате работы угольных электростанций, прогнозируется примерно 16 000 случаев преждевременной смерти, а экономические затраты могут достигнуть 21 млрд долларов США. 24 из 30 угольных энергоблоков планируется вывести из эксплуатации к 2034 году и заменить их газовыми

электростанциями. По оценкам, производство электроэнергии на газе вызывает в этой стране до 859 преждевременных смертей в год.

В Южной Корее принято решение по постепенному отказу от атомной энергетики. Она будет замещаться возобновляемыми источниками энергии. Вывод первых реакторов планируется начать в 2023 году, а производство атомной энергии к 2040 году сократить на 24% по сравнению с 2015 годом. Однако, в связи с энергетическим кризисом 2022 года, в Южной Корее принято решение оставить АЭС одним из основных источников энергии еще минимум на 60 лет.

В Бангладеш (население ~ 168 млн) предполагается создание массивного кластера угольных электростанций (8 электростанций) общей мощностью 9,8 гигаватт, что делает его четвертым по величине в мире. По оценкам, заводы будут выбрасывать в воздух, в частности, 600–800 кг ртути в год. Выбросы загрязнителей воздуха от электростанций будут причиной прогнозируемых 18 000–35 000 ежегодных смертей, 71 000 посещений в учреждения здравоохранения при бронхиальной астме, 15 000 новых случаев бронхиальной астмы у детей, 39 000 преждевременных родов, 26 миллионов дней отсутствия на работе по болезни и 57 000 лет жизни с инвалидностью, связанной с хронической обструктивной болезнью легких, сахарным диабетом и инсультом.

В Беларуси более чем 90% всей тепловой и электрической энергии вырабатывается за счет природного газа. Но одним из важнейших приоритетов энергетической политики является развитие возобновляемой энергетики, уровень которой непрерывно растет [3, 15]. В 2020 году суммарная электрическая мощность установок ВИЭ составляла 418 МВт, что в 5 раз превышало показатель 2014 года. Наибольшую долю в структуре ВИЭ по установленной мощности занимают солнечные электростанции (38%), затем идут ветроэлектростанции (26%), гидроэлектростанции (23%), биогазовые установки (9,3%) и мини-ТЭЦ на биомассе (3,7%). На 1 июля 2021 года мощность действующих фотоэлектрических станций в Беларуси составляла 160,87 МВт, ветроэнергетических – 120,31 МВт, ГЭС – 98,36 МВт, биогазовых установок – 47,88 МВт. Удельный вес производства первичной энергии из ВИЭ к валовому потреблению топливно-энергетических ресурсов в Беларуси

достигнет 7-8% к 2026 году. В настоящее время реализуется Национальный план действий по развитию зеленой экономики в Республике Беларусь на 2021-2025 годы.

*Приведенные данные свидетельствуют о том, что дальнейшее развитие мировой энергетики постепенно ориентируется на существенное увеличение доли более экологичных источников энергии (ВИЭ) в структуре мирового энергетического баланса. Однако экологических проблем это полностью все равно не решит. Сложившаяся в мире ситуация крайне негативного влияния существующих источников получения энергии на окружающую среду и здоровье человека требует не только серьезного пересмотра структуры мирового энергетического баланса, принятия радикальных решений в сторону значительного поэтапного уменьшения доли невозобновляемых источников ископаемого топлива вплоть до полного отказа от них и возрастания доли тех источников, которые минимизируют отрицательное воздействие глобальных систем энергообеспечения на окружающую среду и здоровье человека, но и разработки принципиально новых подходов к максимально безопасному получению достаточных для удовлетворения полной потребности населения Земли в экологически чистой энергии новых источников энергии.*

### ***На пути к новым источникам энергии***

Впереди у человечества – активный и масштабный выход в космическое пространство с возможным заселением других планет, о чем писал, в частности, основоположник современной космонавтики Константин Циолковский (1857–1935). Конкретные планы освоения космического пространства сейчас разрабатываются во многих странах. Но для этого нужны источники энергии, отличные от тех, которые в настоящее время используются на Земле. На протяжении многих лет во всем мире ведутся исследования, нацеленные на разработку новых, более эффективных и экологически чистых технологий получения и использования энергии, необходимой для удовлетворения всех нужд человечества. Это надежды на технологии водородной энергетики, энергетики на основе гелия-3, управляемого термоядерного синтеза, использование магнитогидродинамических генераторов, в которых энергия жидкой или газообразной электропроводящей среды, движущейся

в магнитном поле, преобразуется непосредственно в электрическую энергию, энергии циклонов и др. Современные достижения в области квантовой физики указывают на реальную возможность получения колоссальной экологически чистой энергии из физического вакуума.

Физический вакуум в отличие от технического вакуума, представляющего сильное разрежение газа в замкнутом пространстве, является особой средой, постоянно рождающей элементарные частицы, различные физические поля, формирующей космическое пространство и являющейся источником неподвластной пока нашему пониманию скрытой гигантской энергии, которая создала этот мир и им управляет, с помощью которой можно решать практически любые задачи во Вселенной.

Выдающийся американский физик-теоретик, один из создателей квантовой электродинамики, лауреат Нобелевской премии по физике (1965) Ричард Фейнман в одном из своих докладов как-то сказал, что «в вакууме, заключенном в объеме обыкновенной электрической лампочки, энергии такое большое количество, что ее хватило бы, чтобы вскипятить все океаны на Земле».

Концентрация усилий ученых в направлении разработки технологий получения энергии из физического вакуума поможет решить все проблемы энергетического обеспечения человечества и закрыть глобальные экологические проблемы на Земле, связанные с использованием существующих невозобновляемых и возобновляемых источников энергии, открыть новые перспективы в развитии человечества.

### Литература

1. Абакумова, М. М. Проблемы и перспективы развития ВИЭ в ЕАЭС / М. М. Абакумова. – Мировая энергетика : конкуренция и сотрудничество ; под ред. С. В. Жукова. – М. : ИМЭМО РАН, 2019. – С. 94–101.

2. Будущее зеленой энергетике под вопросом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://thinktanks.by/publication/2022/09/14/buduschee-zelenoy-energetiki-pod-voprosom.html>. – Дата доступа: 15.09.2022.

3. Голубев, С. Опыт Китая и Беларуси в построении зеленой экономики / С. Голубев, Ч. Цзяньбо, Ч. Юйлинь. – Бел. Думка, 2022. – № 5. – С. 60–66.

4. Грачев, В. А. Глобальные экологические проблемы, экологическая безопасность и экологическая эффективность энергетики / В. А. Грачев, О. В. Плямина. – Век глобализации, 2017. – № 1. – С. 86–97.

5. Дятел, Т. Европейская энергетика озеленилась / Т. Дятел. – Коммерсантъ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4661999>. – Дата доступа: 13.04.2022.

6. Зенков, А. Вызовы для международных инвесторов в контексте экологизации энергетики в ЕС : сравнительный обзор практики Германии / А. Зенков, Е. Попов. – Сравнительная политика, 2021. – Т. 12, № 4. – С. 47–55.

7. Из-за выбросов угольных ТЭС в Украине и ЕС умирают тысячи человек – исследование / Экономическая правда. – 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.epravda.com.ua/rus/news/2021/09/8/677591/>. – Дата доступа: 13.04.2022.

8. Караева, М. А. Новые требования Международной морской организации по содержанию серы в бункерном топливе: вызовы для нефтеперерабатывающей отрасли / М. А. Караева. – Мировая энергетика : конкуренция и сотрудничество ; под ред. С.В. Жукова. – М. : ИМЭМО РАН, 2019. – С. 140–147.

9. Кирвель, И. И. Экологические проблемы использования энергоресурсов : методическое пособие для практических занятий по дисциплине «Основы экологии и энергосбережение» / И. И. Кирвель, В. И. Петровская, Н. В. Цявловская. – Минск : БГУИР, 2007. – 21 с.

10. Ковалев, М. М. Будущее белорусской энергетики на фоне глобальных трендов / М. М. Ковалев, А. С. Кузнецов. – Минск : Изд. центр БГУ, 2018. – 223 с.

11. Кумратова, Ж. Р. Экологические проблемы, связанные со способами получения электроэнергии / Ж. Р. Кумратова, Г. С. Овсепян, К. А. Чебанов. – Актуальные научные исследования в современном мире, 2019. – № 4-2. – С. 53–57.

12. Левицкий, Л. Сланцевая экспансия / Л. Левицкий. – Парламентская газета. – 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pnp.ru/economics/slancevaya-ekspansiya.html>. – Дата доступа: 20.08.2022.

13. Миллиарды людей по-прежнему дышат нездоровым воздухом: новые данные ВОЗ / Пресс-релиз Всемирной организации здравоохранения. – 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news/item/04-04-2022-billions-of-people-still-breathe-unhealthy-air-new-who-data>. – Дата доступа: 14.04.2022.

14. Михайловская, С. Универсальный ресурс. О становлении торфяной отрасли / С. Михайловская. – Бел. Думка, 2009. – № 2. – С. 34–39.
15. Национальный доклад о состоянии окружающей среды Республики Беларусь / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, РУП «Бел НИЦ «Экология». – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2019. – 191 с.
16. Ольга Прудникова: «Беларусь обеспечена запасами торфа на ближайшие 100 лет» / Официальный сайт Министерства энергетики Республики Беларусь. – 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minenergo.gov.by/press/glavnye-novosti/olga-prudnikova-belarus-obespechena-zapasami-torfa-na-blizhayshie-100-let>. – Дата доступа: 19.05.2022.
17. Основы радиоэкологии и безопасной жизнедеятельности ; под общ. ред. Г. А. Соколик, С. В. Овсянниковой, Т. Н. Ковалевой. – Минск : Тонпик, 2008. – 368 с.
18. Перспективы развития мировой энергетики с учетом влияния технологического прогресса ; под ред. В.А. Кулагина. – М. : ИНЭИ РАН, 2020. – 320 с.
19. Пленарное заседание международного форума «Российская энергетическая неделя» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/events/president/news/66916>. – Дата доступа: 15.06.2022.
20. Попадько, А. М. Место природного газа в стратегии низкоуглеродной энергетики Германии / А. М. Попадько. – Мировая энергетика : конкуренция и сотрудничество ; под ред. С. В. Жукова. – М. : ИМЭМО РАН, 2019. – С. 29–37.
21. Почему солнечные батареи убивают птиц / Экофера. – 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecosphere.press/2020/08/23/pochemu-solnechnye-batarei-ubivayut-pticz/>. – Дата доступа: 29.05.2022.
22. Разливы нефти : почему они случаются так часто и можно ли их предотвратить [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/green/5fb2784e9a79477fa024d06>. – Дата доступа: 10.07.2022.
23. Рева, А. Р. Возобновляемая энергетика Индии : Финансирование и институциональное регулирование / А. Р. Рева. – Мировая энергетика : конкуренция и сотрудничество ; под ред. С. В. Жукова. – М. : ИМЭМО РАН, 2019. – С. 201–208.
24. Семененя, И. Н. Беларусь и Чернобыль : 30 лет спустя / И. Н. Семененя. – Охрана труда. Технологии безопасности, 2016. – № 6. – С. 50–59 (начало), – 2016. – № 8. – С. 63–70 (окончание).

25. Сравнительная характеристика различных способов производства электроэнергии (часть первая) / Научный портал «Атомная энергия 2,0». – 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.atomic-energy.ru/papers/21258>. – Дата доступа: 15.04.2022.

26. Трофименко, А. П. Сравнительный анализ экологического воздействия атомных и тепловых станций / А. П. Трофименко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/29/018/29018605.pdf](https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/29/018/29018605.pdf). – Дата доступа: 15.04.2022.

27. Федун, Л. Перспективы развития мировой и российской энергетики: сценарии до 2050 года / Л. Федун, А. Сонин. – Энергетическая политика. – 2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://energypolicy.ru/perspektivy-razvitiya-mirovoj-i-grossijskoj-energetiki-sczenarii-do-2050-goda/neft/2022/13/18/>. – Дата доступа: 20.09.2022.

28. Чжао, Д. Определение приоритетов сотрудничества России и Китая в области электроэнергетики / Д. Чжао, С. Орехов. – Мировая энергетика : конкуренция и сотрудничество ; под ред. С. В. Жукова. – М. : ИМЭМО РАН, 2019. – С. 156–159.

29. Эксперт прогнозирует быстрое развитие «зеленой» энергетики в России / Агентство экономической информации ПРАЙМ. – 2021 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://1prime.ru/alternative/20211008/834913666.html>. – Дата доступа: 13.04.2022.

30. Юрченко, Н. Ю. Современное состояние ТЭК Индии. Перспективы энергетического сотрудничества РФ и Индии / Н. Ю. Юрченко, Н. А. Навроцкая. – Мировая энергетика : конкуренция и сотрудничество ; под ред. С. В. Жукова. – М. : ИМЭМО РАН, 2019. – С. 175–179.

31. Зиматкина, Т. И. Экологическая медицина = Ecological Medicine : пособие для студентов факультета иностранных учащихся с английским языком обучения, обучающихся по специальности 1-79 01 01 «Лечебное дело» / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 212 с.

# ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ

Семенюк Т.В., Лысеня Н.П.

УО «Гродненский государственный медицинский университет»

УЗ «Гродненская университетская клиника»

г. Гродно, Беларусь

**Актуальность.** Лучевая диагностика – одна из высокотехнологичных клинических дисциплин, развивающаяся стремительно в последние годы стремительно. Данный прогресс наблюдается во всех разделах лучевой диагностики: аналоговая рентгенология практически полностью переведена на цифровые методы; в радионуклидной диагностике реальное практическое применение в нашей стране получила позитронная эмиссионная томография (ПЭТ) и гибридные аппараты ПЭТ-КТ; в ультразвуковой диагностике – инновационная методика эластография на сдвиговой волне; в магнитно-резонансной томографии (МРТ) – диффузионно-взвешенная МРТ всего тела, функциональная МРТ; рентгеновская компьютерная томография (РКТ) в настоящее время представлена только многосрезовой спиральной компьютерной томографией (МСКТ). Все эти достижения и связанные с ними дополнительные диагностические возможности должны быть представлены в учебных материалах для студентов высших медицинских учебных заведений. Проблема заключается в том, что в учебных планах количество часов, отводимых на эту дисциплину не увеличивается.

Именно поэтому возникает потребность в разработке дополнительных инновационных методов обучения, которые позволят улучшить освоение методов лучевой диагностики студентами дистанционно, в удалённом формате, в рамках управляемой самостоятельной работы студентов (УСРС) [1, 2].

**Цель.** Изучить методологию преподавания лучевой диагностики на современном этапе преддипломного обучения на современном этапе. Оценить возможность и роль дистанционного обучения лучевой диагностики у студентов высших учебных заведений.

**Методы исследования.** Использовалась программа для дистанционного обучения Moodle, размещенная в электронном учебно-методическом комплексе (ЭУМК) для лечебного и педиатрического факультетов кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии. В этой программе было размещено 20 тем: были представлены тематические цифровые рентгенограммы, включающие в себя все основные синдромы заболеваний и повреждений органов грудной клетки, включающие в себя необходимость креативного подхода для их интерпретации и мотивацию для углубленного изучения дисциплины.

**Результаты и их обсуждение.** Решение задачи по формированию у студентов и приобретению ими научных знаний и навыков использования средств медицинской визуализации на современном этапе преддипломного образования представляется в выборе такого учебного материала по лучевой диагностике, который является абсолютно необходимым для студентов при освоении учебных программ по другим клиническим дисциплинам, а также в мотивации к изучению предмета и организации УСРС.

Должно быть предусмотрено определение показаний и противопоказаний к лучевому обследованию, выбор правильной последовательности назначения методов лучевого исследования с учетом их диагностической информативности, вредности и стоимости, обучение распознаванию на диагностических изображениях основных лучевых симптомов и синдромов.

Мотивация к изучению представляется определяющим фактором успеха образовательного процесса. Для мотивации студентов к изучению лучевой диагностики используется информация о значении лучевых исследований в диагностическом процессе с изложением конкретных клинических примеров о влиянии данных лучевых исследований на тактику лечения. Также задействуется интерес студентов к поиску признаков нормы и патологии в процессе самостоятельного изучения лучевых изображений с последующим обсуждением результатов этой работы.

Современные послойные методы лучевой диагностики позволяют врачам получить большой объем информации об анатомических и патологических структурах. Например, одно исследование при МРТ или МСКТ может содержать до 1-2 гигабайт информации в более чем одной тысяче изображений.

Однако основные лучевые исследования включают в себя рентгенографию, в настоящее время цифровую, и ультразвуковые методы диагностики. При этом рентгенограммы (две или даже одна) являются, как правило, завершенным самостоятельным лучевым исследованием.

Эти особенности необходимо учитывать при организации самостоятельной работы студентов по изучению лучевой диагностики.

В рамках преддипломной подготовки без имеющегося протокола лучевого исследования студент может и должен самостоятельно изучить рентгенограмму, составить протокол лучевого исследования, определить рентгеноанатомические структуры и рентгенологические синдромы при наиболее часто встречающихся заболеваниях. Что касается послойных методов визуализации, студенту для самостоятельной работы целесообразно предложить определять анатомические образования и основные лучевые синдромы, пользуясь ограниченной серией изображений по каждому исследованию с наиболее информативными данными и протоколом лучевого исследования, составленным специалистом. Такой подход к анализу лучевых изображений позволит, с одной стороны, более четко определить требования к умениям обучающихся, а, с другой стороны, отражает реальную ситуацию в практическом здравоохранении, когда врачи разных специальностей анализируют рентгенограммы самостоятельно (на дежурствах в стационаре, например), а результаты послойных методов интерпретируют, пользуясь протоколами лучевых исследований, выполненных врачами лучевой диагностики, и ограниченной серией изображений, иллюстрирующей этот протокол.

При организации самостоятельной работы студентов по изучению лучевой диагностики имеется большой потенциал при дистанционном обучении с использованием образовательных программ и электронных баз данных лучевых исследований. В связи с этим на кафедре лучевой диагностики и лучевой терапии в 2021/2022 учебном году проведено дистанционное обучение: «Информативность лучевых исследований при заболеваниях и повреждениях органов грудной клетки»: самостоятельный анализ лучевых изображений, составление протоколов и заключений в программе для дистанционного обучения Moodle, размещенной в ЭУМК для лечебного и педиатрического факультетов кафедры

лучевой диагностики и лучевой терапии. Были представлены тематические цифровые рентгенограммы, включающие в себя необходимость креативного подхода для их исследования и мотивацию для углубленного изучения дисциплины, анализ результатов оценки практических навыков. Имелось 20 тем. Всего приняло участие в этой работе 148 студентов (97 студентов лечебного факультета, 51 студент педиатрического факультета). Получено 2636 ответов в электронном виде от студентов: эти ответы представляли собой протоколы и заключения исследований рентгенограмм. На каждый ответ студента был дан соответствующий ответ преподавателя, в котором присутствовала оценка работы студента в баллах (полный правильный ответ на одну тему оценивался в 100 баллов), указаны недостатки при работе с каждым лучевым исследованием. Всего было дано 2636 ответов от преподавателей. Анализ результатов этого дистанционного обучения показал, что наблюдалось совершенствование практических навыков у студентов по лучевой диагностике: в группе участников дистанционного обучения оценка за практические навыки  $8,9 \pm 0,1$  ( $n=148$ ), а в контрольной (не принимавших участие в дистанционном обучении)  $7,6 \pm 0,1$  ( $n=284$ ) ( $p < 0,001$ ). Данная технология существенно улучшает практические навыки студентов и обеспечивает им широкий доступ для креативного использования информационных ресурсов кафедры лучевой диагностики и лучевой терапии.

Кроме того, такой вариант дистанционного обучения позволяет выявить студентов с наибольшим потенциалом в изучении лучевой диагностики. Так, лучший результат на лечебном факультете составил 1920 баллов, а на педиатрическом – 2220 баллов из максимально возможных 2400 баллов.

Также стало возможным объективно оценить: с какой лучевой картиной рентгенограммы вызывают наибольшее затруднение при интерпретации студентами, что дает направление преподавателям для целенаправленного улучшения работы по освоению практических навыков студентов по лучевой диагностике.

**Выводы.** Преподавание лучевой диагностики студентам медицинских университетов должно включать УСРС по анализу лучевых изображений, включая дистанционное обучение. Дистанционное обучение лучевой диагностике повреждений и заболеваний органов грудной клетки с использованием программы Moodle

дает возможность: улучшать практические навыки студентов; расширить доступ студентам к информационным ресурсам кафедры; выявить студентов с наибольшим потенциалом в изучении лучевой диагностики; целенаправленно улучшить работу кафедры по освоению практических навыков студентов по лучевой диагностике.

### Литература

1. Зиматкина, Т. И. Анализ академической компетентности студентов разных факультетов медицинского университета по радиационной и экологической медицине / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, 23-24 сентября 2021 г. – Гродно, 2021. – С.70–72.

2. Курстак, И. А. Использование активных форм и методов обучения студентов медико-диагностического факультета по радиационной, экологической медицине, лучевой диагностике и лучевой терапии / И. А. Курстак, А. С. Александрович, Т. И. Зиматкина // Современные вопросы радиационной и экологической медицины, лучевой диагностики и терапии: сборник материалов Республиканской научно-практической конференции с международным участием, 23-24 сентября 2021 г. – Гродно, 2021. – С. 134–136.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛОКА ИЗ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ НА СОДЕРЖАНИЕ $^{137}\text{Cs}$ ЗА ПЕРИОД 1998-2021 гг.

**Сергей В.В., Лобачев И.В.**

ГУ «Республиканский центр гигиены,  
эпидемиологии и общественного здоровья»,  
г. Минск, Республика Беларусь

**Актуальность.** В результате аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивному загрязнению  $^{137}\text{Cs}$  подверглось 1,86 млн га сельскохозяйственных земель Беларуси. Из них 265 тыс. га (около 15%) выведены из хозяйственного оборота в 1986 г. С 1992 по 2018 г.

площадь сельскохозяйственных земель, загрязненных  $^{137}\text{Cs}$ , сократилась на 561 тыс. га, или на 38%. В 2019 г. сельскохозяйственное производство ведется на 864,4 тыс. га земель, загрязненных цезием-137. За время, прошедшее после аварии, в результате проведения защитных мероприятий в рамках государственных программ по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, естественного радиоактивного распада, а также естественного перераспределения в окружающей среде за счет миграционных процессов наблюдается снижение переходов изучаемого радионуклида в продукцию растениеводства (в 15-20 раз) [1].

