

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ ГРОДНЕНСКОГО ОБЛИСПОЛКОМА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
«ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТНАЯ ДЕТСКАЯ КЛИНИЧЕСКАЯ БОЛЬНИЦА»

**ПОКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ**

Методическое руководство для врачей функциональной диагностики,
кардиологов, неврологов, пульмонологов, педиатров и студентов
медицинских ВУЗов

Гродно 2009

УДК

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия УО «Гродненский государственный медицинский университет».

(протокол № 1 от 22.09.09 г.)

Авторы:

зав. кафедрой педиатрии №1, к.м.н., доцент Ляликов С.А., ассистент кафедры педиатрии №1 Томчик Н.В., к.м.н., доцент кафедры педиатрии №1 Ровбуць Т.И., к.м.н., доцент кафедры неврологии Онегин Е.В., заведующая отделением неврологии Домаренко Т.Н., врач невролог Онегина О.Е. УЗ «Гродненская областная детская клиническая больница».

Рецензенты:

Методическое руководство для врачей функциональной диагностики, кардиологов, неврологов, пульмонологов, педиатров и студентов медицинских ВУЗов разработано коллективом авторов: зав. кафедрой педиатрии №1, к.м.н. доцентом Ляликовым С.А., ассистентом кафедры педиатрии №1 Томчик Н.В., доцентом кафедры неврологии, к.м.н. Онегиным Е.В. УО «Гродненский государственный медицинский университет», заведующей отделением неврологии Домаренко Т.Н., врачом неврологом Онегиной О.Е. УЗ «Гродненская областная детская клиническая больница». Посвящено актуальным и современным методам диагностики патологии сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и нервной системы. Представлены показания и противопоказания к функциональным исследованиям, описана методика проведения исследований, а также интерпретация полученных данных.

Оглавление

Список условных сокращений	
Оглавление	
Введение	
Анатомо-физиологические особенности сердечно-сосудистой системы у детей	
Функциональные исследования сердечно-сосудистой системы у детей	
Медикаментозные пробы	
Холтеровское мониторирование	
Суточное мониторирование артериального давления	
Велоэргометрия	
Вариабельность сердечного ритма	
Анатомо-физиологические особенности органов дыхания у детей	
Функциональные исследования органов дыхания у детей	
Спирография	
Функциональные тесты при спирографии	
Бронходилатационные пробы	
Тест с физической нагрузкой	
Анатомо-физиологические особенности нервной системы у детей	
Электроэнцефалография	
Амбулаторный мониторинг электроэнцефалографии	
Полисомнографическое исследование	
Магнитоэнцефалография	
Эхоэнцефалография	
Электромиография	
Электродиагностика	
Приложение	
Литература	

Список условных сокращений

WPW	- синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта;
AB	- атриовентрикулярное проведение;
проведение	
A3C	- сокращения мышцы на замыкание тока при стимуляции
AMЭЭГ	- амбулаторный мониторинг ЭЭГ
APC	- сокращения мышцы на размыкание тока при стимуляции анодом
АСМ	- стимуляция мышц
АД	- артериальное давление;
BCP	- вариабельность сердечного ритма;
ВЭМ	- видеомониторинг ЭЭГ
ДАД	- диастолическое артериальное давление;
ЖЕЛ	- жизненная емкость легких;
ИВЛ	- искусственная вентиляция легких;
ИПБ	- индекс проходимости бронхов;
K3C	- сокращение мышцы на замыкание тока при стимуляции катодом
КИГ	- кардиоинтервалограмма;
KPC	- сокращения мышцы на размыкание тока при стимуляции катодом
МОД	- минутный объем дыхания;
МОС25-75	- максимальная объемная скорость воздуха на уровне 25-75% ФЖЕЛ;
МЭГ	- магнитоэнцефалография
ОЕЛ	- общая емкость легких;
ОФВ1	- объем форсированного выдоха за первую секунду маневра ФЖЕЛ;
ПСГ	- полисомнографическое исследование
СА	- синоатриальное проведение;
проведение	
САД	- систолическое артериальное давление;
СМАД	- суточное мониторирование артериального давления;
СОС25-75	- объемная скорость форсированного выдоха 25-75% ФЖЕЛ;
СРВ	- скорости распространения возбуждения
ФЖЕЛ	- форсированная жизненная емкость легких;
ЧСС	- частота сердечных сокращений;

ЭД	- электродиагностика
ЭКГ	- электрокардиограмма.
ЭМГ	- электромиография
ЭЭГ	- электроэнцефалография

Введение

Многие болезни взрослых начинаются в детском возрасте. Ряд тяжелой органической патологии органов дыхания, сердечно-сосудистой системы, патологии нервной системы может стать причиной ранней инвалидизации и смертности взрослого населения. В связи с чем, особую актуальность приобретает проблема раннего выявления патологии, поиска и внедрения в лечебно-диагностический процесс новых современных, высокоинформативных методов диагностики, критериев прогнозирования риска развития патологии и усовершенствование лечения.

В настоящее время возможности современной диагностической аппаратуры достаточно высоки, можно проводить автоматический анализ полученных данных. С использованием компьютерных систем в новой медицинской технике теперь возможно быстро интерпретировать полученные результаты, длительно сохранять, сравнивать данные, проводить динамическое наблюдение конкретного пациента за интересующий период времени. Однако, несмотря на высокие технологические данные современных медицинских приборов, существует ряд трудностей связанных с физическими, интеллектуальными особенностями детей, их социальной адаптацией, что требует высокого профессионализма от медицинского персонала.