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О радиационной безопасности» от 18 июня 2019 г. № 198-З элементом системы обеспечения радиационной безопасности является радиационно-гигиенический мониторинг (РГМ).

Радиационно-гигиенический мониторинг – сбор, анализ и оценка информации о состоянии здоровья персонала и населения в зависимости от радиационной и санитарно-эпидемиологической обстановки среды обитания человека, оценка доз и риска облучения для жизни и здоровья персонала и населения, разработка мероприятий, направленных на предупреждение, уменьшение и устранение неблагоприятного воздействия облучения на организм человека. РГМ проводится в рамках социально-гигиенического мониторинга Министерством здравоохранения в соответствии с законодательством в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Главной целью радиационно-гигиенического мониторинга является оценка доз внутреннего облучения населения Республики Беларусь [2].

Радиационно-гигиенический мониторинг пищевых продуктов осуществляют лаборатории территориальных ЦГЭ, областных ЦГЭиОЗ и ГУ РЦГЭиОЗ. Обязательному плановому радиационно-гигиеническому мониторингу подлежит молоко, пробы которого отбираются в стойловый (ноябрь-апрель) и пастбищный (май – октябрь) периоды раз в 1-5 лет в зависимости от группы мониторинга определенного населенного пункта [3].

**Цель.** Проанализировать динамику количества населенных пунктов Республики Беларусь с зарегистрированными случаями превышения РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в пробах молока из личных подсобных хозяйств.

**Материалы и методы исследования.** В данном ретроспективном исследовании были взяты данные отчетов деятельности санитарно-эпидемиологической службы в области радиационно-гигиенического мониторинга радиоактивного загрязнения пищевых продуктов на территории Республики Беларусь за период 1998-2021 гг.

Результаты радиометрического контроля сравнивались с республиканскими допустимыми уровнями содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) [4].

Статистическая обработка данных и анализ результатов исследования были проведены с использованием программы Microsoft Excel (Microsoft®, США).

**Результаты и их обсуждение.** В результате анализа многолетней динамики количества населенных пунктов Республики Беларусь с зарегистрированными случаями превышения РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в пробах молока из личных подсобных хозяйств наблюдалось снижение «положительных» населенных пунктов с неравномерным распределением данного показателя по годам – от 451 населенного пункта в 1998 г. до 0 в 2018-2019 гг.

Многолетняя динамика общереспубликанского количества населенных пунктов с зарегистрированными случаями превышения РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в пробах молока из личных подсобных хозяйств за период 1998-2021 гг. на территории Республики Беларусь характеризовалась выраженной тенденцией к снижению, которая описывается линейным уравнением  $y = -18,474x + 343,89$ , со средним темпом прироста ( $T_{\text{пр}}$ ) минус 16,36% за 24 года наблюдения ( $p < 0,001$ ).

Наибольший вклад в изучаемый процесс на протяжении всего изучаемого периода приходится на Гомельскую область (69,9±1,73%). Динамика количества населенных пунктов данной области с зарегистрированными случаями превышения РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в пробах молока из личных подсобных хозяйств также характеризуется снижением с максимальным значением по годам в 2000 г. (325 населенных пунктов) и минимальным – в 2017, 2019, 2021 годах (0). Линейное уравнение  $y = -12,694x + 237,64$  описывает выраженную тенденцию к снижению изучаемого показателя со средним темпом прироста минус 16,08% ( $p < 0,001$ ).

Определенный вклад в общереспубликанский показатель за 24 года наблюдения вносят Брестская и Могилевская области ( $17,08 \pm 1,41\%$  и  $11,9 \pm 1,22\%$  соответственно). На протяжении всего изучаемого периода наблюдалось снижение количества населенных пунктов Республики Беларусь с зарегистрированными случаями превышения РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в пробах молока из личных подсобных хозяйств. Значение анализируемого показателя в Брестской области колебались от 80 в 1998 году до 0 в 2018-2021 гг., в Могилевской области – от 63 в 1998 году до 0 в 2014, 2016-2020 гг.

Многолетняя динамика в данных двух областях характеризовалась выраженной тенденцией к снижению, описываемая линейными уравнениями  $y = -3,13x + 58,417$  в Брестской ( $T_{пр} = -16,22\%$ ) и  $y = -2,3639x + 43,007$  в Могилевской областях ( $T_{пр} = -17,57\%$ ).

Незначительный вклад в анализируемый процесс внесли Минская и Гродненская области. На протяжении уже 17 лет на данных территориях не было выявлено ни одной пробы молока из личных подсобных хозяйств с превышением  $^{137}\text{Cs}$ .

**Выводы.** За период 1998-2021 гг. наблюдается снижение количества населенных пунктов с зарегистрированными случаями превышения РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в пробах молока из личных подсобных хозяйств как на территории Республики Беларусь, так и на территории областей в отдельности.

Многолетняя динамика изучаемого показателя за 24 года наблюдения характеризовалась выраженной тенденцией к снижению на всех анализируемых территориях страны.

Наибольший вклад в анализируемый процесс внесли Гомельская, Брестская и Могилевская области. В тот же самый момент на протяжении последних 17 лет на территории Минской и Гродненской областей населенные пункты с зарегистрированными случаями превышения РДУ-99 по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в пробах молока из личных подсобных хозяйств не выделялись.

Это может означать, что на некоторых территориях страны случаи «положительных» проб полностью ликвидируются, что позволит акцентировать силы на оставшиеся подверженные территории, но с сохранением информационно-просветительской деятельности на «чистых» территориях страны.

Однако по причине выявления проб молока из личных подсобных хозяйств с превышением  $^{137}\text{Cs}$  в 2020-2021 гг. на территории нашей страны информационно-образовательная деятельность, а также радиационно-гигиенический мониторинг остаются актуальными и важными.

### Литература

1. Беларусь и Чернобыль : 33 года спустя : информационно-аналитический сборник ; под ред. П. В. Николаенко / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – С. 100.

2. О радиационной безопасности. Закон Респ. Беларусь, 18 июня 2019 г., № 198-З. / Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://pravo.by/upload/docs/op/N11900198\\_1561496400.pdf](https://pravo.by/upload/docs/op/N11900198_1561496400.pdf). – Дата доступа: 15.08.2022.

3. Правила радиационно-гигиенического мониторинга радиоактивного загрязнения пищевых продуктов, производимых гражданами для собственного потребления, а также дикорастущих растений и (или) их частей, продукции охоты и рыболовства, используемых гражданами для собственного потребления. Приказ Министерства Здравоохранения Республики Беларусь, 14 дек. 2020 г., № 1333 / ГУ «Речицкий зональный центр гигиены и эпидемиологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://rechzscge.by/gallery/1333-3.pdf>. – Дата доступа: 15.08.2022.

4. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) : ГН 10-117-899 : утв. постановлением глав. гос. санитар. врача от 26.04.1999 № 16. – Изд. офиц. введ. 26.04.1999. Минск, 1999. – С. 6.

# МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ С ВРОЖДЕННОЙ ИНФЕКЦИЕЙ

Синица Л.Н., Домашевич Е.И.\*,  
Чигирь Ю.А., Бесько М.В.

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
\*УЗ «Гродненский областной клинический перинатальный центр»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Внутриутробные инфекции (ВУИ) являются значимой причиной репродуктивных потерь и заболеваемости новорожденных. Частота внутриутробного инфицирования новорожденных остается высокой несмотря на успехи перинатальной медицины. В России на долю инфекционно-воспалительных заболеваний приходится 20–38% в структуре перинатальной патологии новорожденных. Частота ранней неонатальной смертности достигает 27%, а мертворождаемость – 10,5-16% [1–4].

В настоящее время возросла частота внутриутробного инфицирования плода и новорожденного, что связано с увеличением числа беременных, имеющих очаги острых и хронических инфекций, экологическими условиями проживания населения.

Учитывая, что инфекции оказывают повреждающее действие на развитие органов и систем ребенка в антенатальном периоде и приводят не только к летальности, но и инвалидизации, проблема реализации врожденных инфекций остается актуальной проблемой современной неонатологии.

**Цель:** установить особенности акушерско-гинекологического, социального анамнеза у детей с врожденной инфекцией, дать характеристику постнатальному периоду у этих новорожденных.

**Материалы и методы исследования.** Проведен ретроспективный анализ 96 медицинских карт стационарного пациента детей, рожденных в УЗ «ГОКПЦ», Беларусь, в 2014–2021 гг. Все новорожденные были отнесены в группу риска по реализации внутриутробной инфекции (ВУИ) и в первые трое суток был установлен диагноз «врожденная инфекция». В первую группу отнесено 32 ребенка, у которых врожденная инфекция реализовалась

в тяжелой форме: дети имели генерализованную форму заболевания, были госпитализированы в реанимационное отделение, им проводилась искусственная вентиляция легких, кардиотоническая поддержка, противошоковая терапия. Вторую группу составили 64 младенца с нетяжелой формой ВУИ, эти дети не нуждались в описанных ранее методах интенсивной терапии.

Для статистического анализа данных применяли пакеты прикладных программ Microsoft Excel и STATISTICA 10.0 для Windows (StatSoft, Inc., США). Количественные данные приводились в виде медианы (Me), нижней ( $Q_{25}$ ) и верхней ( $Q_{75}$ ) квартилей. При сравнении частот (процентов) использовался точный метод Фишера (Fisherexacttest, «twotailed»). Нулевая гипотеза отвергалась на уровне значимости  $p \leq 0,05$  для каждого из использованных тестов.

**Результаты и их обсуждение.** На первом этапе анализа результатов исследования были изучены особенности пренатального и антенатального анамнеза. От первой беременности родился 41 (42,7%) ребенок, от второй – 26 (27,0%) детей, от третьей – 16 младенцев (16,7%), от четвертой и более беременностей – 13 (13,5%). При оценке паритета родов установлено, что первые роды были у 51 (53,1%) женщины, вторые роды – у 24 (25,0%), от третьих родов появилось 17 детей (17,8%), а от четырех и более родов – 4 детей (4,8%).

При межгрупповом сравнении получено, что в 1-й группе от первой беременности родилось 11 (34,4%) детей, от второй – 9 (28,1%), от третьей – 6 младенцев (18,7%), от четвертой и более беременностей – 6 (18,8%) детей. Установлено, что первые роды были у 14 (43,8%) женщин, вторые роды – у 9 (28,1%), от третьих родов появилось 7 детей (21,9%), а от четырех и более родов – 2 ребенка (6,2%).

Во второй группе материнский анамнез имел следующие особенности: первая беременность была у 30 (46,9%) женщин, вторая – у 17 (26,6%), от 3-й беременности родилось 10 младенцев (15,6%), от четвертой и более – 7 (10,9%) детей. Во второй группе от первых родов родилось 37 детей (57,81%), от вторых – 15 (23,44%), от третьих родов – 10 младенцев (15,62%), а от четвертых и более – 2 ребенка (3,13%). Таким образом, паритет беременности и родов не отличался от общепопуляционных и между группами.

Путем кесарева сечения родилось 59 детей (61,45 %), через естественные родовые пути – 37 (38,54%). В 1-й группе путем кесарева сечения родилось 25 детей (78,13%), через естественные родовые пути – 7 (21,87%). В группе 2 путем кесарева сечения родилось 34 детей (78,1 %), через естественные родовые пути – 30 (21,87%). Данные результаты свидетельствуют о высокой частоте кесарева сечения у исследованных детей при популяционной частоте около 25%; в значительной части (71,2%) – по экстренным показаниям. Данная тенденция сохраняется как в 1-й, так и во 2-й группах.

Дети родились с оценкой по Апгар 8 и более баллов в 100% случаев, 3 ребенка из 1-й группы потребовали ИВЛ с первых минут жизни.

Мальчиков родилось 53 (55,2%), девочек – 43 (44,79%). В группе 1 мальчиков родилось 18 (56,25%), девочек – 14 (43,75%), в группе 2 – мальчиков 35 (53,8%), девочек – 29 (46,2%). Имеется некоторое преобладание мальчиков, особенно в группе 2.

Масса тела при рождении исследованных младенцев составила  $Me=3300,0$  (2650,0; 3650,0) грамм; в 1-й группе –  $Me=3050,0$  (2540,0; 3425,0) грамм, во 2-й группе  $Me$  составила 3350,0 (2775,0; 3675,0) грамм. Как видно, дети с более тяжелым течением врожденной инфекции имели массу тела при рождении ниже, чем новорожденные 2-й группы.

Число городских жительниц составило 82 женщины (85,42%), сельской местности – 14 женщин (14,58 %). В 1-й группе городских жительниц было 29 (90,6%), из сельской местности – 3 женщины (9,4%). В группе 2 число женщин, проживающих в городах – 53 (82,8%), жительниц сельской местности – 11 (17,2%). Статистических различий не получено.

Далее проанализирована частота инфекционной патологии у матерей во время беременности. В 1-м триместре беременности острые респираторные инфекции (ОРИ) выявлены у 22 (22,91%) женщин. Во 2–3 триместре ОРИ отмечалось у 30 (31,25%) женщин. Инфекции мочевыделительной системы (цистит, пиелонефрит, бактериурия) были диагностированы у 49 (51,0%) беременных. Бронхиальной астмой страдала 1 женщина. Преждевременный разрыв плодных оболочек, как частый предиктор инфекционных осложнений беременности, был зафиксирован в 29 (30,2%) бере-

менностей. Угроза прерывания беременности осложняла течение беременности у 24 (25,0%) матерей.

Далее был проведен межгрупповой анализ осложнений беременности. В 1-м триместре беременности острые респираторные инфекции (ОРИ) были выявлены у 12 (37,5%) женщин 1-й группы и у 10 (15,62%) во 2-й группе,  $p=0,017$ . Во 2-3 триместре ОРИ отмечалось у 10 (31,25%) женщин из 1 группы и 20 (31,25%) из второй,  $p=0,59$ . Инфекции мочевыделительной системы (цистит, пиелонефрит, бактериурия) были диагностированы у 15 (46,9%) беременных в 1-й группе и у 34 (53,1%) женщин 2-й группы,  $p=0,36$ . Преждевременный разрыв плодных оболочек, как частый предиктор инфекционных осложнений беременности, был зафиксирован в 13 (40,62%) беременностей в 1-й группе и 16 (25,0%) во 2-й группе,  $p=0,09$ . Угроза прерывания беременности осложняла течение беременности у 10 (31,25%) женщин 1-й группы и у 14 (21,87%) матерей во 2-й группе,  $p=0,23$ .

В первые сутки жизни врожденная инфекция была подтверждена у 9 (9,37%) детей. Соответственно на 2-3-и сутки жизни диагноз был выставлен 87 (90,63%) младенцам. В группе 1 диагноз врожденной инфекции был установлен в первые сутки жизни у 6 (18,75%) детей и у 2 (3,2%) младенцев 2-й группы. На 2-3-и сутки жизни диагноз был выставлен 26 (81,25%) младенцам 1-й группы и 62 (96,8%) новорожденным 2-й группы. При обследовании новорожденных среди инфекционно-воспалительных заболеваний выявлены: врожденная пневмония (37,5%), конъюнктивит (6,3%), ринофарингит (12,5%), кардит (2,1%), менингоэнцефалит (2,1%).

Период ранней адаптации характеризовался наличием акроцианоза, нарушением дыхания в виде тахипноэ (26,0%), изменениями со стороны сердечнососудистой системы (42,7%). Новорожденные в исследуемых группах имели перинатальные поражения ЦНС: синдром повышенной нервно-рефлекторной возбудимости (21,9%), угнетения ЦНС (26,0%), судорожным (2,1%) и их сочетаниями. При нейросонографии у детей выявлены: внутрижелудочковые кровоизлияния I-II степеней (5,2%), вентрикулодилатация (24,0%), кисты головного мозга (15,6%).

Течение раннего неонатального периода осложнилось развитием токсической эритемы (37,5%), отечным синдромом (37,5%),

гипербилирубинемией (79,2%), повышенной транзиторной потерей массы тела (15,6%). Из сопутствующей патологии выявлен синдром задержки внутриутробного развития в 5,2% случаях. Гипербилирубинемия была более интенсивной, продолжительной. Можно полагать, что она обусловлена более выраженным гемолизом эритроцитов, нарушением функции печени на антенатальном этапе развития, возможно влияние на функциональное состояние печени инфекции и медикаментозной терапии, которая применялась для лечения беременных и новорожденных.

#### **Выводы:**

1. Большинство детей с врожденной инфекцией родились от 2-й беременности и родов путем экстренного кесарева сечения. Беременность и роды осложнились неоднократной угрозой прерывания, преждевременным разрывом плодных оболочек.

2. Матери детей с врожденной инфекцией в большинстве своем проживали в городах, перенесли ОРИ, инфекции мочевыводящих путей во время беременности.

3. Клиническая картина характеризовалась развитием пневмонии с выраженной дыхательной недостаточностью, конъюнктивитом, ринофарингитом, Помимо этого отмечались гипербилирубинемия, отечный синдром, неврологическая симптоматика.

#### **Литература**

1. Ренге, Л. В. Диагностика и прогнозирование внутриутробной инфекции / Л. В. Ренге, Л. Г. Баженова, В. Н. Зорина. – Российский вестник акушера-гинеколога, 2016. – Т. 16. – № 1. – С. 40–44.

2. Шокирова, С. М. Современные аспекты этиопатогенеза и перспективы прогнозирования осложнений при внутриутробном инфицировании плода / С. М. Шокирова [и др.]. – Молодой ученый, 2014. – № 7 – С. 228–233.

3. Анализ выделенной микрофлоры у новорожденных детей с врожденной инфекцией, находящихся в критическом состоянии / Л. Н. Кеда [и др.]. – Актуальные вопросы инфекционной патологии : материалы науч.-практ. конф., посвящ. 55-летию кафедры инфекционных болезней УО «ГрГМУ», Гродно, 27 окт. 2017. – Клиническая инфектология и паразитология, 2017. – Т. 6, № 4. – С. 518–520.

4. Овсянников, Д. Ю. Неонатальная пульмонология : монография / Д. Ю. Овсянников [и др.] ; под ред. Д. Ю. Овсянникова. – Москва, 2022. – 166 с.

# КСЕНОБИОТИЧЕСКИЙ РИСК ВЛИЯНИЯ РАДОНА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Смирнова Г.Д., Воробей А.А.

УО «Гродненский государственный медицинский университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** По данным Международной комиссии по радиологической защите наибольшая часть дозы облучения – более 80% от общей, получаемой населением в обычных условиях, связана именно с природными источниками радиации, при этом 50-60% этой дозы обусловлено радоном и продуктами его распада. В последние годы проблема радона становится все более актуальной для населения Республики Беларусь. Так, исследования по оценке радоноопасности территории нашей страны свидетельствуют о том, что наиболее высокие концентрации радона наблюдаются в помещениях зданий всей Витебской, северо-восточной и центральной части Могилевской, части Гродненской и Минской областей, а также г.Минска. Причем если оценить дозы облучения жителей Гомельской и Брестской областей, наиболее пострадавших от аварии на ЧАЭС, но получающие небольшие дозы от радона и дозы облучения жителей Витебской области, минимально пострадавших от аварии, но получающие значительные дозы от радона, то витебчане получают 3,5 мЗв дозы, в то время как гомельчане и брестчане – 1,5 мЗв дозы. Среднерайонные значения объемной активности радона находятся в пределах 100–150 Бк/м<sup>3</sup> и средние годовые эффективные дозы облучения населения от радона и его дочерних продуктов распада более 3,5 мЗв [1].

Радон – бесцветный инертный газ; радиоактивен; не имеет цвета, запаха и вкуса. Является самым тяжелым из инертных газов, его плотность при нормальных условиях составляет 9,73 кг/м<sup>3</sup>, что примерно в 7,6 раз больше плотности воздуха [2]. Радон образуется в процессе природного радиоактивного распада урана, который присутствует во всех горных породах и почвах [3]. Радон легко подвижен и атмосферными потоками переносится на большие расстояния, он также довольно хорошо растворим в воде и перемещается вместе с грунтовыми и поверхностными водами [4].

Газ хорошо просачивается сквозь полимерные пленки, легко адсорбируется активированным углем и силикагелем [1]. Концентрация радона обычно выше в подвалах, цокольных помещениях, шахтах, на нижних этажах зданий. Основную часть дозы, обусловленную радоном, человек получает в закрытом, непроветренном помещении [5]. В зданиях, например, в жилых домах, школах и офисных помещениях, уровни концентрации радона могут сильно варьироваться – от 10 Бк/м<sup>3</sup> до более 10 000 Бк/м<sup>3</sup> (когда допустимая концентрация радона в воздухе помещений не должна превышать 100 Бк/м<sup>3</sup>). Негативное воздействие инертного газа на человеческий организм происходит посредством альфа-излучения. Распад ядер радона и его дочерних изотопов в легочной ткани вызывает микроожог, поскольку вся энергия альфа-частиц поглощается практически в точке распада. Эквивалентная доза облучения альфа-частицами в 20 раз выше, чем при рентгеновском или гамма-облучении. Таким образом, радон способствует процессам, приводящим к раку легкого. Особенно опасно (повышает риск заболевания) сочетание воздействия радона и курения. По данным ВОЗ радон вызывает от 3% до 14% всех случаев рака легких в зависимости от среднего по стране уровня концентрации радона и распространенности курения. Рак легких, вызванный радоновым облучением, является шестой по частоте причиной смерти от рака [2, 3]. Кроме этого радон негативно влияет на иммунные, половые и кроветворные клетки, повреждает генетический аппарат, в связи с чем возникает риск появления мутагенного, тератогенного и эмбриотоксического эффектов. Также продукты распада радона избирательно накапливаются в гипофизе и коре надпочечников, концентрируются в сердце, печени и других жизненно важных органах. Тем не менее, радон может оказывать позитивное влияние на человека. Доказана польза радоновых ванн при лечении ряда заболеваний, связанных с обменом веществ, при заболеваниях суставов и периферической нервной системы и т. д. Радон привлекают также для диагностики раковых заболеваний, например для локализации опухоли мозга [4].

**Цель.** Изучение осведомленности населения о положительных и отрицательных аспектах влияния радона на организм человека.

**Материалы и методы исследования.** Проводилось валеолого-диагностическое исследование 356 респондентов в возрасте от 16 до 46 лет (*из них 76,9% женщин и 23,1% мужчин*). Анкетирование и анализ результатов проводился в интернете с помощью сервиса Google Формы. Критерии включения: наличие информированного согласия.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам исследования 50% респондентов оценили свое состояние здоровья как хорошее, 44,2% – как удовлетворительное, 5,8% – как плохое. Среди источников угрозы здоровью на современном этапе у 16,4% участников исследования на первом месте загрязненность окружающей среды, далее у 15,6% – вредные привычки (*алкоголь, наркотики, курение*), на пятом/шестом месте у 10,7% – радиационный фактор, вместе с недосыпанием (*недоеданием*). Но при этом 82,5% считают, что подвергаются воздействию радиации в повседневной жизни и основной путь поступления радиации в организм человека для 55,0% – через воздух, для 41,6% – через продукты питания. При этом 88,5% и 65,4% участников исследования допускают, что мобильные телефоны и выхлопные газы соответственно также являются источниками радиации.

Проблема радона и его влияния на здоровье вызывает интерес у 89,6% респондентов. Знают о том, что радон – это газ 84,6% респондентов (*остальные ответы – металл, жидкость, сплав и т. д. в меньшинстве*). Верно ответили на вопрос о свойствах радона 90,4% участников исследования. Основными источниками происхождения радона 46,2% респондентов правильно указали радиоактивный распад урана-238. По мнению 80,8% участников исследования радон встречается на территории Беларуси. При этом наиболее радоноопасными посчитали Гомельскую (76,9%) и Брестскую (42,3%) области, когда в действительности таковыми являются Витебская (11,5%) – самая загрязненная, Минская (26,9%), Гродненская (25%) и Могилевская (17,3%).

Половина респондентов указала, что воздействие радона формирует половину дозы, получаемой человеком от всех источников радиации. Основную часть дозы облучения от радона человек получает в закрытом помещении (*в регионах с умеренным климатом концентрация радона в закрытых помещениях в среднем примерно в 5-8 раз выше, чем в наружном воздухе*) – это правильно

указали 55,2%. Выбирая среди основных источников поступления радона в окружающую человека среду, большинство отметило природный газ (38,5%), строительные материалы (30,8%), грунтовые воды (25%), горные породы и почву (21,2%). То, что радон наносит значительную угрозу здоровью человека в случае радоноопасности участка застройки, считают 65,4% респондентов. Больше всего радон в жилище накапливается подвальных помещениях (*так как это газ, который в 7,5 раз тяжелее воздуха*) и ванных комнатах (*где льется много горячей воды*) и это правильно отметили практически все респонденты. При этом основным путем воздействия радона и продуктов его распада всего 50% респондентов выбрали ингаляционный. О сложности определения радона в питьевой воде знают 38,5% участников исследования.

Внутренне облучение более опасным, чем внешнее, считают 25%. О риске возникновения последствия в виде канцерогенного эффекта в результате распада радона знают 67,3% студентов. При этом лишь 26,9% участников исследования знают, что радон вызывает рак легкого, в то время как об усилении радоном разрушительного действия курения осведомлены 73,1% респондентов. О том, что радон вызывает функциональные нарушения (*астматические приступы удушья, мигрень, головокружение, тошноту, депрессивное состояние*) знают 50% участников исследования, а о негативном его влиянии на иммунные, половые и кроветворные клетки – 23,1%. Также только 9,6% участников исследования считают, что от 80% дозы облучения, получаемой населением в обычных условиях от природных источников радиации, на радон приходится 50-60%. О риске возникновения мутагенного, тератогенного и эмбриотоксического эффектов воздействия радона на организм осведомлено 46,1% студентов. При этом 76,9% респондентов указали повреждающее действие радона на генетический аппарат человека. О наибольшей концентрации радона при избирательном его накоплении в гипофизе и коре надпочечников осведомлены лишь 28,8% участников исследования, в то время как о наименьшей его концентрации в печени, костной ткани и сердце осведомлены 36,5%, 28,8%, 5,8% соответственно.

О позитивном влиянии радона на организм знают только 30,8% респондентов. Большая часть респондентов (55,0%) отметила, что радон, используемый в лечебно-оздоровительных целях,

их не пугает. При этом радоновые ванны, по мнению участников исследования, благотворно влияют на состояние сосудов, нормализуют кровообращение, артериальное давление, пульс и работу сердца (40,4%), обладают мощным успокаивающим действием, нормализуют сон (38,5%), уменьшают интенсивность воспалительных процессов, ускоряют обмен веществ (34,6%), помогают при заболеваниях опорно-двигательного аппарата (*артрозы, артриты, радикулиты, невралгии*) (32,7%). В то же время 46,2% респондентов считают, что радоновые ванны вызывают заболевания дыхательных путей (*бронхит, бронхиальную астму, пневмонию, рак легких*), 28,8% – вызывают психические нарушения (*тревожно-депрессивные расстройства, невротическое развитие личности*), 23,1% – приводят к развитию ишемической болезни сердца.

Знакомы с мероприятиями по снижению уровня концентрации радона в жилище 47,5% респондентов. В качестве мер профилактики предотвращения негативного влияния радона на организм участники исследования выбрали следующие: вентиляцию жилых помещений (63,4%), правильный выбор территории для застройки и строительных материалов (46,2%), использование скрининговых методов для установления уровня радона в воде, применение фильтров и аэрации (44,2%), интенсивную вентиляцию подпольного пространства и установку системы отвода радона (42,3%), устранение трещин и щелей в полах и стенах (19,2%). При этом 34,6% респондентов также выбрали в качестве мер профилактики расположение заводов по нефтепереработке за чертой города, 28,8% – не спать в автомобиле с работающим двигателем, избегать использования радоновых ванн (19,2%).

**Выводы.** Результаты исследования показывают, что современная молодежь недостаточно ориентируется в вопросах как радоноопасности, так и радонобезопасности, а также влиянии радона на организм человека. Поэтому существует определенная безответственность в их отношении к вопросам влияния радиационного фактора на здоровье.

### Литература

1. Чунихин, Л. А. Радон : история, свойства, значение / Л. А. Чунихин – Институт радиобиологии НАН Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.irb.basnet.by/ru/radon-istoriya-svoystva-znachenie>. – Дата доступа: 11.03.2022.

2. Радон – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Радон>. – Дата доступа: 11.03.2022.

3. Всемирная организация здравоохранения: Радон и его воздействие на здоровье человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health>. – Дата доступа: 11.03.2022.

4. Бекман, И. Н. Проблема радона / И. Н. Бекман. – Радон: враг, врач и помощник : курс лекций. – Москва, 2006. – Лекция 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://profbeckman.narod.ru/rad.files/Rad2SS.pdf>. – Дата доступа: 11.03.2022.

5. Радиоактивный газ радон – что следует знать? Радиационная опасность в воздухе – радон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kerchtt.ru/radioaktivnyi-gaz-radon-chno-sleduet-znat-radiacionnaya-opasnost-v/>. – Дата доступа: 11.03.2022.

## **ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКАЯ ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ**

**Смирнова Г.Д., Копытич А.В.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Батарейки – компактные химические источники тока, используемые в различных электроприборах и цифровой технике – давно стали повседневным элементом быта. Они используются повсюду, начиная с высокоточных приборов и автомобилей и заканчивая мобильными телефонами и детскими игрушками. Главным преимуществом ртутных элементов питания является их способность работать в очень неблагоприятных погодных и в любых температурных условиях. Ртутные батарейки не способны к саморазряду, а это значит, что заряд может сохраняться до 10 лет [1]. В виду содержания в них тяжелых металлов и других токсичных соединений, эти элементы при ненадлежащем

обращении являются опасными как для здоровья человека, так и для окружающей среды. Вред батареек для окружающей среды оценивается заражением более 20м<sup>2</sup> почвы от одного элемента питания. Помимо плодородной почвы, одна батарейка способна испортить до 400 литров воды. По данным ученых из агентства по охране окружающей среды США на долю батареек приходится более 50% токсических выбросов из всех бытовых отходов. С 2008 г. в Европе на упаковках или самих элементах питания обязательно наличие знака перечеркнутого мусорного контейнера и во всех крупных торговых центрах установлены ящики для сбора отработавших батареек и аккумуляторов [2].

С одной стороны, ртуть – это сильнейший яд, относящийся к первому классу опасности, а с другой стороны, в чистом виде – это жидкий металл, не представляющий особой опасности для человека. Неблагоприятным свойством ртути является способность испаряться уже при минусовой температуре и депонироваться в пористых материалах (*дерево, кирпич, штукатурка и пр.*), что позволяет ей длительно сохраняться в окружающей среде (*предельно допустимая концентрация (далее ПДК) – 0,01 мг/м<sup>3</sup>*) [3]. Испарения и растворимые соединения (особенно соли) ртути являются сильнейшими ядовитыми веществами, интоксикация которыми способно вызвать серьезные необратимые изменения в организме человека вплоть до его смерти. При превышении пороговой концентрации в воздухе ртуть при вдыхании начинает задерживаться в легких. Если испарения металла очень активные, они могут проникать в организм и через кожу [4]. Накапливаясь в тканях всех органов, вызывает нервные расстройства и расстройства двигательного аппарата, заболевания дыхательной системы, ухудшает зрение и слух, приводит к повреждению головного мозга и нервной системы в целом, разрушительно действует на почки и печень [5]. В связи с тем, что найти ртуть в высокой концентрации и больших количествах почти нереально, чаще встречаются хронические токсические поражения. Различают меркуриализм (*вследствие действия малых доз в течение нескольких недель или месяцев*) и микромеркуриализм (*отравление мизерными дозами в течение 5-10 лет*). При этих видах превалирует неврологическая симптоматика – человек испытывает слабость, сонливость, быструю утомляемость, апатию. При продолжающемся отравлении постепенно

снижается память, начинает страдать острота мышления вплоть до заметного снижения умственных способностей. И только спустя время появляется специфический симптом – так называемый «ртутный тремор». Сначала начинают дрожать кончики пальцев рук, потом – ног, затем – губы, веки. Постепенно дрожь захватывает все тело. Нарушается кожная чувствительность, ухудшаются обоняние и слух. Становится сложно контролировать позывы к испражнению и мочеиспусканию. Если вовремя не начать лечение, возникают нарушения сердечного ритма, снижается артериальное давление, увеличивается щитовидная железа с нарушением ее эндокринных функций. Развивается полиорганная недостаточность. Так ртуть медленно разрушает организм [4].

**Цель исследования.** Изучение причин существования экопатологий, обуславливающих нарушение состояния здоровья человека, за счет загрязнения ртутью окружающей среды в результате неправильной утилизации аккумуляторов и батареек и отношения современной молодежи к возможностям их возникновения.

**Материал и методы исследования.** Проводилось валеолого-диагностическое исследование 570 респондентов в возрасте от 19 до 25 лет (*студентов Барановичского государственного университета*). Анкетирование проводилось в интернете с помощью сервиса Google forms. Критерием включения является наличие информированного согласия. Результаты обработаны с использованием методов непараметрической статистики с помощью пакета анализа сервиса Google forms.

**Результаты работы.** В результате проведенного исследования было выяснено, что 97,2% респондентов считают, что экологическая ситуация в местности проживания человека оказывает серьезное влияние на его здоровье. Фактором риска здоровья человека ртуть и ее производные признают 92,5% участников исследования. Загрязнение окружающей среды ртутью приводит к повышению общей заболеваемости, так считают 87,7% респондентов, к повышению смертности – 6,2%. Все студенты согласились с утверждением о том, что элементы питания (аккумуляторы и батарейки) наносят вред окружающей среде, попав на полигон твердых бытовых отходов (на свалку). При этом 58,9% участников исследования не знают о том, какие тяжелые металлы и другие ксенобиотики входят в состав этих элементов питания.

Хотя регулярно пользуются мобильными телефонами, компьютерами, планшетами и электронными книгами, которые работают от литиевых аккумуляторов, все респонденты, но только 43,9% дали положительный ответ на вопрос «Часто ли Вы используете батарейки и аккумуляторы?». Этот факт свидетельствует о том, что молодежь не задумывается об опасности, которую несет использование привычных бытовых приборов.

Большинство респондентов (68,3%) регулярно используют одноразовые батарейки, являющиеся менее экологичными, по сравнению с перезаряжаемыми аккумуляторами многократного использования, которые применяют 46,3% участников исследования.

Анализируя виды используемых элементов питания, выяснилось, что наиболее часто респонденты используют литиевые батареи и аккумуляторы (63,4%), которые опасны не только с точки зрения ксенобиотического воздействия, но и возможности самопроизвольного воспламенения и взрыва, что может привести к ожогам различной степени тяжести. На втором месте по популярности стоят солевые батарейки (43,9%), а на третьем – «батарейки-таблетки», которые могут содержать ртуть. Большинство респондентов (78,5%) не знают о том, что «таблетки» чрезвычайно опасны для маленьких детей, которые могут их проглотить. Большинство участников исследования 64,6% считают, что если пробыть в помещении с высокой концентрацией паров ртути 3-4 дня, то разрушительные процессы в организме станут необратимыми.

Основные симптомы отравления ртутью, по мнению студентов, это: металлический привкус во рту (66,4%), тошнота и рвота (60,35%) общая слабость (53,2%), головная боль и дискомфорт при глотании (51,4%) и повышение температуры тела (40,4%). Большинство респондентов (54,1%) считают первой помощью при отравлении ртутью прием молока, 47,7% – прием активированного угля или других абсорбентов, 43,1% – прием большого количества воды и 43,1% – прием раствора перманганата калия.

Важно отметить, что большинство студентов (63,4%) правильно утилизируют отработанные аккумуляторы и элементы питания, относя их в специальные пункты приема в магазинах. Еще 14,6% участников исследования относят их в пункт сбора батареек в учреждении образования. Однако, признавая, что элементы питания наносят вред окружающей среде, 17,1% респондентов все же

выбрасывают батарейки в мусорное ведро, а 4,8% вообще не знают, что недопустимо утилизировать элементы в обычные мусорные баки с другими бытовыми отходами.

**Выводы.** Результаты исследования показывают, что в целом молодежь осознает негативное воздействие неправильно утилизированных элементов питания на окружающую среду. Однако, они не совсем хорошо знают, какие химические элементы, используемые в элементах питания, представляют угрозу для их здоровья, попадая на полигоны твердых бытовых отходов. Важно, что не все респонденты знают, как правильно утилизировать аккумуляторы и батарейки и что при выборе элементов питания лучше отдать предпочтение батарейкам многократного использования, которые можно заряжать при необходимости в домашних условиях, подключившись к обычной розетке. Некоторая часть населения до сих пор неправильно утилизирует аккумуляторы и элементы питания, являющиеся опасными отходами, чем усугубляет и без того достаточно серьезную экологическую ситуацию. Необходимо проводить постоянную разъяснительную работу с целью минимизации вредного воздействия отработанных элементов питания и аккумуляторов на окружающую среду и здоровье человека.

### Литература

1. Отравление батарейками и их побочные эффекты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://meduniver.com/Medical/toksikologia/otravlenie\\_batareikami.html](https://meduniver.com/Medical/toksikologia/otravlenie_batareikami.html). – Дата доступа: 11.05.2022.
2. Отходы батареек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecoproverka.ru/othody-batareek>. – Дата доступа: 11.05.2022.
3. Вред батареек для окружающей среды и человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://3batareiki.ru/batarejki/v-chem-vred-batareek-dlya-okruzhayushhej-sredy-i-cheloveka>. – Дата доступа: 11.05.2022.
4. Почему батарейки опасны для жизни и здоровья? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://news.rambler.ru/other/37465385/?utm\\_content=news\\_media&utm\\_medium=read\\_more&utm\\_source=copylink](https://news.rambler.ru/other/37465385/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink). – Дата доступа: 11.05.2022.
5. Последствия отравления ртутью – редкая, но опасная патология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://drvdovin.ru/toksikologija/klinicheskaja-simptomatika/posledstviya-otravleniya-rtutyu-32>. – Дата доступа: 11.05.2022.

# РЕЗУЛЬТАТ СУТОЧНОГО МОНТОРИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА, ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ВЕЛИЧИНЫ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ

Смольская Н.Е., Зиматкина Т.И.

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Измерение температуры тела играет важную роль в диагностике здоровья. Это объясняется тем, что многие заболевания сопровождаются характерными изменениями температуры тела. Более того, течение некоторых заболеваний контролируется путем измерения температуры тела, и врач может оценить эффективность своего назначения [1]. Чаще всего мы воспринимаем повышение температуры как предупреждающий знак. Ведь выход показателя за норму обычно свидетельствует о нарушениях в работе органов и тканей. Однако, с другой стороны, организм повышает температуру, активируя иммунную систему, для борьбы с бактериями и вирусами. Поэтому необходимо обязательно контролировать уровень температуры. На это есть ряд причин: распознавание заболеваний на ранней стадии, наблюдение за течением болезни, оценка эффективности назначенных процедур и препаратов, предотвращение негативного воздействия слишком высокой температуры тела.

В связи с высокой смертностью населения от сердечно-сосудистых заболеваний возникает необходимость постоянного контроля артериального давления и пульса, которые являются основными показателями состояния сердечно-сосудистой системы. Частота сердечных сокращений (ЧСС) используется в медицинской и спортивной практике как физиологический показатель нормального ритма сердцебиения и является важным признаком первичного различия между нормальным сердечным ритмом и различными нарушениями сердечного ритма. Изменение ЧСС может происходить даже при изменении положения тела в состоянии полного эмоционального покоя и без нагрузок [2]. Также пульс

заметно учащается после приема горячих жидкостей и пищи, а также замедляется от холодных напитков.

В качестве интегрального критерия здоровья всё чаще рассматривают адаптационные возможности организма, которые отражают степень его динамического равновесия с окружающей средой [3-5]. Адаптация напрямую связана с неспецифической резистентностью и реактивностью, то есть с тем фоном, который в конечном итоге определяет риск развития заболеваний, а значит, и уровень здоровья.

Применение оценки адаптационного потенциала (АП) системы кровоснабжения - важный практический подход к объективной оценке уровня здоровья и физического развития и их изменений под воздействием факторов окружающей среды и образа жизни. Путем определения адаптационного потенциала устанавливается донозологический диагноз степени адаптации в следующих вариантах: высокая степень адаптации, удовлетворительная адаптация, напряжение механизмов адаптации, перенапряжение механизмов адаптации, истощение механизмов адаптации.

**Цель.** Изучить динамику температуры тела, ЧСС и величины адаптационного потенциала у студентов-медиков.

**Материалы и методы исследования.** В работе использованы аналитический и сравнительно-оценочный методы исследования для обобщения и анализа данных, полученных в ходе выполнения суточного мониторинга температуры тела, ЧСС и определения АП. Материалом для исследования служили экспериментальные данные. Исследование проводили по известным методикам [3, 6]. Измерение температуры тела осуществляли с помощью термометрии с использованием жидкостного или электронного термометра в определенное время суток: в 7 ч, 11 ч, 15 ч, 19 ч и 23 ч [3]. Измерение частоты сердечных сокращений проводили с помощью тонометра или путём подсчета количества ударов за 1 минуту в области лучевой артерии после 15 минут покоя, также в 7 ч, 11 ч, 15 ч, 19 ч и 23 ч. В исследовании участвовали 75 студентов (76% девушек и 24% юношей) в возрасте от 18 до 23 лет. Для определения АП использовали стандартную методику [6]. Полученные данные обрабатывали статистически.

**Результаты и их обсуждение.** В результате исследования было установлено, что среднее значение температуры тела в 7 ч,

11 ч, 15 ч, 19 ч и 23 ч составляет 36.5, 36.4, 36.6, 36.7, 36.6 соответственно. На основании полученных данных было установлено, что разница между утренней и вечерней температурой достигает 0,1-0,3 °С. Следуя суточному ритму, наиболее низкая температура тела отмечается утром (36.47), а максимальное значение достигается вечером (36.75). Как и многие другие биоритмы, температура следует суточному циклу Солнца, а не уровню нашей активности. У людей, которые работают ночью и спят днем, наблюдается такой же температурный цикл, как и у других [4]. По графику среднечасовых изменений температуры определили МЕЗОР (36.57), размах колебаний (0.18), амплитуду колебаний (0.09) и акрофазу (36.65). На температуру тела влияют пол и возраст. У девочек температура тела стабилизируется в 13-14 лет, у мальчиков – примерно в 18 лет [4]. Средняя температура у женщин – 36.7, у мужчин – 36.5. Так, у лиц мужского пола средняя температура тела примерно на 0,2-0,5 °С ниже, чем у лиц женского пола.

Температура тела имеет суточные колебания амплитудой до 1 °С (циркадный ритм). Наиболее высокие её значения отмечаются днем, наиболее низкие – в ночное время. Кроме суточного ритма изменения температуры тела выделяют более длительный период (около 4 недель), наиболее характерный для женского организма. Повышение температуры на 0,5-0,7 °С отмечается во время выхода яйцеклетки.

Основным источником тепла в организме являются глубоко расположенные органы. На долю мозга и внутренних органов, масса которых составляет 8% от массы тела, приходится до 70% всей теплопродукции организма. В условиях функциональной активности прирост теплопродукции достигается в основном за счет усиления энергообменных процессов в мышцах.

На термопаттерн кожных покровов человека влияют многие факторы:

- 1) температура воздуха;
- 2) радиационная температура;
- 3) влажность воздуха;
- 4) скорость обдува;
- 5) теплопроводность тканей;
- 6) конвекция системного кровотока;

- 7) конвекция кожного кровотока;
- 8) интенсивность обменных процессов в подлежащих тканях.

Тепло, выделяемое организмом в процессе жизнедеятельности, отводится в окружающую среду от центральных областей через кожные покровы. Кожа - это граница между телом и окружающей средой. Тепло к коже передается за счет теплопроводности (способности к прогреванию), действующей в направлении от центра последовательно через все слои оболочки, и за счет конвекции благодаря кровотоку по сосудистым структурам разного калибра: от магистральных сосудов к участкам с развитой капиллярной сетью.

С увеличением скорости обдува кожных покровов уменьшается относительная доля радиационных тепловых потерь (при увеличении скорости обдува на 4 м/с потери уменьшаются на 20%). Также существует прямая зависимость радиационной температуры от окружающей среды и радиационных тепловых потерь кожи. При температуре окружающей среды 12 °С радиационные потери тепла увеличиваются до 80% от всех теплопотерь.

Прямым фактором, определяющим формирование температурных полей кожи, являются особенности ее кровоснабжения: скорость кровотока, объем протекающей крови, состояние артерий, артериол и капилляров. Объем кожного кровотока нестабилен и меняется как при изменении температуры окружающей среды, так и при изменении внутренней температуры. Согласно расчетным данным, изменение кожного кровотока от 2 до 5 мл/см<sup>2</sup>/мин приводят к изменению температуры кожи на 2 °С.

Оценка вклада магистрального и кожного кровотока показывает, что изменение величины магистрального кровотока проявляется сравнительно медленно и приводит к маловыраженным изменениям поверхностной температуры. Рефлекторные же реакции сосудов кожи ведут к быстрым изменениям этих значений.

Также большое влияние оказывает уровень обменно-метаболических процессов в коже и подлежащих тканях. Основным фактором, препятствующим передаче тепла к поверхности, является жировая ткань, обладающая высокими изолирующими свойствами. [4] Показано, что при увеличении толщины жирового слоя вдвое, продолжительность переходных процессов при температуре окружающей среды 18-24 °С увеличивается почти в два раза.

Существуют различные методы оценки температурного гомеостаза. Температура тела измеряется в разных областях тела: в подмышечной впадине, в полости рта (подъязычной впадине), в прямой кишке, а иногда и в наружном слуховом проходе. В клинических целях измеряют ректальную, сублингвальную (ее значение на 0,2-0,5 °С ниже ректальной), подмышечную температуру.

ЧСС – это физиологический показатель сердцебиения, использующийся в медицине и спортивной практике. При этом считается, что меньшее количество ударов в минуту указывает на хорошее состояние сердечно-сосудистой системы и более эффективную работу сердца. Чем медленнее пульс в состоянии покоя, тем лучше у человека здоровье и тем дольше он проживет. Частый пульс может свидетельствовать о напряжении адаптации. К тому же учащенное сердцебиение приводит к тому, что сердце и кровеносные сосуды изнашиваются быстрее [4]. Также при учащении пульса возникает гиперактивность симпатической нервной системы, которая активизируется при стрессовых реакциях, что увеличивает риск ожирения. Все эти явления отрицательно сказываются на функционировании организма, повышается риск развития сердечно-сосудистых заболеваний.

ЧСС зависит от возраста, пола и внешних факторов [4, 5]. У новорождённых она составляет от 120 до 140 ударов в минуту и с возрастом уменьшается. Средняя ЧСС в состоянии покоя равна приблизительно 70 ударам в минуту у здоровых взрослых людей, у детей она значительно выше. Во время сна частота сердечных сокращений снижается на 10-20 ударов в минуту, а во время эмоционального возбуждения или мышечной активности может достигать значений, превышающих 100 ударов в минуту. У хорошо тренированных спортсменов частота пульса в состоянии покоя обычно составляет всего 50 ударов в минуту. Во время сна спортсмены обычно могут иметь менее 45 ударов в минуту.

В ходе исследования было установлено среднее значение ЧСС в 7 ч, 11 ч, 15 ч, 19 ч и 23 ч равное: 71.15, 72.92, 73.84, 72.84, 73.92 соответственно. Следовательно, с 7 до 11 часов ЧСС минимальная, затем до 15 часов пульс постепенно учащается, с 15 часов вновь несколько сокращается и достигает наибольшей величины к 23 часам. По графику среднечасовых изменений пульса определили МЕЗОР (72.94), размах колебаний (2.76), амплитуду колебаний

(1.39) и акрофазу (73.92). Среднее значение ЧСС среди лиц женского пола равно 75.1, среди лиц мужского пола 71.4.

В норме ЧСС у мужчин и женщин различается незначительно, только на 5-7 ударов у мужчин меньше, потому что размер их сердца больше, чем у женщин, и требуется меньшее количество сокращений миокарда для перемещения крови по сосудам. Идеальные значения практически не фиксируются, так как на ЧСС здорового человека влияют активность, физические и эмоциональные нагрузки.

Спровоцировать отклонения у взрослых и детей могут не только патологические, но и физиологические причины. Например, эмоциональные и физические перегрузки; стрессы и перепады температур; сильная боль и длительный прием лекарств; недостаток гемоглобина в организме. Как правило, при устранении вредного воздействия, пульс быстро нормализуется.

На ЧСС в состоянии покоя могут влиять многие факторы. Психическое или физическое напряжение увеличивает активность симпатического отдела вегетативной нервной системы и, соответственно, снижает активность парасимпатического отдела. Это может проявляться как учащение пульса в состоянии покоя.

Также различные эмоции влияют на симпатический и парасимпатический отделы нервной системы. Когда человек спокоен, активность парасимпатической нервной системы снижает ЧСС. При возбуждении, например при агрессии, ЧСС увеличивается.

Геном – один из наиболее важных факторов, влияющих на ЧСС в состоянии покоя. Именно из-за генетических различий у двух людей одного возраста и уровня физической подготовки частота сердечных сокращений в состоянии покоя может отличаться на 20 и более ударов в минуту.

Проявление учащенного пульса при нормальном артериальном давлении может быть обусловлено множеством факторов: густотой крови, эластичностью и сопротивлением сосудистых стенок, от интенсивности частоты сокращений сердечного миокарда. При отсутствии физиологических причин – это признак патологий дыхательной и кровеносной систем, заболеваний сердца и щитовидной железы, склонных к рецидивам и хроническому течению.

Этиологические факторы низкого давления и медленного пульса (брадикардия – пульс ниже 50 уд/мин) в основном связаны

с различными патологиями. Основные из них, кардиологические, проявляются нарушениями кровообращения в сердце (ишемия), приводящими к снижению пульсации; обширными или частичными поражениями миокарда (инфаркт) с признаками тромбообразования в коронарных артериях; иногда бессимптомными признаками сердечной недостаточности; обширной группой кардиомиопатических патологий, вызывающих изменения тканевой структуры сердца и замедление кровообращения в организме; воспалительными процессами в миокарде (миокардит), вызванные аутоиммунными и инфекционными заболеваниями, аллергическими или интоксикационными эффектами; врожденными или приобретенными анатомическими дефектами сердца, приводящими к нарушению кровообращения в сердце, его насосной функции и рубцеванию.

Низкий пульс при нормальном давлении – частое явление у подростков, пожилых людей и беременных женщин, это вполне объяснимо их состоянием, которое практически считается нормой. У подростков это связано с быстрым физическим ростом и половым развитием. В пожилом возрасте подобное состояние может спровоцировать умственные и физические нагрузки. Даже изменение положения тела может повлиять на сердцебиение, понизив артериальное давление и резко увеличив пульс. У беременных высокий пульс и низкое артериальное давление вызваны серьезными изменениями в организме, в частности, повышенной секрецией прогестерона, который ускоряет кровообращение, одновременно вызывая анемию.

Пульс можно оценить на сонных, лучевых, плечевых, бедренных, подколенных артериях, артериях стоп. Исследование пульса врачом включает определение ряда характеристик, таких как частота, ритмичность, наполнение, напряжение, амплитуда, время продолжительности систолической волны и т. д.

Самый распространенный и удобный метод для самостоятельной оценки пульса – определение его на лучевой артерии, на внутренней стороне запястья со стороны большого пальца. Частота сердечных сокращений рассчитывается как количество ударов за 1 минуту. В некоторых случаях при ярко выраженной нерегулярности (аритмии) пульса частоту считают за 3 минуты с последующим делением результата на 3 для определения среднего

значения. В настоящее время существует большое количество современных технических средств, позволяющих практически каждому определить без лишних усилий и без участия специалиста частоту и ритмичность пульса в покое и при физической нагрузке: пульсометры, встроенные в спортивные часы, трекеры, мобильные телефоны.

Следует отметить, что ЧСС в состоянии покоя у здорового человека непостоянна и обычно может колебаться в течение определенного периода времени (день, неделя, месяц, год) в довольно широком диапазоне, часто выходя за рамки нормальных значений, а также за «индивидуальные нормы» [3-6]. Пульс ночью, во время сна замедляется, после еды ритм учащается. Пульс может измениться при резкой смене положения тела, при психоэмоциональном напряжении. ЧСС также имеет небольшие сезонные колебания, зимой пульс в среднем выше, чем летом.

У тренированных, активно занимающихся «аэробными», циклическими видами спорта на выносливость (лыжный спорт, плавание, марафон, езда на велосипеде и т. д.) частота пульса в состоянии покоя в среднем ниже, чем у нетренированного человека.

У здорового человека ЧСС во время сна ниже, чем во время бодрствования [4,5]. Это связано с преобладанием тонуса парасимпатической нервной системы во время сна. У здорового взрослого человека средняя частота сердечных сокращений во время сна примерно на 18-20 ударов в минуту меньше средней дневной частоты. При этом, установленные средние значения ЧСС во время сна и бодрствования различаются в зависимости от пола и возраста.

Частота пульса во время сна у здорового взрослого человека может меняться так же, как и во время бодрствования, поскольку сон - неоднородный, динамичный и сложно организованный процесс, состоящий из 5 стадий (фаз), различающихся по глубине. Продолжительность этих стадий варьируется от человека к человеку и зависит от многих факторов, как внутренних, так и внешних. Это может повлиять на колебания ЧСС во время сна. Первые четыре фазы, фазы медленноволнового сна, характеризуются постепенным снижением ЧСС. На пятой стадии, быстрого сна, когда снятся сны, частота дыхания и пульса может увеличиваться [4]. Кроме того, психоэмоциональные или физические нагрузки перед

сном, стресс, употребление крепкого чая или кофе, курение, употребление алкоголя и ряда наркотиков могут вызвать учащение пульса в ночное время [5].

Существует связь между функциональными возможностями и показателями физического здоровья студентов. Регулярные и систематические занятия в спортивных секциях положительно сказываются на ослаблении степени напряжения адаптивных механизмов студентов, этому способствует высокий уровень развития адаптационных резервов сердечно-сосудистой и дыхательной систем и физические возможности организма [6]. Поэтому уровень адаптационных возможностей студентов может служить в качестве одного из критериев оценки состояния их здоровья.

Согласно современным представлениям, большую роль в становлении механизмов психофизического, духовного и умственного развития ребенка играют четыре фактора.

Первый фактор - здоровье и возраст родителей. Этот фактор составляет примерно 50% будущего здоровья ребенка. Вторым фактором - прохождение периода беременности и роды. В этот период от поведения и отношения матери к беременности зависят предпосылки будущего развития ребенка, которые закладываются в это время. Важным для здоровья ребенка являются самостоятельные роды. Имеются предположения, что дети, рожденные при помощи операционного вмешательства, в большинстве случаев более слабые, болезненные, капризные, требовательные. Вклад этого фактора 15-20%. Третий фактор жизнедеятельность ребенка в первый год жизни, то есть использование основных средств – природных (прогулки на свежем воздухе, закаливание), двигательных и питания для оптимального развития. Особо важно питание материнским молоком до года с соответствующим прикармливанием согласно медицинским рекомендациям. Четвертый фактор, составляющий 10-12%, оптимальное психофизическое, духовное, эмоционально-интеллектуальное развитие от года до трех лет.

При определении АП у студентов-медиков было установлено, что 15.39% респондентов относится к 1-й группе (значение адаптационного потенциала менее 7.2 баллов) – и имеет уровень адаптации удовлетворительный), 61.54% – ко 2-й группе (при значении АП от 7.21 до 8.24 баллов – и имеет напряжение механизмов

адаптации), 23.08% – к 3-й группе (при значении АП от 8.25 до 9.85 баллов – и имеет неудовлетворительный характер адаптации), 0% – 4-я группа (при значении АП более 9.86 баллов – срыв механизмов адаптации) [5]. Таким образом, среди участников исследования присутствуют лица 1, 2 и 3-ей групп. Однако преобладают лица 2 группы, с напряжением механизмов адаптации. Лица 4-й группы, со срывом механизмов адаптации, отсутствуют. Количество респондентов 2-й группы выше в 4 раза по сравнению с 1-й группой (61.54% к 15.39%) и в 2,67 раза по сравнению с 3-й группой (61.54% к 23.01%). Следовательно, большинство испытуемых могут вести обычный здоровый образ жизни. Однако присутствуют лица с высокой вероятностью развития заболеваний в достаточно близком будущем случае, если не будут предприняты определенные меры профилактики.

Непосредственное участие в адаптации организма к меняющимся условиям внешней и внутренней среды принимает вегетативная регуляторная система во взаимодействии с лимбической системой, корковыми структурами и рядом эндокринных желез (гипофиз, надпочечники и др.). Функции лимбической системы связаны с контролем настроения и аффектов и зависят от состояния медиаторов ЦНС, в особенности моноаминов. Внешние раздражители, поступающие из окружающей среды, активируют лимбическую систему, что вызывает эмоциональные реакции: тревожность, испуг, страх и т.д., которые при нарушении адаптации принимают затяжной характер.

Нарушение экологического равновесия опасно срывом механизмов адаптации человека. Организм отвечает нарушениями в работе органов и систем на вредные воздействия окружающей среды; на действие профессиональных факторов – вследствие неподготовленности к новым профессиям; нервно-психической неустойчивостью – на информационные перегрузки и чрезмерный шум в городах; аллергическими реакциями – на изменение состава окружающей среды.

Способность приспосабливаться к отрицательным воздействиям окружающей среды у людей с разным уровнем психофизического состояния различна. Адаптационные способности человека зависят от типа его нервной системы. Слабый тип (меланхолический)

приспосабливается труднее и часто подвержен серьезным срывам. Сильный тип (сангвинистический) психологически легче приспосабливается к новым условиям.

**Выводы.** Таким образом, в результате проведенного нами исследования установлено, что значения температуры тела и частоты сердечных сокращений студентов подвержены фазовым изменениям во время суток и зависят также, как и адаптационный потенциал, от многих факторов, в том числе от: пола, возраста, времени суток, физической активности и др. У 61,5% респондентов выявлено напряжение механизмов адаптации, а у 23,1% – неудовлетворительная адаптация. Поскольку решение задач, связанных с сохранением и укреплением здоровья учащейся молодежи является важной социальной задачей и необходим мониторинг здоровья студентов с диагностикой их адаптационных возможностей, а также оптимизация режима для организации учебного процесса и внеучебной деятельности.

### Литература

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microlife/111magazine/why-you-should-111leasure-body-temperature>. – Дата доступа: 01.02.2021.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://beurer-belarus.by/reviews/akademiyazdovnya-beurer/kak-pravilno-izmeryat-temperaturu-i-raznykh-chastyakh-tela/>. – Дата доступа: 01.02.2021.
3. Бортновский, В. Н. Экологическая медицина : учеб. пособие / В. Н. Бортновский [и др.]. – Минск : Новое издание ; М. : ИНФРА-М, 2014. – 184 с.
4. Зинчук, В. В. Нормальная физиология : учеб. пособие : в 2 ч. / В. В. Зинчук, О. А. Балбатун, Ю. М. Емельянич. – Минск : Новое знание, 2015. – Ч. 2. – 304 с.
5. Соловьев, В. Н. Физическое здоровье как интегральный показатель уровня адаптации организма студентов к учебному процессу / В. Н. Соловьев. – Современные проблемы науки и образования. – 2005. – № 2.
6. Зиматкина, Т. И. Экологическая медицина : практикум для студентов, обучающихся по специальности 1-79 01 05 «Медико-психологическое дело» : в 2 ч. / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович, Г. Д. Смирнова. – Гродно : ГрГМУ, 2019. – Ч. 1.

# ОПТИМИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА В ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

**Резяпкин В.И., Халецкая Е.И.**

УО «Гродненский государственный университет им. Янки Купалы»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** В наше время образование является одним из важнейших факторов социального и экономического прогресса. От уровня образования населения зависит будущее развитие страны. Поэтому очень важно сохранять тенденцию заинтересованности учащегося в обучении и получении новых знаний. Следовательно, работа преподавателя должна быть направлена на интересы учащихся, на их комфорт, на актуальность методов работы и внедрение новых и современных подходов в обучении. Наш мир не стоит на месте, поэтому очень важно не отставать и шагать в ногу со временем. В связи с этим учебный процесс нацелен на развитие интеллектуального потенциала учащегося, формирование его самостоятельной деятельности в поиске, обработке, хранении и передаче нужной и полезной информации, которая пригодится в ходе обучения. Все это приводит к увеличению количества целей и задач, которые стоят перед обучающимся и преподавателем. Появляются новые способы предоставления информации, повышение роли, которая отводится на межпредметные связи, рост количества информации, которую учащийся должен переработать и усвоить в должной степени. Все это приводит к усилению нагрузки обучаемого и, как следствие, снижению интереса к учебе у учащегося. Поэтому для того, чтобы решить данную проблему необходимо совершенствовать структуру и методику процесса обучения с точки зрения его оптимизации.

**Цель.** Основной целью данной работы, является рассмотрение различных методов, процессов и средств, которые позволят провести максимальную оптимизацию учебного процесса.

Для того чтобы понять, что значит оптимизация учебного процесса, стоит сначала разобраться, что такое оптимизация

в целом. Оптимизация – это процесс выбора наиболее благоприятного и наилучшего варианта решения какой-либо задачи из множества возможных условий, средств и действий. Другими словами, можно сказать, что оптимизация представляет собой один из способов решения проблемы повышения эффективности как соотношения ресурсоемкости и результативности. А оптимизация учебного процесса – это осуществление и создание наилучшего для данных условий варианта обучения, при котором будет происходить успешное решение поставленных целей и задач, с оптимальными затратами времени и сил как педагога, так и учащегося. Однако, создав одну оптимальную и действенную методику преподавания для конкретных условий нельзя утверждать, что такая методика будет общей и лучшей для любых других условий. То есть определенный метод в разных условиях может показать себя по-разному, поэтому не всегда будет оптимальным.

Оптимизация учебного процесса – это не только подбор определенного, уже существующего метода, а целый процесс, который состоит из нескольких этапов:

1. Формулирование задач обучения. Планирование и конкретизация задач обучения, воспитания и развития учащегося являются очень важным этапом в процессе обучения. Благодаря формированию и построению четких и конкретных целей и задач, которые были заранее продуманы, обучение проходит быстрее и эффективнее. А если будет проработан и определен комплекс задач всего процесса обучения, то их решение может осуществляться одновременно, а не по отдельности, что является большой экономией времени.

2. Отбор и конкретизация содержания обучения. Существуют несколько общих критериев, по которым и происходит отбор и конкретизация содержания обучения: выделение главного и наиболее существенного материала, который будет емко, но достаточно полно передавать нужную информацию; соответствие возрастным и психологическим особенностям учащегося; включение в содержание образования знаний о природе, культуре, человеке и т. д.; соотношение времени, которое дается на изучение материала и количества изучаемой информации.

3. Выбор наилучшего сочетания форм обучения для данных условий. Для выполнения данного этапа педагог должен обладать

знаниями об различных методиках преподавания и форм обучения. Эти знания позволят педагогу найти наилучшие методы обучения, которые позволят учащимся не только быстро усвоить информацию, но и добиться оптимальных затрат сил и времени для этого.

4. Анализ оптимального решения поставленных задач. На этом этапе педагог должен проанализировать и понять, насколько данный метод обучения будет эффективным и действующим в данных условиях. То есть, педагог должен соотнести задачи, которые ранее были поставлены, с условиями и временем, которое дается на выполнение поставленных целей. И, исходя из этого, подобрать методику, которая позволит оптимально выполнить все задачи.

5. Выбор рационального сочетания методов обучения. Для выполнения данного этапа преподаватель должен знать и понимать, что процесс обучения не осуществляется с помощью какого-то одного, правильно подобранного, метода. То есть, методы всегда переплетаются друг с другом и взаимодействуют между собой. Однако на разных этапах, в ходе обучения может преобладать какой-то определенный метод, но это не будет означать, что все обучение может проходить только благодаря этому методу. Поэтому, для рационального обучения педагогу необходимо подобрать нужный комплекс методов, который будет позволять оптимально доносить информацию до учащегося.

6. Составление оптимального плана обучения. В целом, план обучения – структурированный документ, в котором отражен определенный порядок действий, который необходимо выполнить за отведенный промежуток времени, в ходе которого будут выполнены все поставленные цели и задачи. Поэтому очень важно грамотно и рационально составить план обучения, для того чтобы за имеющееся время знания были получены и усвоены в полной мере.

7. Максимально возможное улучшение условий для реализации плана обучения. Немаловажным является создание соответствующих условий для обучения. И это не только наличие нужных материалов и оборудования, которое может понадобиться для выполнения различного вида задач, но и морально-психологические и гигиенические условия, которые являются также немаловажными в процессе обучения.

8. Реализация избранного плана обучения. Это последний этап оптимизации учебного процесса, суть которого состоит из выполнения всех предыдущих пунктов и их реализация [1, с. 5].

Для оптимизации учебного процесса в настоящее время используются обновленные программы обучения, которые позволяют совместно использовать технологии развивающего, личностно-ориентированного и деятельного обучения с информационными технологиями. Также, немаловажным является и появление различных форм учебной деятельности, которые заменили, так называемое, «пассивное» усвоение знаний. То есть, занятие можно проводить и в виде семинаров, и дискуссий на разные темы, форумов, дебатов, бесед, различных конференций, в которых можно использовать интернет-технологии и т. д. Такие занятия, как правило, побуждают к творчеству, повышают мотивацию учащегося и при этом не снижают уровень получения и усвоения новых знаний. Также одним из важных методов оптимизации учебного процесса является использование в процессе обучения управляемой самостоятельной работы.

Управляемая самостоятельная работа (УСР) – это вид внеаудиторной учебной деятельности учащегося, в ходе которой учащийся должен самостоятельно проработать, изучить и выполнить задачу, поставленную преподавателем. В ходе данной деятельности учащийся приобретает новые навыки или совершенствует уже имеющиеся, получает новые знания и опыт практической и самостоятельной работы с учебным материалом. Такой тип учебной деятельности, также снижает нагрузку как на преподавателя, так и на ученика. Под управляемой самостоятельной работой можно понимать множество разных видов деятельности. Например, составление рефератов, докладов, написание эссе, выполнение и проработка различных материалов, составление таблиц и графиков, работа над проектом, подготовка к занятию, выполнение различных творческих заданий и т. д.

При регулярном выполнении УСР учащийся приобретает множество полезных в наше время качеств, таких как:

1. Развитие навыков самостоятельного мышления.
2. Умение работать с материалом, то есть правильно находить ключевые слова, выделять главное, выбирать акценты в материале, структурирование текста и т. д.

3. Находить нужные источники информации и правильно их использовать для выполнения поставленной задачи.
4. Приобретение навыков работы с научным материалом и дополнительной литературой.
5. Креативно подходить к выполнению задачи.
6. Кратко и ясно выражать свои мысли в письменной и устной форме.
7. Умение выстраивать логические цепочки и самостоятельно приходиться к правильному решению поставленной задачи.
8. Не просто выполнять задание и знать теоретическое решение, а умение решить данную проблему на практике.
9. Подготовиться к реальной профессиональной деятельности.
10. Научиться правильно планировать и распределять свое время.

Однако УСР – это не только выполнение каких-то заданий, создание проектов, докладов и рефератов, схем, графиков и т. д. УСР также может считаться и самостоятельное изучение какого-либо материала учащимся. Для изучения нового материала самостоятельно учащийся может пользоваться не только учебниками и сборниками, но и различными информационными технологиями (интернет, компьютер, электронные ресурсы, мультимедиа, аудиовизуальное оборудование и т. д.). Внедрение этих технологий в современный процесс образования является достаточно эффективным средством обучения, так как благодаря их использованию при одних и тех же затратах времени и сил можно получить более выгодный результат обучения. Данное качество технологий, является одним из главных факторов, которые способствуют оптимизации процесса обучения. Благодаря использованию информационных технологий происходит подготовка и передача учащимися более наглядной и качественной учебной информации. Изучение предмета с использованием информационных технологий способно ощутимо улучшить усвоение предмета, сделать обучение интересным наглядным и динамичным. Также такой тип обучения позволяет улучшить интеллектуальные способности и возможности учащихся в информационной сфере [2, с. 205].

Наиболее удобными и популярными средствами обучения на основе компьютерных технологий являются электронные учебно-методические пособия. Электронные образовательные ресурсы

(ЭОР) – это представленные в цифровом формате материалы, фотографии, видеофрагменты, звукозаписи, текстовые документы и другие виды учебных материалов, которые необходимы для организации учебной деятельности. Такие ресурсы помогают учащемуся более наглядно и самостоятельно изучить нужный ему материал [3, с. 128]. Для повышения качественного выполнения управляемой самостоятельно работы у студентов нами был создан электронный ресурс «Биологическая роль апоптоза». При создании ресурса была использована учебная и научная литература [4, 5]. Электронный ресурс по теме «Биологическая роль апоптоза» был создан на платформе программы Flip PDF Professional 2.4.9. и состоит из 4 теоретических разделов: «История открытия апоптоза», «Молекулярный механизм апоптоза», «Биологическая роль апоптоза» и «Феноптоз и его биологическая роль». Электронный ресурс обладает такими характеристиками, как наличие текста, медиафайлов, ссылок, при клике на которых можно перейти к списку литературы и т. д. Для преподавателя такая форма самостоятельной работы у учащегося позволяет реализовать на практике инновационные методы обучения, а также помогает повысить информатизацию образования и интерес к своему предмету. Использование электронного ресурса «Биологическая роль апоптоза» имеет ряд таких положительных качеств, как:

- 1) повышение уровня заинтересованности учащегося к изучаемому предмету;
- 2) улучшения усвоения материала за счет возможности многократного повторения теоретического материала, который включает в себя электронный ресурс;
- 3) получение дополнительных знаний, которые не озвучиваются на занятиях и не находятся в учебниках;
- 4) повышение мотивации учащегося к получению нового материала;
- 5) индивидуализация процесса обучения, так как учащийся самостоятельно прорабатывает нужный ему дополнительный материал;
- б) повышение качества обучения и оптимизации учебного процесса, так как изучение материала благодаря электронному ресурсу позволяет запомнить большее количество материала за меньший промежуток времени.

Использование созданного электронного ресурса позволит более углубленно усвоить уже известный материал на тему апоптоза или даже в полной мере объяснить и проработать данную тему с нуля.

**Выводы.** Использование электронных ресурсов в организации управляемой самостоятельной работы является одним из важнейших способов оптимизации учебного процесса, который позволяет не только сократить время изучения дополнительного материала, но и улучшить эффективность и продуктивность обучения учащегося. Такой вид самостоятельного усвоения дополнительной информации является индивидуальным, что является немаловажным в обучении учащихся, которые имеют разный уровень запоминания. Это происходит благодаря тому, что при выполнении УСР учащийся самостоятельно выбирает количество информации, которое ему будет легко запомнить и усвоить.

### Литература

1. Оптимизация учебно-воспитательного процесса в общеобразовательной организации: методические рекомендации / сост. О. В. Нещенко ; ред. И. Р. Тамахина. – Выпуск 7. – Воронеж : ГБУ ВО «ЦПП-ПиРД», 2019. – 20 с.
2. Петрашко, В. В. Управляемая самостоятельная работа студентов в контексте инновационных технологий. Инновационные процессы и корпоративное управление : материалы XI Междунар. заоч. науч.-практ. конф., Минск, 11-25 марта 2019 г. / редкол.: А. И. Ковалинский, Г. А. Хацкевич, Е. М. Минченко. – Минск : Институт бизнеса БГУ, 2019. – С. 204–207.
3. Куценко, С. М. Электронные образовательные ресурсы как инструмент обучения / С. М. Куценко, В. В. Косулин. – Вестник Казанского государственного энергетического университета, 2017. – № 4(36). – С. 127–134.
4. Льюин, Б. Клетки / Б. Льюин ; пер. с англ.. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 951 с.
5. Быков, В. Л. Цитология и общая гистология. Учебник для студентов медицинских институтов / В. Л. Быков – «СОТИС» Санкт-Петербург, 2002. – 237 с.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ЗОЛЕДРОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ КОМБИНАЦИЙ С ЭМОКСИПИНОМ

Ханчевский М.А.<sup>1,2</sup>, Гаменюк В.А.<sup>3</sup>, Лобай М.В.<sup>2</sup>,  
Деусова Е.С.<sup>2</sup>, Квасюк Е.И.<sup>2</sup>, Сыса А.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГНУ «Институт биоорганической химии НАН Беларуси»,

<sup>2</sup>УО «Международный государственный

экологический институт им. А. Д. Сахарова» БГУ,

<sup>3</sup>ГУ «Республиканский центр аналитического контроля

в области охраны окружающей среды»,

г. Минск, Республика Беларусь

**Актуальность.** По данным ВОЗ онкологические заболевания занимают ведущее место в качестве причины смертности. В настоящее время более 14 миллионов человек во всем мире являются онкологическими пациентами, и число их ежедневно увеличивается на десятки тысяч. Несмотря на существенный прогресс, достигнутый в создании новых технологий лечения, онкологические заболевания продолжают оставаться серьезной проблемой. В этой связи поиск новых соединений, обладающих противоопухолевой активностью и перспективных для их практического применения в медицине является актуальной проблемой.

Одним из соединений, обладающих широким спектром биологической активности, является золедроновая кислота, которая относится к классу бисфосфонатов, избирательно действующих на костную ткань. Препарат подавляет резорбцию костной ткани, воздействуя на остеокласты. Селективное действие бисфосфонатов на костную ткань основано на высоком сродстве к минерализованной костной ткани. Точный молекулярный механизм, обеспечивающий ингибирование активности остеокластов, до сих пор остается невыясненным. Помимо ингибирующего действия на резорбцию кости, золедроновая кислота обладает противоопухолевыми свойствами по отношению к метастазам в костях.

Одним из направлений в создании противоопухолевых средств является использование комбинаций из уже используемых в медицинской практике препаратов, среди которых присутствует

соединение, обладающее антиоксидантными свойствами. К таким соединениям относится используемый в медицинской практике эмоксипин, являющийся аналогом витамина В6. Он оказывает благоприятное влияние на систему свертывания крови: тормозит агрегацию тромбоцитов, снижает общий индекс коагуляции, удлиняет время свертывания крови.

**Целью** настоящего исследования являлось изучение цитотоксического действия золедроновой кислоты и ее комбинаций с эмоксипином (моно- и диэмоксипиновая соль золедроновой кислоты) в отношении мононуклеаров периферической крови при их культивировании в отсутствие и присутствии стимулятора пролиферации ФГА.

**Материалы и методы исследования.** Материалом для исследования явились образцы цельной периферической венозной крови здоровых доноров (n=6) предоставленные ГУ «Республиканский научно-практический центр трансфузиологии и медицинских биотехнологий».

Мононуклеары (МПК) выделяли из периферической крови здоровых доноров стабилизированной гепаринатом натрия (25 Ед/мл) путем центрифугирования на одноступенчатом градиенте плотности фиколл-верографина ( $\rho=1,077 \text{ г/см}^3$ , «Sigma-Aldrich», Германия) при 1500 об/мин, 6 °С в течение 30 мин. Образовавшееся интерфазное кольцо дважды отмывали в физиологическом растворе (РУП «Белмедпрепараты», РБ) с 5% инактивированной эмбриональной телячьей сывороткой (ЭТС, «HyClone», Великобритания).

Все манипуляции с клетками выполняли со строгим соблюдением правил стерильности в ламинарном боксе II класса защиты.

МПК в концентрации  $2 \times 10^6$  клеток/мл культивировали в полной культуральной среде в отсутствие и присутствии поликлонального стимулятора – 2,5 мг/л фитогемагглютинаина (ФГА) («Sigma», Германия). Полная культуральная среда включала питательную среду RPMI–1640 («Lonza», Бельгия), 10% эмбриональной телячьей сыворотки («HyClone», Великобритания), 2 мМ глутамина («Lonza», Бельгия) и комплекс антибиотиков, содержащий 100 Ед/мл бензилпенициллин натрия, 100 Ед/мл стрептомицин сульфата и 100 Ед/мл неомицин сульфата («Gibco», США).

Жизнеспособность клеточных культур МПК определяли методом проточной цитометрии с использованием набора FITC Annexin V Apoptosis Detection Kit with PI («Biolegend», США).

Регистрацию результатов осуществляли на проточном цитометре CytoFLEX («Beckman Coulter», США) на 30000 событий в случае.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью прикладного пакета программы «STATISTICA 10.0» (StatSoft, США), включая методы параметрического и непараметрического анализа.

Для параметров, распределение которых отличалось от нормального, при установлении различий между двумя независимыми группами, не подчиняющихся закону нормального распределения, использовали

критерий Вилкоксона. Различия считались статистически значимыми при уровне значимости ( $p$ )  $< 0,05$ . Данные представляли в виде медианы (25%÷75% процентиля). Результаты данных с нормальным распределением представлены в виде усредненных данных с ошибкой среднего значения ( $M \pm Se$ ).

**Результаты и их обсуждение.** В таблице 1 представлены данные по влиянию золедроновой кислоты в концентрации  $10^{-3}$  М– $10^{-7}$  М на жизнеспособность лимфоцитов при их культивировании в среде в отсутствие и в присутствии фитогемагглютина в качестве стимулятора пролиферации.

Представленные данные свидетельствуют о том, что золедроновая кислота в концентрациях  $10^{-3}$  М и  $10^{-4}$  М оказывает практически одинаковое токсическое действие в отношении как нестимулированных, так и стимулированных действием ФГА культур лимфоцитов, статистически значимо снижая их жизнеспособность. При использовании соединений в более низких концентрациях ( $10^{-5}$  М,  $10^{-6}$  М и  $10^{-7}$  М) жизнеспособность лимфоцитов остается существенно выше.

В таблице 2 представлены данные по влиянию на жизнеспособность лимфоцитов комбинации эмоксипина и золедроновой кислоты (соотношение 1:1) в концентрации  $10^{-3}$  М– $10^{-7}$  М при их культивировании в отсутствие и в присутствии фитогемагглютина в качестве стимулятора пролиферации.

Таблица 1 – Жизнеспособность лимфоцитов в %, при их культивировании в присутствии золедроновой кислоты в концентрациях  $10^{-7}$ – $10^{-3}$  М

Исследуемое вещество, концентрация	Условия культивирования		
	Культуральная среда	Культуральная среда + ФГА	Уровень значимости по отношению к контролю (критерий Вилкоксона, р)
Контроль	90,31 (85,1÷91,02)	91,11 (88,6÷91,89)	р < 0,001 по сравнению с контролем
$10^{-3}$	52 (48,71÷57,63)*	48,4 (43,1÷52,36)*	
$10^{-4}$	59 (54,2÷61,84)*	57,7 (55,3÷62,87)*	
$10^{-5}$	61,69 (61,5÷61,97)	60,8 (59,8÷66,22)	
$10^{-6}$	62,49 (52,34÷69,42)	68,1 (65,15÷73,02)	
$10^{-7}$	66,18 (54,5÷71,95)	73,7 (69,6÷77,11)	

Примечание – \* –  $p < 0,05$  по сравнению с мононуклеаром периферической крови, культивируемыми в отсутствие стимуляции золедроновой кислоты.

Таблица 2 – Жизнеспособность лимфоцитов в %, при их культивировании в присутствии комбинации эмоксипина и золедроновой кислоты (1:1)

Исследуемое вещество, концентрация	Условия культивирования		
	Культуральная среда	Культуральная среда + ФГА	Уровень значимости по отношению к контролю (критерий Вилкоксона, р)
Контроль	90,31 (88,3÷91,22)	87,45 (84,7÷91,44)	р < 0,001 по сравнению с контролем
$10^{-3}$	59,12 (50,15÷62,72)	72,2 (70,0÷76,64)	
$10^{-4}$	62,14 (59,9÷73,24)	70,98 (66,2÷72,44)	
$10^{-5}$	64,0 (64,44÷73,8)	77,2 (74,5÷80,18)	
$10^{-6}$	69,22 (63,3÷76,8)	68,9 (65,3÷71,12)	
$10^{-7}$	70,12 (62,24÷80,14)	72,6 (70,31÷79,16)	

Данные свидетельствуют о том, что комбинация эмоксипина и золедроновой кислоты (соотношение 1:1) во всех концентрациях оказывает токсическое действие в отношении как не стимулированных, так и стимулированных действием ФГА лимфоцитов. Однако эффективность действия комбинации меньше по сравнению с действием только золедроновой кислоты в аналогичных концентрациях. При этом, токсичность комбинации соединений по отношению к лейкоцитам в среде с индуктором пролиферации ФГА меньше, чем в среде без индуктора пролиферации.

Данные по влиянию комбинации эмоксипина и золедроновой кислоты соотношении 1:2, представленные в таблице 3, показывают, что ее цитотоксические свойства еще ниже, чем в случае использования комбинации соединений в соотношении 1:1. Данная зависимость была характерна как для нестимулированных лимфоцитов, так и для клеток, находящихся в условиях митогенной стимуляции, но в значительно меньшей степени (уровень значимости  $p > 0,05$ ).

Таблица 3 – Жизнеспособность лимфоцитов в %, при их культивировании в присутствии комбинации эмоксипина и золедроновой кислоты (1:2)

Исследуемое вещество, концентрация	Условия культивирования		
	Культуральная среда	Культуральная среда + ФГА	Уровень значимости по отношению к контролю (критерий Вилкоксона, p)
Контроль	90,31 (85,1÷91,02)	91,11 (88,6÷91,89)	p<0,001 по сравнению с контролем
10 <sup>-3</sup>	61,76 (61,5÷62,18)	68,2 (64,1÷72,25)	
10 <sup>-4</sup>	66,57 (62,3÷68,84)	71,1 (68,6÷75,29)	
10 <sup>-5</sup>	67,09 (62,9÷69,18)	75,4 (71,5÷79,88)	
10 <sup>-6</sup>	69,01 (66,93÷70,2)	80,8 (76,5÷84,95)	
10 <sup>-7</sup>	71,08 (66,92÷75,23)	87,3 (83,1÷91,11)	

Следует отметить, что действие комбинаций эмоксипина и золедроновой кислоты во всех исследованных концентрациях

по отношению к митоген-активированным лимфоцитам оказывало меньший токсический эффект по сравнению с уровнем данного показателя в нестимулированных культурах.

**Выводы.** Полученные результаты свидетельствуют о том, что комбинации эмоксипина с золедроновой кислотой обладают меньшей цитотоксичностью по отношению к лимфоцитам в сравнение с цитотоксичностью золедроновой кислоты. Токсичность комбинации эмоксипина с золедроновой кислотой по отношению к лимфоцитам меньше в культуральной среде, содержащей индуктор пролиферации в сравнение со средой без ФГА.

## **ВЛИЯНИЕ ПОЛА И ВОЗРАСТА НА УРОВЕНЬ СТРЕССА И СТЕПЕНЬ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ РЕСПОНДЕНТОВ**

**Черняк Н.С., Зиматкина Т.И.**

УО «Гродненский государственный медицинский университет»,  
г. Гродно, Республика Беларусь

**Актуальность.** Стресс или напряжение представляют собой неспецифическую защитную реакцию организма в ответ на действие пессимальных, то есть значительно отклоняющихся от оптимума, факторов. Его способны вызвать затруднительные ситуации, монотонная деятельность перегрузки различного рода и эмоциональные факторы. С одной стороны, стресс помогает адаптироваться к изменчивой окружающей среде, но, но с другой стороны, может стать причиной отрицательных для здоровья последствий.

Основоположник учений о стрессе Ганс Селье выделял три стадии его протекания. На первой стадии – стадии тревоги – происходит мобилизация защитных сил организма, улучшается работоспособность, а за счет повышенного выделения азота и калия увеличивается печень или селезенка. На второй стадии – резистентности – происходит повышение устойчивости к различным воздействиям, но вместе с тем, понижаются активности других

систем. Третья, финальная стадия – стадия истощения, наоборот, характеризуется снижением устойчивости организма к стрессору и может привести к различным нарушениям здоровья и даже смерти. Важно отметить, что организм сам проходит путь от второй к третьей стадии, а мы лишь через какое-то время можем осознать этот процесс.

Выделяют системный и психический тип воздействия стрессового фактора. Системный тип – это ответная реакция организма на действие пессимальных факторов инфекционное заболевание, воспаление, травму, свет, высокую или низкую температуру и т. д. Психический тип – проявляется в первую очередь в эмоциональной и психической сфере, а следом на – биологическом уровне. Психическими причинами возникновения стресса могут быть: профессиональная деятельность, связанная с повышенной ответственностью; сложные взаимоотношения в семье; конфликты, фобии, проблемы в общении, угрозы разного характера, трудноразрешимые проблемы, неблагоприятные социальные отношения в коллективе; нереализованные потребности, заниженная самооценка, перфекционизм; смена места жительства или работы, монотонный вид деятельности, развод, смерть близкого человека; информационная перегруженность; отсутствие отдыха достаточного для восстановления психики; психоэмоциональная напряженность, вызванная риском, цейтнотом, повышенной нагрузкой, новизной ситуации или ее неопределенностью.

Последствия длительного психоэмоционального напряжения у мужчин и женщин одинаковы – депрессия и различные соматические заболевания. Продолжительное воздействие стрессового фактора вызывает серьезное напряжение всего организма, заметно ухудшая общий настрой и самочувствие человека. Частыми симптомами развивающегося стресса являются: мышечное напряжение в области головы, шеи, плеч, спины; повышенная тревожность; раздражительность по малейшему поводу; сниженная работоспособность; подавленность, апатия; нарушения сна; рассеянность, ухудшение памяти и способности к концентрации внимания, замедление темпа мыслительных процессов; хроническая усталость, пессимизм, желание дистанцироваться от социума; головная боль, необъяснимые боли в груди; расстройство аппетита, нарушение пищеварительной функции. Нередко человек приобретает навяз-

чивую привычку, например, покусывать губы, вращать шеей, поправлять волосы. Его начинают беспокоить боли в области живота, учащенное сердцебиение, кожный зуд или другие негативные проявления. Мы все в повседневной жизни неизбежно попадаем в стрессовые ситуации, но кого-то они надолго выбивают из колеи, а кто-то их даже не замечает. Секрет заключается в умении правильно выходить из негативных ситуаций, благодаря высокой стрессоустойчивости, которую надо все время повышать.

Стрессоустойчивость – это совокупность качеств, позволяющих человеку переносить действие стрессоров без вредных последствий для здоровья, всплесков эмоций, негативно влияющих на собственный организм и окружающую среду, а также способных вызывать психические расстройства. Высокая стрессоустойчивость характеризуется низким уровнем эмоциональности, позволяет поддерживать адаптационный потенциал и здоровье на хорошем уровне. Под стрессоустойчивостью на работе или в учебе обычно подразумевают умение спокойно и рассудительно реагировать на конфликтные или неоднозначные ситуации, способность при необходимости работать сверхурочно.

Факторами, значительно понижающими уровень стрессоустойчивости, являются: конфликтная ситуация с другим человеком (на работе, дома, с друзьями или вовсе с посторонними людьми), ссора; в юношеском возрасте ключевым фактором является не до конца сформированная психика человека, активно поддающаяся воздействию стрессорных факторов, одним из которых может быть большая нагрузка в учебной и другой деятельности; малоактивный образ жизни, что в целом сказывается на состоянии здоровья, как физического, так и психического; вредные привычки (табакокурение, злоупотребление алкоголем, употребление наркотических средств, нерациональное питание); недовольство (своим внешним видом, окружающими людьми, успехами на работе, самореализацией в мире, окружающей обстановкой в доме и на работе), уровнем жизни (маленький прожиточный минимум, нехватка денег, долги; длительное отсутствие отпуска и полноценного отдыха от повседневных дел и быта, рутинная жизнь с отсутствием или маленьким количеством положительных эмоций и перемен); длительные хронические заболевания, особенно влияющие на внешний вид, а также болезни родственников; избыточная масса

тела; смерть родственника или просто близкого или знакомого человека; недостаток в организме витаминов и микроэлементов; просмотр душевных фильмов, или наоборот, фильмов ужасов; проблемы в сексуальной жизни; частые страхи, особенно перед смертельными заболеваниями (раком), мнением окружающих людей, старостью, маленькой пенсией; одиночество; чрезмерная физическая активность, или же неблагоприятные условия окружающей среды (холод, жара, дождливая погода, повышенное или пониженное атмосферное давление); резкая смена окружающей обстановки (переезд на другое место жительства, смена работы); другие причины или ситуации, способные зацепить или раздражать человека.

Высокая стрессоустойчивость очень важна для успешной и эффективной работы и учебы, поскольку не только позволяет не обращать внимание на многие факторы и повышает продуктивность деятельности, но и является защитным барьером от профессионального выгорания. Уровень стрессоустойчивости характеризует способность человека противостоять трудностям, возникающим на его жизненном пути, возможности личности в преодолении психоэмоционального напряжения и организации действий, логически оправданных.

**Цель.** Изучить индивидуальный уровень стресса и степень стрессоустойчивости, провести сравнительный анализ их у респондентов мужского и женского пола разных возрастных групп. На основании полученных результатов обсудить рекомендации и подходы к снижению уровня стресса и повышению степени стрессоустойчивости.

**Материалы и методы исследования.** В работе использовали аналитический и сравнительно-оценочный методы исследования, а также социологический опрос с учетом добровольного согласия участников. Определение оценки уровня стресса и степени стрессоустойчивости проводили по двум известным методикам [1]. Респондентами стали 160 человек разных возрастных групп: молодого (18-44 года), среднего (45-59 лет), пожилого возраста (60-74 года).

Респонденты молодого, среднего и пожилого возраста составили соответственно 59%, 33% и 8% от общего числа участников. Среди них лица мужского и женского пола составили соответственно 59% и 41%, 38% и 62%, 50% и 50%. Опрос включал 46 вопросов (29 – по методике №1; 17 – по методике №2) [1].

Полученные данные обрабатывались статистически. Для удобства оценки результатов исследований, полученных по 2-м методикам, нами были созданы таблицы № 1 и № 2, в которых ответы респондентов были переведены в нормированные показатели.

Таблица № 1

Оценка уровня стресса и степени стрессоустойчивости респондентов по результатам их опроса (в баллах и нормированных показателях)

Обработка результатов	Нормированный показатель
0-5 баллов – вы не поддаетесь стрессам, ваш организм весьма стабилен; низкий уровень стресса, высокая степень стрессоустойчивости.	0
6-11 баллов – вы иногда ощущаете стресс, но все же, как правило, ухитряетесь держать себя в руках и сохранить спокойствие; низкий уровень стресса, высокая степень стрессоустойчивости.	1
12-17 баллов – со стрессами вы сталкиваетесь лишь в определенных сферах вашей жизни. Добившись большего владения собой, вы сможете повысить устойчивость к стрессу; средний уровень стресса, средняя степень стрессоустойчивости.	2
18-25 баллов – вы находитесь под постоянной угрозой стрессовых ситуаций. Важно, чтобы вы выяснили их причины. Вам необходима высокая двигательная активность, подвижность, включая физические тренировки, вам необходима. Высокий уровень стресса, низкая степень стрессоустойчивости. Со стрессовыми ситуациями справиться можно самостоятельно или с помощью медицинского психолога.	3
26 баллов и более – ваше здоровье находится под сильной угрозой стресса, вы имеете высокий уровень стресса, низкую степень стрессоустойчивости. Вам необходимо незамедлительно изменить свой образ жизни. Кроме того, следует регулярно проходить медицинский осмотр и не упустить нежелательных изменений, происходящих в вашем организме под воздействием стресса.	4

Таблица № 2

Оценка уровня стресса и степени стрессоустойчивости респондентов по результатам их опроса (в баллах и нормированных показателях)

Обработка результатов	Нормированный показатель
0-10 баллов – невероятная стрессоустойчивость, спокойствие и рассудительность в неподвижных ситуациях. Уровень стресса низкий, степень стрессоустойчивости высокая.	1
10-25 баллов – стрессовые ситуации присутствуют, но пока особых проблем со здоровьем не создают. Уровень стресса и степени стрессоустойчивости средние. Самостоятельное избавление от стрессов не представляет большой трудности.	2
25-34 баллов – низкая степень стрессоустойчивости, уровень стресса высокий, постоянное присутствие стрессовых ситуаций. Он способен вызвать нежелательные для здоровья последствия. Необходимо в срочном порядке идентифицировать стрессоры и устранить их или минимизировать их действие, а если это невозможно, то изменить свое отношение к стрессовой ситуации.	3

**Результат и их обсуждение.** На основании анализа результатов определения индивидуального уровня стресса и степени стрессоустойчивости установлено, что самой стрессоустойчивой группой являются молодые люди, в возрасте от 18-26 лет, чей нормированный показатель составил 2.0. Со стрессовыми ситуациями лица этой группы сталкиваются лишь в определенных сферах своей жизни, но негативных проблем для здоровья они пока не создают. Для них характерен средний уровень стресса и средняя степень стрессоустойчивости. Это значит, что самостоятельное устранение стрессоров у этой категории респондентов возможно и необходимо.

Показано, что мужчины пожилого возраста, также как и более молодые респонденты, имеют средний уровень стресса и среднюю

степень стрессоустойчивости, чей нормированный показатель составил 2,1. Их способность справляться со действием стрессоров характеризуется так же, как и для предыдущей группы.

У мужчин среднего возраста нормированный показатель составил 2,57. Это свидетельствует о том, что данная группа респондентов в значительной степени подвержена воздействию стрессовых факторов, т.е. имеет высокий уровень стресса и низкую степень стрессоустойчивости. По результатам исследования менее стрессоустойчивыми по сравнению с мужчинами оказались женщины среднего возраста, чей нормированный показатель составил 2,72; у женщин пожилого возраста нормированный показатель составил 2,75; низкая степень стрессоустойчивости и высокий уровень стресса выявлены и у девушек в возрасте 18 - 23 года, чей нормированный показатель составил 2,76. Все это говорит о том, что респонденты этих групп часто подвержены действию стрессовых факторов, находятся под постоянной угрозой стресса, имеют высокий уровень стресса и низкую степень стрессоустойчивости, что способно вызвать в организме нежелательные для здоровья последствия.

Следует отметить, что ответ организма и психики определяется адаптационными возможностями и готовностью субъекта к столкновению с фактором. Иными словами, возможности субъекта либо соответствуют требованиям, предъявляемым стрессовым фактором, либо не соответствуют.

В случае соответствия происходит развитие функционального состояния адекватной мобилизации, как адекватного ответа на действие стрессора. Адекватные ответы строго специфичны факторам и направлены на их устранение или минимизацию воздействия, отличаются от реакций тревоги с поведенческой стороны осознанностью и аналитическим подходом к оценке условий; являются результатом высокой степени готовности или больших адаптивных возможностей организма индивидуума.

В случае несоответствия происходит развитие функционального состояния динамического рассогласования, как неадекватного ответа на действие стрессора. Неадекватные ответы или реакции тревоги мало специфичны факторам их вызывающим и направлены на приоритетное поддержание функционирования организма в рамках нормы, при этом снижается сознательный

контроль над поведенческими актами, в частности за счет преобладания эмоций. В результате уменьшается значимость сохранения структуры и целей текущей деятельности. Как правило, развиваются в следствие малой степени готовности субъекта к деятельности или при истощении адаптационных ресурсов.

Следует особо отметить, что даже если у вас очень низкая степень стрессоустойчивости, это не значит, что так будет всегда. Стрессоустойчивость можно и нужно развивать и повышать. Респонденты со средним уровнем стресса и средней степенью стрессоустойчивости могут успешно справляться со стрессовыми ситуациями в жизни, добившись лучшего владения собой. Респонденты с высоким уровнем стресса и низкой степенью стрессоустойчивости должны регулярно контролировать свой уровень здоровья.

Следует отметить, что стресс, как и любую болезнь, легче предупредить, чем лечить. К способам профилактики стресса относятся отдых, полноценный сон, правильное питание, спортивные занятия, массаж, водные процедуры. Регулярный отдых играет большую роль в нормальном функционировании организма. Даже самый занятый человек должен всегда находить время для отдыха. Важно отдыхать не только телом, но и душой. Можно погулять на свежем воздухе, почитать интересную книгу, посмотреть увлекательный фильм, пообщаться с друзьями, поиграть с детьми или домашними животными. Каждый человек может найти массу интересных занятий, которые расслабят его и поднимут настроение.

Здоровый полноценный сон – это хорошая защита от стресса. Выспавшийся человек имеет более высокую стрессоустойчивость. Чтобы сон был крепким, нужно приучить себя ложиться в одно и то же время, не засиживаться допоздна, не принимать пищу за три часа до сна, не употреблять перед сном чай, кофе или алкогольные напитки. Перед сном можно прогуляться в течение получаса или хотя бы просто немного постоять возле открытого окна или на балконе. Спальню желательно проветрить, чтобы воздух был свежим. Полноценный сон – это хорошая профилактика экзаменационного стресса, который часто возникает у студентов и школьников во время сдачи экзаменов.

Важную роль в повышении стрессоустойчивости играет правильно организованное питание. При стрессе в организме происходят различные сбои. Рациональное питание насыщает его всеми

необходимыми макро- и микронутриентами в том числе, витаминами и минералами. Это повышает иммунитет, делая организм более выносливым и стрессоустойчивым.

Спортивные занятия являются отличным способом преодоления стресса. Каждый человек может выбрать себе наиболее подходящий вид спорта, исходя из своих предпочтений и физических возможностей. Спорт можно заменить танцами. Танцы особенно полезны для женщин, потому что не только укрепляют тело и развивают пластику, но и способствуют раскрытию женственности и повышению самооценки.

Массаж благоприятно воздействует на организм, помогая снять усталость и мышечное напряжение, что в свою очередь способствует эмоциональному расслаблению. Это настоящая анти-стрессовая релаксация.

Вода и водные процедуры благоприятно влияют на организм человека и помогает бороться со стрессами. Расслабляющие ванны с ароматическими маслами, регулярное посещение бассейна, купание в природных водоемах полезны для физического и психического здоровья и являются простыми и действенными способами релаксации.

Ослабить стресс или вообще предотвратить можно путем отвлечения от ситуации. Следует переключить мысли на другой предмет. Так, если все время думать о событии, которое произвело сильное негативное впечатление, накручивая себя, отдавать этим мыслям всю энергию, значит, самому себе создать стрессовую ситуацию, которая может привести к психологической травме. Стресс является источником очень сильной энергии, значит, организм требует действия. Можно воспользоваться спортзалом, привести квартиру в порядок, и т. д. Эту энергию нельзя подавлять. Просто действуйте, займитесь, чем хотите, но желательно на благо себя и семьи. Другим способом борьбы со стрессом является расслабление, релаксация. С помощью этого метода можно частично или полностью избавиться от физического или психического напряжения. Освоить эти методы легко, но очень важна мотивация, т. е. желание и понимание, для чего вам это нужно. Целью упражнений является полное расслабление. В лечение стресса релаксацией входят следующие методики: дыхательные техники; глубокое

ровное дыхание помогает нормализовать эмоциональное состояние, так как при стрессе дыхание человека учащается, и организм испытывает нехватку кислорода; медитация. Техника медитации подразумевает отключение от повседневности и погружение в приятные мысли. Эффективно использование визуальных медитаций под расслабляющую музыку – к примеру, под тихую инструментальную композицию представлять, что Вы находитесь в лесу, или под запись шума моря визуализировать морской берег, теплый песок и красивый закат. Идеальным способом для достижения глубокой релаксации психотерапевты считают йога-нидру; глубокое расслабление мышц тела. Эта методика была разработана в Америке в 20-годах. Особенности снятия стресса по этой методике – мышечная релаксация после кратковременного напряжения. Техника очень проста: необходимо в течение 10-15 секунд напрячь определенную группу мышц, после чего сфокусироваться на ее расслаблении.

Есть люди, у которых от стресса пропадает аппетит, и они начинают худеть, поскольку биологические реакции, которые провоцируют стресс, потребляют много энергии. Но у большинства людей стресс вызывает обратную реакцию, они начинают больше есть, заедают стресс. Они едят больше шоколада, пирожных, конфет, другие продукты с богатым содержанием сахара и жиров.

**Выводы.** Таким образом в результате проведенных исследований установлена значительная вариабельность в уровне стресса и степени стрессоустойчивости как у респондентов мужского и женского пола, так и среди респондентов разных возрастных групп. В соответствии с полученными результатами определены соответствующие подходы и рекомендации к снижению уровня стресса и повышению степени стрессоустойчивости участников исследования, которые были индивидуально предложены каждому.

### Литература

1. Зиматкина, Т. И. Экологическая медицина : практикум для студентов, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечебное дело», 1-79 01 02 «Педиатрия» / Т. И. Зиматкина, А. С. Александрович, Г. Д. Смирнова. – Гродно : ГрГМУ, 2020. – 176 с.

2. Борьба со стрессом по научным данным [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://worldclassmag.com/health/stressciense/>. – Дата доступа: 26.02.2022.

3. Экологическая медицина : учеб. пособие / А. Н. Стожаров. – Мн. : МГМИ, 2000. – 151 с.
4. Стресс : причины, симптомы, профилактика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://kkb3.ru/patients/medprof/27-stress-prichiny-simptomu-profilaktika>. – Дата доступа: 28.02.2022.
5. Стресс и способы борьбы с ним [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.grsmu.by/ru/university/structure/departments/spps/virtualnuu\\_kabinet/sam\\_sebe\\_psixolog/stress/](http://www.grsmu.by/ru/university/structure/departments/spps/virtualnuu_kabinet/sam_sebe_psixolog/stress/). – Дата доступа: 02.10.2022.
6. Профилактика стресса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.5gkb.by/patsientam/zdorovuj-obraz-zhizni/profilaktika-stressa/>. – Дата доступа: 02.10.2022.
7. Стресс: причины и симптомы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://santeramed.ru/napravleniya/psikhologiya/zabolevaniya/stress.html>. – Дата доступа: 02.10.2022.
8. Релаксация, снятие стресса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.israclinic.com/nashi-publikatsii/psikhiatriya/relaksatsiya-pri-stresse/>. – Дата доступа: 02.10.2022.

## **ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ГОРОДА ВИТЕБСКА**

**Ширякова Т.А., Бурак И.И., Головнев И.Э.\***

УО «Витебский государственный  
ордена Дружбы народов медицинский университет»,  
\*УП «Витебскоблводоканал»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

**Актуальность.** В Беларуси в поверхностные водоемы ежегодно сбрасывается около 1129 млн м<sup>3</sup> сточных вод, в том числе бытовых – 69% и промышленных – 28%. Чистая речная вода обнаружена только на 10% территории, а большинство рек умеренно загрязнено химическими веществами. Сильное загрязнение рек отмечается ниже по течению после крупных городов. Наиболее загрязнены биологическими веществами Свислочь, Днепр, Западная Двина, радионуклидами – Припять и Днепр.

Основными источниками загрязнения воды являются промышленные предприятия, коммунально-бытовые объекты и сельскохозяйственные объекты, сбрасывающие сточные воды с загрязнителями в водоемы. При употреблении воды, загрязненной нитратами, развивается водо-нитратная метгемоглобинемия, ведущая к гипоксии. При содержании 20-50% метгемоглобина в крови отмечается выраженный цианоз губ, слизистых оболочек, ногтей, головная боль, диспепсические явления, слабость, одышка, тахикардия, гипотония, потеря сознания, если превышает 50% – наступает кома и смерть. При длительном потреблении воды, загрязненной свинцом, наблюдаются общая слабость, головная боль, тремор конечностей, диспепсия, снижение массы тела. Загрязнение воды медью обуславливает металлический привкус, при отравлении отмечается анемия, поражение почек, печени и центральной нервной системы. Входящие в состав нефтепродуктов предельные и непредельные углеводороды обладают наркотическим действием, вызывают изменения с сердечно-сосудистой и центральной нервной систем, а ароматические углеводороды в условиях острого воздействия поражают головной мозг, вызывая наркотический эффект. Загрязнители биологической природы могут обусловить возникновение у человека холеры, брюшного тифа, дизентерии, инфекционного гепатита, полиомиелита, аскаридоза и трихоцефалеза [1].

Также нефть и нефтепродукты, попадая в водоемы, создают плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека, 12 г нефти делают непригодной для употребления тонну воды. Довольно вредным загрязнителем является фенол. Он содержится в сточных водах многих нефтехимических предприятий. При этом резко снижаются биологические процессы водоемов, процесс их самоочищения, вода приобретает специфический запах карболки. Высокое содержание железа придает воде мутность, желто-бурую окраску и развитие железобактерий в водопроводных трубах. При значительной жесткости вода оказывается мало-

пригодной для технических нужд из-за образования накипи на стенках котлов и труб [2].

Высокий уровень загрязнения окружающей среды в населенных пунктах достигает критической отметки, что зачастую приводит к ухудшению состояния водных ресурсов. Их загрязнение происходит, в том числе и вследствие недостаточной очистки сточных вод [3].

**Цель:** Дать оценку загрязнению реки Западная Двина промышленными сточными водами и степень их очистки.

**Материалы и методы.** Основными источниками химических загрязнителей были промышленные предприятия г. Витебска, с преимущественно химическими органическими загрязнителями предприятия пищевой промышленности; биологические загрязнители – мясокомбинат, молочный комбинат, меховой комбинат, инфекционная больница, противотуберкулезный диспансер, кожно-венерологический диспансер, академия ветеринарной медицины, медицинский университет.

Было проведено *три серии опытов*. В *1-й серии* в сточных водах промышленных предприятий города Витебска изучали химическое потребление кислорода (далее – ХПК), биологическое потребление кислорода за 5 суток (далее – БПК<sub>5</sub>), содержание взвешенных веществ, сухого остатка, нефтепродуктов, азота аммонийного, нитратного и нитритного азота, сульфатов, фосфатов, хлоридов, цинка, меди, хрома, никеля, железа, синтетические поверхностно-активных веществ (далее – СПАВ), фенолов, свинца, кобальта, кадмия, молибдена, олова, формальдегидов, магния, кальция, фторидов, общей жесткости, цианидов.

Во *2-й и 3-й сериях* изучали сточные воды, поступающие на станцию аэрации г. Витебска и на выходе каскадном по следующим показателям: ХПК, БПК<sub>5</sub>, содержание взвешенных веществ, сухого остатка, нефтепродуктов, азота аммонийного, нитратного и нитритного азота, сульфатов, фосфатов, хлоридов, цинка, меди, хрома, никеля, железа, синтетические поверхностно-активных веществ, фенолов, свинца, кобальта, кадмия, молибдена, олова, формальдегидов, магния, кальция, фторидов, общей жесткости, цианидов, общие колиформные бактерии (далее – ОКБ) и термотолерант-

ные колиморфные бактерии (далее – ТКБ) по общепринятым методикам на поверенном в Госстандарте оборудовании и аттестованных средствах измерения [4, 5].

Статистическая обработка данных реализована на персональном компьютере IBM IntelPentium с помощью пакета статистических и графических программ MS Excel 2007. Достоверность различий учитывали при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** В *1-й серии* в сточных водах ОАО «Красный октябрь» на выходе содержание фосфатов составило  $11,48 \pm 2,1$  мг/дм<sup>3</sup> (предельная допустимая концентрация (далее – ПДК) не выше  $5,0$  мг/дм<sup>3</sup>), взвешенных веществ –  $363,6 \pm 1,1$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $280$  мг/дм<sup>3</sup>) и нефтепродуктов –  $6,5 \pm 0,8$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>); предприятия «Витвин» концентрации фосфатов составила  $8,645 \pm 1,4$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $5,0$  мг/дм<sup>3</sup>) и рН –  $10 \pm 2,2$  (при норме не выше  $9,0$ ), ООО «Бел ТИЗ Элект» содержание нефтепродуктов составило  $3,38 \pm 1,5$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>), ОАО «Витебскгаз» содержание нефтепродуктов составило  $7,1 \pm 1,9$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>), ООО «Витрембыт» СПАВ нефтепродукты составили  $7,21 \pm 2,0$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>); химчистка «Феличе» нефтепродуктов  $8,12 \pm 1,64$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>) и СПАВ составило  $7,13 \pm 1,71$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>), ОАО «Завод сантехзаготовок» концентрация цинка  $0,051 \pm 1,3$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $0,034$  мг/дм<sup>3</sup>), автобазы БЖД содержание цинка  $0,36 \pm 1,2$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $0,034$  мг/дм<sup>3</sup>) и нефтепродуктов  $5,4 \pm 1,32$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>), РУТПП «Витебское межрайонное ремонтное предприятие» концентрация нефтепродуктов составила  $1,15 \pm 0,2$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>), ОАО «Витебские ковры» содержание СПАВ  $3,97 \pm 1,01$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,0$  мг/дм<sup>3</sup>), завода «Монолит» концентрация железа составила  $3,925 \pm 0,03$  мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше  $1,5$  мг/дм<sup>3</sup>). По остальным показателям превышений не выявлено.

Во *2-й серии* на станцию аэрации сточные воды поступали с содержанием азота нитратного  $0,376 \pm 0,04$  мг/дм<sup>3</sup>, азота нитритного –  $0,0216 \pm 0,009$  мг/дм<sup>3</sup>, сульфатов –  $39,39 \pm 7,27$  мг/дм<sup>3</sup>, хлоридов –  $84,83 \pm 1,66$  мг/дм<sup>3</sup>, цинка –  $0,0522 \pm 0,01$  мг/дм<sup>3</sup>, меди –

0,1364±0,024 мг/дм<sup>3</sup>, хрома – 0,0125±0,002 мг/дм<sup>3</sup>, железа – 0,622±0,11 мг/дм<sup>3</sup>, СПАВ – 0,559±0,04 мг/дм<sup>3</sup>, магния – 2,148±0,47 мг/дм<sup>3</sup>, кальция – 2,759±0,59 мг/дм<sup>3</sup>, фторидов – 0,6704±0,16 мг/дм<sup>3</sup>. Следует отметить, что содержание указанных веществ не превышало ПДК, а никель, свинец, кобальт, кадмий, молибден и олово не были обнаружены.

Вместе с тем, было отмечено превышение содержания фосфатов 8,068±0,75 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 5,0 мг/дм<sup>3</sup>), нефтепродуктов – 2,072±0,22 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 1,0 мг/дм<sup>3</sup>), фенолов – 0,085±0,004 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 0,4 мг/дм<sup>3</sup>), формальдегидов – 1,144±0,002 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 0,05 мг/дм<sup>3</sup>), азота аммонийного – 37,07±2,07 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 25,0 мг/дм<sup>3</sup>), СПАВ – 1,189±0,001 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 1,4 мг/дм<sup>3</sup>), ОКБ – 4782,5±1092,5 КОЕ в 100 см<sup>3</sup> (предельно допустимый уровень (далее – ПДУ) 500 КОЕ в 100 см<sup>3</sup>), ТКБ – 3831,25±359,4 КОЕ в 100 см<sup>3</sup> (ПДУ 100 КОЕ в 100 см<sup>3</sup>)

В 3-й серии в результате очистки сточных вод на станции аэрации на выпуске каскадном в сточных вод содержание фосфатов составило 2,09±0,71 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 5,0 мг/дм<sup>3</sup>), нефтепродуктов – 0,08±0,002 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 1,0 мг/дм<sup>3</sup>), азота аммонийного – 6,5±1,12 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 25,0 мг/дм<sup>3</sup>), СПАВ – 0,084±0,002 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК не выше 1,4 мг/дм<sup>3</sup>) и полное удаление фенолов и формальдегидов, ОКБ в среднем была 351,5±12,1 см<sup>3</sup>, а ТКБ – 80,8±10,2 по сравнению с неочищенными сточными водами на входе на станцию аэрации.

### **Выводы:**

1. В сточных водах ОАО «Красный октябрь» было выявлено превышение содержания фосфатов в 2,3 раз по сравнению с нормой, взвешенных веществ – в 1,3 раз и нефтепродуктов в 6,5 раз, у предприятия «Витвин» фосфатов – в 1,7 раз и уровня рН в 1,1 раз, ООО «Бел ТИЗ Элект» нефтепродуктов – в 3,4 раз, ОАО «Витебскгаз» нефтепродуктов в 7,1 раз, ООО «Витрембыт» нефтепродуктов в 1,9 раз и химчистка «Феличе» нефтепродуктов в 8,1 раз и СПАВ – в 7,1 раз, ОАО «Завод сантехзаготовок» цинка – в 1,5 раз и автобазы БЖД – в 9 раз, РУТПП «Витебское межрайонное ремонтное предприятие» нефтепродуктов – в 1,15 раз, ОАО «Витебские ковры» СПАВ – в 3,97 раз, завода «Монолит» железа – в 2,62 раз.

2. На входе на станцию аэрации показатели азота нитратного и нитритного, сульфатов, хлоридов, цинка, меди, хрома, железа, СПАВ, магния, кальция, фторидов находились в пределах нормы, а никель, свинец, кобальт, кадмий, молибден и олово не были обнаружены, а содержание фосфатов было выше ПДК в 1,6 раз, нефтепродуктов – в 2,07 раз, фенолов – в 2,1 раз, формальдегидов – в 22,88 раз, азота аммонийного – в 1,48 раз, СПАВ – в 1,18 раз.

3. В результате очистки сточных вод на станции аэрации на выпуске каскадном и у сточных вод отмечается достоверное снижение содержания фосфатов в 3,86 раз, нефтепродуктов – в 24 раз, азота аммонийного в 5,69 раз, СПАВ – в 14,08 раз и полное удаление фенолов и формальдегидов, ОКБ – в 13,6 раз, а ТКБ – в 48 раз по сравнению с неочищенными сточными водами на входе на станцию аэрации.

4. С целью улучшения качества очистки сточных вод и уменьшения загрязнения реки Западная Двина необходимо внедрение новых технологических процессов производства, переход на замкнутые (бессточные) циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах, провести реконструкцию и расширение очистных сооружений города Витебска.

### Литература

1. Бурак, И. И. Общая гигиена : учеб.-метод. пособие : в 2 ч. / И. И. Бурак, Н. И. Миклис. – Витебск : ВГМУ, 2017. – Ч. 1 – 323 с.
2. Соколов, В. Н. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков / В. Н. Соколов. – М. : Стройиздат, 1992. – С. 34–37.
3. Жмур, Н. С. Технологические и биологические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с.
4. Лурье, Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод / Ю. Ю. Лурье ; под. общ. ред. Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1971. – 376 с.
5. Требования к системам водоотведения населенных пунктов: сан. правила и нормы утв. пост. Мин-ва здравоохран. Респ. Беларусь № 48 15.05.2012 г. – Минск : ГУ «РЦГЭ и ОЗ» МЗ РБ, 2012. – 40 с.

# СОПОСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ, УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ СКЛЕРОДЕРМИИ

Юрковский А.М.<sup>1</sup>, Порошина Л.А.<sup>1</sup>,  
Ачинович С.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет»,

<sup>2</sup>УЗ «Гомельский областной клинический онкологический диспансер»,  
г. Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Ограниченная склеродермия (ОС) – хроническое аутоиммунное заболевание с поражением соединительной ткани кожи и подлежащих тканей.

Диагноз ОС основывается на таких клинических симптомах как эритема, склероз, диспигментация и атрофия кожи [1]. Однако наличия указанных признаков достаточно только в типичных случаях; в нетипичных случаях и/или в случаях, когда требуется точная оценка стадии и активности патологического процесса используются данные гистологических [2], ультразвуковых (УЗ) [4, 5] и других методов исследования. Вместе с тем, четкое описание УЗ-паттерна как в стадию эритемы/отека, так и в стадию склероза (за исключением стадии атрофии) отсутствует. Решить данную задачу, как представляется, можно лишь путем проведения сопоставления клинических и УЗ данных с данными морфологических исследований.

**Цель исследования.** Разработать ультразвуковые критерии, для стадирования и оценки активности патологического процесса при ОС.

**Материал и методы исследования.** В исследования были 32 пациента с ОС. У всех исследуемых были оценены клинические проявления заболевания, а также проведены УЗ, гистологические и иммуногистохимические исследования.

УЗ исследования проводились на ультразвуковых сканерах Mindrey DS80 (применялся датчик с рабочей частотой 16 МГц) и Mindrey DS7 (применялся датчик с рабочей частотой 10 МГц).

Забор материала (кожи и подкожной клетчатки) для морфологического исследования осуществляли методом панч-биопсии с использованием циркулярного ножа, диаметром 3,5–4 мм, под местным обезболиванием ультракаином. Выбор участка кожи для биопсии проводился под сонографическим контролем, забор материала осуществляли из участка с наиболее выраженными воспалительными изменениями. У 14 пациентов проводили забор двух образцов биопсийного материала – из зоны воспаления и зоны атрофии. Фрагменты тканей фиксировали в 10% забуференном формалине и подвергали стандартной парафиновой проводке через батарею спиртов, ксилол и парафин, а затем выполняли гистологические срезы, толщиной 4 мкм. Гистологические препараты окрашивали гематоксилином и эозином и по Ван-Гизону, фотографировали в 5 полях зрения (объектив 10) и в 5 полях зрения (объектив 40) при помощи микроскопа Olympus CX41 RF и цифровой камеры Olympus SC20 с разрешением 1596×1196 пикселей. Площадь поля зрения исследуемого изображения составляла 190816  $\mu\text{m}^2$  (объектив 10) и 119301  $\mu\text{m}^2$  (объектив 40).

Иммуногистохимические исследования проводились с использованием системы визуализации Novolink Max Polymer Detection System (BOND Leica Biosystems (UK)). Количественная оценка уровня экспрессии коллагена IV типа и Виментина (клон V9) осуществлялась с помощью программы для морфометрии Aperio Image Scope v12.1.0.5029 (Aperio Technologies, USA) путем анализа цифрового изображения, полученного с помощью микроскопа и фотокамеры (увеличение: объектив 40, минимальное количество полей зрения – 5), и использованием алгоритма «positive pixel count». Анализировалась площадь и интенсивность окраски продуктов реакции диаминобензидина: красный цвет окраски соответствовал выраженной экспрессии, оранжевый и желтый цвет – соответственно умеренно-выраженной и слабовыраженной окраске, синий и белый цвет – отсутствию экспрессии.

При проведении оценки рассчитывались: показатель экспрессии – число позитивных пикселей/общее число пикселей (Positivity =  $N_{\text{Positive}}/N_{\text{Total}}$ ); общий индекс интенсивности окраски ( $I_{\text{avg}}$ ) – отношение суммы интенсивности негативных и позитивных пикселей к общему числу позитивных и негативных

пикселей ( $I_{avg}=(I_{wp}+I_p+I_{sp})/(N_{wp}+N_p+N_{sp})$ ), где  $I_{wp}$  – Total Intensity of weak positive;  $I_p$  – Total Intensity of positive;  $I_{sp}$  – Total Intensity of strong positive;  $N_{wp}$  – Number of weak positive;  $N_p$  – Number of weak positive;  $N_{sp}$  – Number of strong positive [2].

В каждом препарате определяли соотношение средних значений  $I_{avg}$  Collagen IV/ $I_{avg}$  Vimentin.

### **Результаты исследования и их обсуждение.**

*Результаты сопоставления клинических, УЗ, гистологических и иммуногистохимических данных в стадию эритемы/отека ОС.*

#### *Клинический паттерн*

У всех пациентов в зоне поражения выявлялись сиренево-розовые отечные пятна. У 12 (37,5%) пациентов отмечалась эритема розового цвета, у 14 (43,75%) – эритема красного цвета, у 6 (18,75%) пациентов наблюдалась темно-красная/фиолетовая окраска очагов поражения.

#### *УЗ-паттерн*

*В-режим.* Выявлялись утолщение и увеличение эхогенности дермы, «размытость» границы комплекса дерма/гиподерма, мелкие очаги пониженной эхогенности в виде «фетра, изъеденного молью» (как в дерме, так и на границе с гиподермой) и «сталактито-подобный» паттерн (за счет отека) гиподермы.

*ЭДК-режим.* Увеличение количества доплеровских меток (только в крупных гипоэхогенных участках) в гиподерме. В случае наличия только мелких гипоэхогенных локусов в дерме и/или на границе с гиподермой заметной разницы в количестве сосудистых меток при сопоставлении пораженных и интактных участков не отмечено.

#### *Морфологический паттерн*

*Гистологическое исследование.* Выявлялся фрагментарно субатрофичный эпидермис, в дерме вокруг потовых желез наблюдалась небольшая лимфоидная инфильтрация, вокруг сосудов – скопления лимфоцитов, макрофагов и единичных нейтрофильных гранулоцитов, в сетчатом слое дермы обнаруживали уплотненные и гомогенизированные коллагеновые волокна. Вокруг фолликулов, потовых желез имелась небольшая лимфоидная инфильтрация с примесью плазмоцитов и макрофагов.

*Иммуногистохимическое исследование.* Показатели Iavg Collagen IV и Iavg Vimentin увеличивались при усилении выраженности воспаления. При этом соотношение средних значений Iavg Collagen IV/Iavg Vimentin было в пределах 1,06-1,1.

*Результаты сопоставления клинических, сонографических и гистологических и иммуногистохимических данных в стадию склероза ОС.*

#### *Клинический паттерн*

У 13 пациентов (40,63%) отмечалось умеренное или выраженное уплотнение очагов поражения, при этом у 12 (37,5%) пациентов умеренное уплотнение кожи сопровождалось нарушением ее подвижности, у одной пациентки (3,13%) уплотнение сочеталось с отсутствием подвижности кожи. У 19 (59,36%) пациентов уплотнение в очагах поражения было незначительным и не сопровождалось нарушением мобильности кожи. Следует отметить, что склерозирование кожи и ее уплотнение не всегда определялось клинически (при пальпации очагов поражения зачастую не определялось изменение структуры кожи и уплотнения), однако при проведении биопсии кожи как на этапе инфилтративной анестезии, так и при погружении дермо-панча у всех пациентов отмечалось более выраженное сопротивление тканей в очагах ограниченной склеродермии. Более выраженное уплотнение тканей сохранялось и в стадию атрофии.

#### *УЗ-паттерн*

*В-режим:* выявлялись истончение дермы и гиподермы, повышение их эхогенности.

#### *Морфологический паттерн*

*Гистологическое исследование.* Выявлялся фрагментарно атрофичный эпидермис, во всех слоях дермы имелись участки уплотнения и гомогенизации коллагеновых волокон. Вокруг придатков кожи и периваскулярно наблюдалась небольшая лимфоидная инфильтрация с примесью макрофагов и плазмоцитов; количество волосяных фолликулов, сальных и потовых желез было уменьшенным.

*Иммуногистохимическое исследование.* Отмечалось уменьшение соотношения средних значений Iavg Collagen IV/Iavg Vimentin до 1,0.

*Результаты сопоставлений клинических, УЗ и гистологических и иммуногистохимических данных в стадию атрофии ОС.*

*Клинический паттерн.*

По мере прогрессирования заболевания, начиная с центральной части очагов наблюдалось их размягчение. Эти участки становились атрофичными, гипо-/гиперпигментированными, в ряде случаев наблюдалась потеря придатков кожи в пораженной области. В стадию атрофии очаги поражения на коже выглядели в виде плоских или с западением гипо- или гиперпигментированных бляшек с гладкой или морщинистой поверхностью. Отмечалась сухость кожи и сглаженность рисунка на поверхности бляшек, отсутствие пушковых волос, снижение чувствительности, а также сало- и потоотделения. В некоторых случаях (при сохранении активности и роста) по периферии бляшек определялся фиолетовый ободок.

У 1 пациента отмечалась незначительная атрофия дермы (7,14%), у 8 – умеренная атрофия дермы (57,14%), у 5 пациентов (35,71%) – выраженная атрофия дермы. Клинические признаки атрофии подкожно-жировой клетчатки не были выявлены у 3 пациентов (21,43%), незначительная атрофия подкожно-жировой клетчатки наблюдалась у 7 (50,0%) пациентов, умеренная и выраженная атрофия подкожно-жировой клетчатки отмечалась у 2 пациентов (14,29%). В процессе разрешения очагов ОС у всех пациентов развивалась дисхромия кожи. Выраженная дисхромия имела у 3 пациентов (21,43%), умеренная дисхромия – у 6 (42,86%), незначительная дисхромия – у 5 (35,71%).

*УЗ-паттерн.*

*В-режим:* выявлялись истончение дермы и гиподермы, истончение и уменьшение эхогенности гиподермы.

*Морфологический паттерн.*

*Гистологическое исследование.* В эпидермисе имелись признаки атрофии, во всех слоях дермы выявлялись уплотненные и гомогенизированные коллагеновые волокна, местами с признаками гиалиноза, сетчатая структура дермы не визуализировалась, придатки кожи не определялись. Сосуды встречались редко, стенки их были утолщенными, местами гиалинизированными, просветы сосудов выглядели суженными. В небольшом количестве встречались лимфоциты, плазмоциты и макрофаги.

При биопсии центрального участка атрофии, выполненной у 14 пациентов, у 1 (7,14 %) из них отмечалась незначительная атрофия кожи, у 8 (57,14 %) – умеренная атрофия кожи, у 5 (35,71 %) – выраженная атрофия кожи.

*Иммуногистохимическое исследование.* Соотношение средних значений Iavg Collagen IV/Iavg Vimentin при незначительно выраженных изменениях кожи было равно 1,0, при умеренно выраженных изменениях кожи составляло более 1,2, при выраженных изменениях кожи – более 1,3.

**Выводы.** При ОС не выявлено четкого параллелизма между клинической картиной, с одной стороны, и стадиями патологического процесса – с другой. Однако такой параллелизм есть с УЗ и гистологическим (в том числе иммуногистохимическим) паттерном:

– утолщение и повышение экзогенности дермы, «размытость» границы комплекса дерма/гиподерма, мелкие очаги пониженной экзогенности (как в дерме, так и на границе с гиподермой) и отек гиподермы соответствуют стадии эритемы/отека ОС (соотношение «Iavg Collagen IV/Iavg Vimentin» в эту стадию колеблется в диапазоне 1,06–1,1);

– истончение комплекса дерма/гиподерма при повышении их экзогенности соответствует стадии склероза ОС (соотношение «Iavg Collagen IV/Iavg Vimentin» в эту стадию снижается до уровня 1,0);

– истончение комплекса дерма/гиподерма при понижении экзогенности гиподермы соответствует стадии атрофии (соотношение «Iavg Collagen IV/Iavg Vimentin» в эту стадию, в зависимости от выраженности изменений, повышается до 1,2-1,3 и более).

### Литература

1. Панкратов, О. В. Ограниченная склеродермия: этиопатогенез, клиника, диагностика, лечение / О. В. Панкратов, Л. А. Порошина. – Здоровоохранение, 2019. – № 6. – С. 28–38

2. Юрковский, А. М. Диагностическое значение степени экспрессии биомаркеров Collagen IV, CD 34 и Vimentin у пациентов с ограниченной склеродермией / А. М. Юрковский, Л. А. Порошина, С. Л. Ачинович. – Здоровоохранение, 2021. – № 3. – С. 56–60.

3. Nouri, S. Recent developments in diagnosis and assessment of morphea / S. Nouri, H. Jacobe. – Curr Rheumatol Rep, 2013. – Vol. 15. – P. 308.

4. Nezafati, K. A. 14-MHz Ultrasonography as an outcome measure in morphea (localized scleroderma) / K. A. Nezafati [et al]. – Arch Dermatol, 2011. – Vol. 147, № 9. – P. 1112–1115.

5. Cosnes, A. Thirteen-megahertz ultrasound probe: its role in diagnosing localized scleroderma / A. Cosnes [et al.]. – Br J Dermatol, 2003. – Vol. 148, № 4. – P. 724–729.

**РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫЙ  
ПАТОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТИНУУМ  
ПРИ ДИСТРОФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ  
АХИЛЛОВЫХ СУХОЖИЛИЙ КРЫС:  
ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ**

**Юрковский А.М.<sup>1</sup>, Назаренко И.В.<sup>1</sup>,  
Ачинович С.Л.<sup>2</sup>, Веялкина Н.Н.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>УО «Гомельский государственный медицинский университет»,

<sup>2</sup>УЗ «Гомельский областной клинический онкологический диспансер»,

<sup>3</sup>ГНУ «Институт радиобиологии НАН Беларуси»,

г. Гомель, Республика Беларусь

**Актуальность.** Дистрофические изменения сухожилий и связок, возникающие под действием различных повреждающих факторов, последовательно проходят ряд стадий (стадию реактивных изменений, стадию потенциально обратимых изменений, стадию необратимых изменений, каждой из которых соответствует свой гистологический и сонографический паттерн [1, 2]. Насколько эти предположения соответствуют действительности – до конца не выяснено. Причина – невозможность сопоставления данных сонографии и гистологии *in vivo*. Отсюда и необходимость поиска таких способов воздействия на сухожилия/связки с целью воспроизведения вышеперечисленных стадий патологического континуума. На наш взгляд, одним из вариантов решения этой проблемы является облучение крыс на установке биологического назначения X-RAD 320 Precision X-ray Inc, с последующим гистологическим

и сонографическим исследованием (речь идет о высокоразрешающей сонографии).

**Цель исследования.** Оценить возможность применения рентгеновского излучения для моделирования патологического континуума при дистрофических поражениях сухожилий у биологических моделей (крыс).

**Материал и методы.** Работа выполнялась в рамках Государственной программы научных исследований на 2021–2025 гг. «Природные ресурсы и окружающая среда», подпрограмма 3 «Радиация и биологические системы» в рамках «Разработать критерии оценки радиационно-индуцированных изменений ткани внутренней среды, основанной на анализе структуры и механических свойств клеточного компонента на моделях *in vitro* и *in vivo*».

Объектом исследования были модельные животные (6 крыс). До начала эксперимента было получено одобрение комитета по этике УО «Гомельский государственный медицинский университет» на проведение исследования (протокол № 2 от 24.03.2021 г). Все экспериментальные работы с лабораторными животными выполнялись в соответствии с общепринятыми нормами обращения с животными и правилами Директивы 2010/63/EU Европейского Парламента и Совета Европейского Союза по охране животных, используемых в научных целях, от 22 сентября 2010 г. Облучение животных проводилось в режиме 10 Гр. и 20 Гр. на установке облучения биологического назначения X-RAD 320 Precision X-ray Inc (напряжение на трубке – 320 кВ, мощность дозы – 98,8 сГр/мин, фильтр № 1 (2 мм Al) расстояние до объекта – 50 см) в дозах 10 и 20 Гр. Животные предварительно седатировались. Облучению подвергалась левая задняя конечность, участки, не подлежащие облучению, экранировались просвинцованной рентгенозащитной резиной.

Сонографическое исследование задних конечностей крыс проводилось на ультразвуковом сканере экспертного класса Mindrey DS80 (применялся линейный датчик с рабочей частотой 18-20 МГц) через три недели после ионизирующего воздействия. Оценка состояния сухожилия проводилась в В-режиме двумя операторами независимо друг от друга по следующим критериям: наличие/отсутствие дезорганизации фасцикулярного паттерна (ограниченного/распространенного), наличие/отсутствие участков

дистрофии межуточного вещества (мелких единичных/мелких множественных/единичных крупных).

Для выведения животных из эксперимента использовали передозировку тиопенталом натрия. После выведения животных из эксперимента производили забор участков ахиллова сухожилия. Фрагменты тканей фиксировались в 10% забуференном формалине и подвергались стандартной парафиновой проводке: проводились через батарею спиртов, ксилол, парафин. Были выполнены гистологические срезы толщиной 4 мкм, гистологические препараты окрашивались гематоксилином и эозином. Гистологические препараты фотографировались в 5 полях зрения (объектив 10) и в 5 полях зрения (объектив 40) при помощи цифровой камеры Olympus SC20 с разрешением 1596×1196 пикселей. Используемый микроскоп: Olympus CX41 RF. Площадь поля зрения исследуемого изображения составила 190816  $\mu\text{m}^2$  (объектив 10) и 119301  $\mu\text{m}^2$  (объектив 40).

Иммуногистохимическое исследование выполнялось с помощью системы визуализации Novolink Max Polymer Detection System (BOND Leica Biosystems (UK)). В качестве хромогена применялся диаминобензидин. Использовались первичные моноклональные антитела корпорации DAKO Agilent Pathology Solutions (USA) к Collagen IV (клон CIV22). Подсчет экспрессии осуществлялся полуколичественным методом.

Количественная оценка уровня экспрессии Collagen IV выполнялась с использованием программы для морфометрии Aperio Image Scope (алгоритма «positive pixel count») путем анализа цифрового изображения, полученного с помощью микроскопа и фотокамеры (увеличение: объектив×40), минимальное количество полей зрения – 5.

Оценка результатов анализа проводилась по распространенности и интенсивности коричневой окраски продуктов реакции ДАБ (красные поля – выраженная экспрессия, оранжевые – умеренно-выраженная, желтые – слабовыраженная, синяя и белая окраска – отсутствие экспрессии). Для количественной оценки рассчитывались индексы интенсивности: индекс интенсивности в иммунопозитивных участках (Iwavg); общий индекс интенсивности (Iavg) [10].

Статистический анализ проводился с применением пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft, Inc., США).

### **Результаты исследования и их обсуждение.**

*Оценка морфологического паттерна ахилловых сухожилий крыс экранированной конечности и конечности, подвергшейся облучению в разных режимах.*

Поглощенная доза 0 Гр: площадь клеточных элементов ( $\text{мкм}^2$ ) – 68,2 (67,2; 71,13); Iavg Collagen IV – 189,2 (185,5; 191,1); Iwavg Collagen IV – 194,6 (192,3; 197,7).

Поглощенная доза 10 Гр: площадь клеточных элементов ( $\text{мкм}^2$ ) – 57,15 (56,23; 58,6); Iavg Collagen IV – 185,1 (183,5; 186,9); Iwavg Collagen IV – 186,96 (185,6; 187,2).

Поглощенная доза 20 Гр: площадь клеточных элементов ( $\text{мкм}^2$ ) – 49,2 (45,7; 51,3); Iavg Collagen IV – 169,24 (165,2; 171,1); Iwavg Collagen IV – 172,3 (167,2; 174,6).

*Сонографический и гистологический паттерн ахиллова сухожилия крысы экранированной конечности (контроль)*

Сонографический паттерн: контуры четкие, текстура фибриллярная (в продольном сечении).

Указанному сонографическому паттерну соответствовали следующие гистологические и иммуногистохимические данные: средняя площадь клеточных элементов  $68,8 \pm 2,1 \text{ мкм}^2$  (площадь поля зрения –  $185088 \text{ мкм}^2$ ), Iavg Collagen IV =  $188,6 \pm 2,9$ , Iwavg Collagen IV =  $194,8 \pm 2,7$ .

*Сонографический и гистологический паттерн ахиллова сухожилия крысы подвергшегося облучению (поглощенная доза 10 Гр)*

Сонографический паттерн ахиллова сухожилия крысы: контуры нечеткие («смазанные»), фибриллярные волокна как бы разделены, но при этом в целом сохраняют целостность (то есть структура подчеркнута фибриллярная), мелкие участки пониженной эхогенности в толще сухожилия (сонографический эквивалент дистрофии межучточного вещества).

Указанному сонографическому паттерну соответствовали следующие гистологические и иммуногистохимические данные: средняя площадь ядер теноцитов  $57,3 \pm 1,2 \text{ мкм}^2$  (площадь поля зрения –  $185088 \text{ мкм}^2$ ), Ядра теноцитов вытянутые, гиперхромные;

местами изогнутые и укороченные  $I_{avg}$  Collagen IV =  $185,2 \pm 1,7$ ,  $I_{wavg}$  Collagen IV =  $186,6 \pm 0,9$ .

*Сонографический и гистологический паттерн ахиллова сухожилия крысы подвергшегося облучению (поглощенная доза 20 Гр)*

Сонографический паттерн ахиллова сухожилия крысы: контуры сухожилия нечеткие, дезорганизация паттерна, проявляющаяся смазанностью и прерывистостью фибриллярного паттерна.

Указанному сонографическому паттерну соответствовали следующие гистологические и иммуногистохимические данные: средняя площадь ядер клеток  $48,7 \pm 2,8$   $\mu\text{m}^2$  (площадь поля зрения –  $185088$   $\mu\text{m}^2$ ),  $I_{avg}$  Collagen IV =  $168,5 \pm 3,1$ ,  $I_{wavg}$  Collagen IV =  $171,3 \pm 3,8$ .

*Сопоставление гистологических и иммуногистохимических данных материала ахилловых сухожилий при различных дозовых нагрузках*

Соотношение цитоморфометрических показателей (площадь клеточных элементов) материала ахилловых сухожилий в норме и при различных режимах облучения: 0 Гр/10 Гр –  $p=0,02$ ; 10 Гр/20 Гр –  $p=0,001$ .

Соотношение показателей  $I_{avg}$  Collagen IV биологического материала в норме и при различных режимах облучения: 0 Гр/10 Гр –  $p=0,044$ ; 10 Гр/20 Гр –  $p=0,0002$ .

Соотношение показателей  $I_{wavg}$  Collagen IV биологического материала при различных режимах облучения: 0 Гр/10 Гр –  $p=0,05$ ; 10 Гр/20 Гр –  $p=0,02$ ).

Соотношение показателей  $I_{wavg}$  Collagen IV биологического материала при различных режимах облучения: 0 Гр/10 Гр –  $p=0,05$ ; 10 Гр/20 Гр –  $p=0,02$ ).

Анализируя, приведенные выше данные, можно отметить, что структурные изменения, возникающие в сухожилиях под действием рентгеновского излучения, судя по полученным данным, приводят к структурным изменениям в сухожилиях очень похожим на те, которые возникают при их функциональной перегрузке [1, 2] и/или механическом повреждении [5]. Причем четко прослеживается зависимость между величиной поглощенной дозы (точнее, ее нарастанием) и экспрессией коллагена IV типа, что, скорее всего, является следствием функциональным истощения и/или гибели

клеток фибробластического дифферона (в пользу данного предположения говорит уменьшение площади клеточных элементов в исследованном материале).

Приведенные данные согласуются с результатами, полученными при исследовании дистрофически измененных вследствие функциональной перегрузки связок пояснично-крестцового отдела позвоночника [2], а также при дипроспан-индуцированных дистрофических изменениях ахилловых сухожилий крыс (в данном случае отмечено повышение активности коллагеназы и увеличении концентрации свободной фракции гидроксипролина – биохимического маркера распада коллагена [4]).

Примечательно, что и в группе контроля, и в опытной группе отмечался параллелизм между иммуногистохимическими, гистологическими и сонографическими данными: так изменения, выявлявшиеся в сухожилиях, подвергшихся облучению в дозе 10 Гр были подобны на те, которые отмечались при дистрофических изменениях в стадию реактивных изменений, а при дозе 20 Гр – в стадию потенциально обратимых изменений [1, 2]. Получается, что, воздействуя ионизирующим излучением на сухожилия или связки можно смоделировать дистрофические изменения, соответствующие конкретным стадиям патологического континуума [2], причем без травмирующего, как это было в других исследованиях [4, 5], воздействия на сухожилия и связки.

**Выводы.** Наличие значимой зависимости между величиной поглощенной дозы и выраженностью структурных изменений в сухожилиях позволяет воспроизвести гистопатологический и сонографический паттерн, соответствующий конкретным стадиям патологического континуума, причем без травмирующего воздействия на сухожилия и/или другие структуры, состоящие из плотной соединительной ткани.

Кроме того, указанная модель позволяет получать изменения, соответствующие острой, подострой и хронической стадиям патологического процесса.

### Литература

1. Юрковский, А. М. Есть ли патологический континуум при повреждениях подвздошно-поясничной связки? / А. М. Юрковский. – Проблемы здоровья и экологии, 2012. – № 4. – С. 27–32.

2. Юрковский, А. М. Патологический континуум при пояснично-крестцовых лигаментозах: сопоставления данных сонографических и гистологических исследований / А. М. Юрковский. – Проблемы здоровья и экологии, 2020. – № 4. – С. 57–65.

3. Юрковский, А. М. Иммуногистохимическая оценка выраженности дистрофических изменений подвздошно-поясничных, задних длинных крестцово-подвздошных и крестцово-бугорных связок: возможности метода / А. М. Юрковский, И. В. Назаренко, С. Л. Ачинович. – Проблемы здоровья и экологии, 2017. – № 2. – С. 26–30.

4. Коструб, А. А. Моделирование дегенеративно-дистрофического повреждения сухожилий (экспериментальное исследование) / А. А. Коструб [и др.]. – Медицинский журнал, 2020. – № 1. – С. 80–86.

5. Касатка, О. В. Экспериментальна модель ушкодження ахіллового сухожилля в лабораторних щурів / О. В. Касатка [и др.]. – Травма, 2017. – Т. 18, № 3. – С. 86–89.

## СОДЕРЖАНИЕ

### V РЕСПУБЛИКАНСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ «СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ РАДИАЦИОННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ, ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ»

(23-24 сентября 2021 года, г. Гродно)

Александрович А.С., Зиматкина Т.И.....	3
<b>ИСТОРИЯ, ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ КАФЕДРЫ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКИ И ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ</b>	
Александрович А.С., Зиматкина Т.И.....	13
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧНОЙ МОДЕЛИ В ОЦЕНКЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА СОЧЕТАННОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ РАКА ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ</b>	
Александрович А.С., Довнар О.С., Зиматкина Т.И., Семенюк Т.В.....	24
<b>СОВРЕМЕННОЕ ПОСЛЕДИПЛОМНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ, ЕГО ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ</b>	
Александрович А.С., Зиматкина Т.И.....	29
<b>СОВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СВЯЗИ С РАКОМ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ</b>	
Алехнович А.В., Зиматкина Т.И., Александрович А.С. ....	33
<b>ПРИМЕНЕНИЕ ЛИНЕЙНО-КВАДРАТИЧНОЙ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В КЛИНИКЕ ПОСРЕДСТВОМ ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
Батян А.Н., Демешко П.Д., Гончарова Е.В., Гайда А.В., Оргиш А.Н., Лемешевский В.О.....	37
<b>ХАРАКТЕРЫСТЫКА ДОЗ АПРАМЯНЕННЯ ПАЦЬЕНТАЎ МЕДЫЦЫНСКІХ УСТАНОЎ МАГІЛЁЎСКОЙ ВОБЛАСЦІ ЗА КОШТ РОЗНЫХ РЭНТГЕНАДЫЯГНАСТЫЧНЫХ МЕТАДАЎ АБСЛЕДАВАННЯ</b>	
Бахта А.А. ....	44

COVID-19-АССОЦИИРОВАННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ: СЕКЦИОННЫЕ ДАННЫЕ КАК ОРИЕНТИР ДЛЯ ВРАЧА УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДИАГНОСТИКИ	
Бойко М.А., Юрковский А.М., Назаренко И.В., Ачинович С.Л.....	47
РАСТИТЕЛЬНЫЙ БЕЛОК В ПИТАНИИ ЧЕЛОВЕКА И СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЕГО СОДЕРЖАНИЯ В ПРОДУКЦИИ	
Бородин П.В., Зиматкина Т.И., Бородина П.П. ....	51
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ТУБЕРКУЛЕЗОМ И СМЕРТНОСТЬ ОТ НЕГО СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И НАИБОЛЕЕ ПОСТРАДАВШИХ ОТ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ ОБЛАСТЕЙ ВО ВРЕМЯ ПАНДЕМИИ COVID-19	
Горбач Л.А.....	59
ДИАГНОСТИКА ГАСТРОИНТЕСТИНАЛЬНЫХ СТРОМАЛЬНЫХ ОПУХОЛЕЙ В ГРОДНЕНСКОМ ОНКОДИСПАНСЕРЕ	
Губарь Л.М., Сенько Ж.Л., Миклашевич Ф.С., Маркевич Н.Б.....	65
РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПЕРЕЛОМОВ КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ	
Губарь Л.М., Маркевич Н.Б., Войтешонок Д.Д. ....	70
УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОЧНЫХ ЖЕЛЕЗ ЖЕНЩИН РАЗНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП	
Губарь Л.М., Слизевич Т.Н., Слизевич Ю.О. ....	79
СЛУЧАЙ ВЫЯВЛЕНИЯ ОПУХОЛИ ПОЧКИ ПРИ СКРИНИНГОВОМ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ИССЛЕДОВАНИИ	
Евдочкова Т.И., Селькина В.Д. ....	84
ЗНАЧЕНИЕ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ СКЛЕРОТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В КОСТЯХ ПРИ РАКЕ ПРЕДСТАТЕЛЬНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	
Зарецкая Е.С.....	91
ЛАПАРОСКОПИЧЕСКАЯ ХОЛЕЦИСТЭКТОМИЯ И РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ЕЕ ОСЛОЖНЕНИЙ	
Зарецкая Е.С., Мовчанюк О.В. ....	95

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОДОЗОВОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ В ЛЕЧЕНИИ ПАЦИЕНТОВ С ТЯЖЕЛЫМИ ФОРМАМИ ПНЕВМОНИИ ПРИ COVID-19 Зиматкина Т.И., Крот И.А., Понеделко И.К. ....	99
О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ В МЕДИЦИНСКОЙ ЭТИКЕ И ДЕОНТОЛОГИИ У МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА Зиматкина Т.И., Смирнова Г.Д., Губарь Л.М. ....	108
ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ЛЕЧЕБНОГО И ПЕДИАТРИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТОВ МЕДИЦИНСКОГО ВУЗА Зиматкина Т.И., Александрович А.С. ....	113
ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ ПО РАДИАЦИОННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТА С ВЫСШИМ МЕДИЦИНСКИМ ОБРАЗОВАНИЕМ Зиматкина Т.И., Смирнова Г.Д. ....	117
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ В СВЯЗИ СО ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ РАЗЛИЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ Зиматкина Т.И., Александрович А.С. ....	124
СТУДЕНЧЕСКИЕ НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ КАК ОДНА ИЗ АКТИВНЫХ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ И МЕТОД МОТИВАЦИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ Зиматкина Т.И., Смирнова Г.Д. ....	131
ОСОБЕННОСТИ ИММУННОГО ОТВЕТА У ДЕТЕЙ С РЕЦИДИВИРУЮЩИМИ ИНФЕКЦИЯМИ ЛОР-ОРГАНОВ Зыблева С.В., Зыблев С.Л. ....	135
ОСОБЕННОСТИ ЦИТОКИНОВОГО ПРОФИЛЯ РЕЦИПИЕНТОВ ПОЧЕЧНОГО АЛЛОГРАФТА В РАННЕМ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННОМ ПЕРИОДЕ Зыблева С.В., Зыблев С.Л. ....	139

ОЦЕНКА ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ВЕРОЯТНОСТИ РАЗВИТИЯ РАННЕЙ ДИСФУНКЦИИ ПОЧЕЧНОГО ТРАНСПЛАНТАТА	
Зыблев С.Л., Зыблева С.В., Петренко Т.С. ....	142
РАСТИТЕЛЬНЫЕ ПОЛИФЕНОЛЫ И ИХ КОМПЛЕКСЫ ВОССТАНАВЛИВАЮТ УЛЬТРАСТРУКТУРУ МИТОХОНДРИЙ И КЛЕТОК ПЕЧЕНИ ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ СТРЕССЕ	
Ильич Т.В., Коваленя Т.А., Лапшина Е.А., Заводник И.Б., Нефедов Л.И. ....	147
О МЕДИКО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС	
Кохан Н.В., Зиматкина Т.И. ....	152
РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКТИВНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ В ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ МЕДИКО- ДИАГНОСТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ПО РАДИАЦИОННОЙ, ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ, ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ И ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ	
Курстак И.А., Зиматкина Т.И., Александрович А.С. ....	158
АНАЛИЗ МАММОГРАФИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ В ДИАГНОСТИКЕ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ	
Маркевич Н.Б., Губарь Л.М., Банах Е.С. ....	162
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МАММОГРАФИЧЕСКОГО СКРИНИНГА И МЕДИЦИНСКОЙ ПРОФИЛАКТИКИ РАКА МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У НАСЕЛЕНИЯ г. ГРОДНО И ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ	
Маркевич Н.Б., Александрович А.С., Зиматкина Т.И., Александрович И.А. ....	167
ЭТАНОЛ КАК ПРИОРИТЕТНЫЙ КСЕНОБИОТИК, ВЛИЯНИЕ ЕГО НА СОДЕРЖАНИЕ БЕЛКОВ СЛИЯНИЯ И ДЕЛЕНИЯ МИТОХОНДРИЙ В ГОЛОВНОМ МОЗГЕ У КРЫС	
Марчик А.И., Полубок В.Ч., Туманов А.В. ....	171
МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛИНИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ	
Миклис Н.И., Бурак И.И., Черкасова О.А., Григорьева С.В. ....	178

ОЦЕНКА ПРЕВЕНТИВНОГО ПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ ГОМЕЛЬСКОЙ, МОГИЛЕВСКОЙ И ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТЕЙ	
Миклис Н.И., Клячек З.А., Лукьянова Ю.В. ....	183
ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИКИ ПАЦИЕНТОК С КЛИМАКТЕРИЧЕСКИМИ ПРОЯВЛЕНИЯМИ	
Милош Т.С., Александрович А.С. ....	190
РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫЕ ДИСТРОФИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЫШЕЧНО-СУХОЖИЛЬНОГО ПЕРЕХОДА У БИОЛОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ: СОПОСТАВЛЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ	
Назаренко И.В., Ачинович С.Л., Веялкина Н.Н. ....	196
РАННЯЯ ДИАГНОСТИКА ДИСТРОФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ДЛИННОЙ ЗАДНЕЙ КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНОЙ СВЯЗКИ: ПРЕДЕЛЫ И ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ЭЛАСТОГРАФИИ	
Назаренко И.В., Юрковский А.М. ....	203
РАДИАЦИОННОЕ ПОРАЖЕНИЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКИХ НЕРВОВ У КРЫС: СОПОСТАВЛЕНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ И ДАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ	
Письменникова Е.И., Назаренко И.В., Ачинович С.Л., Веялкина Н.Н. ....	208
УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ЭЛАСТОГРАФИЯ КАК МЕТОД ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОНЫ ПЕРИНЕВРАЛЬНОГО ОТЕКА ПРИ КОМПРЕССИОННО-ИШЕМИЧЕСКОЙ НЕВРОПАТИИ ВЕРХНИХ НЕРВОВ ЯГОДИЦ	
Письменникова Е.И., Юрковский А.М. ....	212
УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РУБЦА НА МАТКЕ ПОСЛЕ КЕСАРЕВА СЕЧЕНИЯ	
Плоцкий А.Р., Ровба Е.С., Сладкова А.А. ....	215
МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВТОРИЧНЫХ ПОСРЕДНИКОВ В КЛЕТКАХ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ КОМБИНИРОВАННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ГЛЮКОКОРТИКОИДНЫХ ГОРМОНОВ И ПУРИНОВЫХ НУКЛЕОТИДОВ	
Пухтеева И.В., Герасимович Н.В. ....	218

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ЗЛОУПОТРЕБЛЕНИЯ АЛКОГОЛЕМ СРЕДИ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОСФАТИДИЛЭТАНОЛА В КАЧЕСТВЕ БИОХИМИЧЕСКОГО МАРКЕРА Разводовский Ю.Е., Шуриберко А.В., Бадун Е.Г., Казинец Е.О., Зиматкина Т.И. ....	225
АЦЕТИЛСАЛИЦИЛОВАЯ И САЛИЦИЛОВАЯ КИСЛОТЫ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ, РЕГУЛЯЦИЯ ИМИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МИТОХОНДРИЙ ПЕЧЕНИ Савко А.И. ....	229
АНАЛИЗ СОМАТИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ У ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА С ПЕРИНАТАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ, ПРОЖИВАЮЩИХ В СЕМЬЯХ г. ГРОДНО Саросек В.Г. ....	233
МИРОВАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ Семененя И.Н. ....	237
ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ И ПОВРЕЖДЕНИЙ ОРГАНОВ ГРУДНОЙ КЛЕТКИ Семенюк Т.В., Лысеня Н.П. ....	301
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МОЛОКА ИЗ ЛИЧНЫХ ПОДСОБНЫХ ХОЗЯЙСТВ НА СОДЕРЖАНИЕ <sup>137</sup> CS ЗА ПЕРИОД 1998-2021 гг. Сергей В.В., Лобачев И.В. ....	305
МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ С ВРОЖДЕННОЙ ИНФЕКЦИЕЙ Синица Л.Н., Домашевич Е.И., Чигирь Ю.А., Бесько М.В. ....	310
КСЕНОБИОТИЧЕСКИЙ РИСК ВЛИЯНИЯ РАДОНА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА Смирнова Г.Д., Воробей А.А. ....	315
ЭКОЛОГО-МЕДИЦИНСКАЯ ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАННЫХ РТУТЬСОДЕРЖАЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ Смирнова Г.Д., Копытич А.В. ....	320

РЕЗУЛЬТАТ СУТОЧНОГО МОНИТОРИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА, ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ И ВЕЛИЧИНЫ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ	
Смольская Н.Е., Зиматкина Т.И. ....	325
ОПТИМИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА В ОРГАНИЗАЦИИ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	
Резяпкин В.И., Халецкая Е.И. ....	336
ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ЗОЛЕДРОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ КОМБИНАЦИЙ С ЭМОКСИПИНОМ	
Ханчевский М.А., Гаменюк В.А., Лобай М.В., Деусова Е.С., Квасюк Е.И., Сыса А.Г. ....	343
ВЛИЯНИЕ ПОЛА И ВОЗРАСТА НА УРОВЕНЬ СТРЕССА И СТЕПЕНЬ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ РЕСПОНДЕНТОВ	
Черняк Н.С., Зиматкина Т.И. ....	348
ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ГОРОДА ВИТЕБСКА	
Ширякова Т.А., Бурак И.И., Головнев И.Э. ....	358
СОПОСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ КЛИНИЧЕСКИХ, УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ СКЛЕРОДЕРМИИ	
Юрковский А.М., Порошина Л.А., Ачинович С.Л. ....	364
РАДИАЦИОННО-ИНДУЦИРОВАННЫЙ ПАТОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТИНУУМ ПРИ ДИСТРОФИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЯХ АХИЛЛОВЫХ СУХОЖИЛИЙ КРЫС: ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	
Юрковский А.М., Назаренко И.В., Ачинович С.Л., Веялкина Н.Н. ....	370

Научное издание

РАДИАЦИОННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА:  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Сборник материалов  
Республиканской научно-практической конференции  
с международным участием

29-30 сентября 2022 года

Ответственный за выпуск С. Б. Вольф

Компьютерная верстка М. Я. Милевской

Подписано в печать 08.12.2022.  
Формат 60x84/16. Бумага офсетная.  
Гарнитура Times New Roman. Ризография.  
Усл. печ. л. 22,32. Уч.-изд. л. 18,84. Тираж 9 экз. Заказ 136.

Издатель и полиграфическое исполнение  
учреждение образования «Гродненский государственный медицинский университет».  
ЛП № 02330/445 от 18.12.2013.  
Ул. Горького, 80, 230009, Гродно.