В последние годы широко внедряются в диагностический процесс такие методы обследования как, исследование электрокардиограммы по Холтеру, суточное мониторирование артериального давления, велоэргометрия, исследование variability сердечного ритма, нагрузочные и бронходилатационные тесты, электроэнцефалография, эхоэнцефалография и другие.

Принимая во внимание тот факт, что высоко чувствительные и специфичные инструментальные диагностические методы ограничены в использовании в силу трудоемкости исследований, высокой цены оборудования и расходных материалов, что в конечном итоге, не позволяет использовать методики в скрининговом режиме, необходимо обоснованность назначений лечащим врачом функциональных исследований детям с учетом показаний и противопоказаний.

Анатомо-физиологические особенности сердечно-сосудистой системы у детей

Сердце закладывается на второй неделе внутриутробного развития. Оно имеет некоторые особенности, с помощью которых осуществляется фетальное кровообращение. Это овальное окно, артериальный и венозный (аранцев) протоки. С 3-4 недели у плода функционирует плацентарное (хориальное) кровообращение. С момента рождения ребенка изменяется внутрисердечная гемодинамика, происходит анатомическая перестройка отделов сердца. В первые минуты жизни закрываются аранциев и артериальный (баталлов) протоки. Овальное отверстие перестает функционировать в ближайшие 3-5 часов, а анатомически закрывается к концу первого полугодия жизни, у некоторых детей к 1 году.

Сердце новорожденного и ребенка в возрасте до 3 месяцев жизни имеет шарообразную форму, располагается поперечно в грудной клетке. К концу первого года жизни поперечное положение сменяется на косое. На протяжении первых лет жизни и в подростковом возрасте происходит ряд поворотов и перемещений внутри грудной клетки.

Наиболее интенсивно сердце растет в первые два года жизни и в период полового созревания. К 2 годам сердце увеличивается в полтора раза. В последующие годы размеры сердца изменяются медленнее. К 6 годам отмечается увеличение желудочков, особенно левого. При нормальном развитии ребенка к 7 годам размеры сердца удваиваются. Неравномерность развития различных сердечных структур и нередко отставание в темпах роста сердечно-сосудистой системы по сравнению с физическим развитием может приводить к функциональным нарушениям в деятельности системы кровообращения (6-7 лет и 13-14 лет). Одновременно с интенсивным темпом увеличения массы сердца происходит тканевая дифференцировка, которая завершается к 6-7 годам.

Частота сердечных сокращений у новорожденного составляет 120-140 ударов в минуту, у годовалого ребенка – 110, в 5 лет – 100, в 10 лет – 80 ударов в минуту.

Параллельно с ростом сердца менее интенсивно растут сосуды. У новорожденных они тонкостенные, в них недостаточно развиты мышечные и эластические волокна. По мере роста сосудов происходит развитие в них мышечной оболочки и соединительнотканых элементов. Формирование артериальных сосудов происходит к 12 годам.

С момента рождения ребенка на регуляцию деятельности сердечно-сосудистой системы оказывает влияние как парасимпатическая, так и симпатическая нервная система, однако главенствующие позиции занимают адренергические влияния. По

мере роста ребенка постепенно уменьшается влияние симпатической нервной системы, в возрасте 3-7 лет на регуляцию сердечного ритма оказывает парасимпатическая нервная система.

Функциональные исследования сердечно-сосудистой системы у детей

В настоящее время основным инструментальным методом исследования сердечно-сосудистой системы является электрокардиография. Этот метод начал использоваться с 1887 года, и не теряет своей актуальности в XXI веке. Несмотря на то, что с начала эры электрокардиографии прошло свыше ста лет, методика исследования не меняется, а изменяются только лишь возможности прибора. Современные электрокардиографы имеют самые различные размеры, некоторые из них могут проводить автоматический анализ данных, архивировать, а также передавать информацию on line.

Кроме стандартной электрокардиограммы (ЭКГ), которая является первым и обязательным методом обследования детей с сердечно-сосудистой патологией, широко применяются другие методы электрокардиографии. Все эти методики основаны на теоретических и практических положениях электрокардиографии, но вместе с тем имеют много диагностических возможностей, недоступных для стандартной электрокардиографии.

Широкому кругу специалистов хорошо знаком метод ЭКГ, а вот методы неинвазивной электрокардиологии, так стремительно развивающейся в последние годы, вызывают сложности в анализе правильной трактовке полученных результатов.

Медикаментозные пробы

Важную роль в обследовании детей с сердечно-сосудистой патологией отводится медикаментозным пробам. Наиболее широко в педиатрии используются атропиновая, калий-обзидановая пробы, проба с гилуритмалом.

Атропиновая проба

Показания к проведению пробы:

1. Дисфункция синусового узла (синусовая брадикардия, нарушения проводимости).
2. Нарушение АВ-проведения.
3. Синдром WPW.
4. Наджелудочковые экстрасистолы.
5. Синдром ранней реполяризации желудочков.

Противопоказания к проведению пробы:

1. Высокая миопия.

2. Глаукома.
3. Выраженная брадикардия (ЧСС менее 50 ударов в 1 мин.).
4. Политопные экстрасистолы.
5. Синусовые эктопические ритмы.
6. Тахикардия.
7. Кардиомегалия.
8. Органические и структурные заболевания сердца.

Методика проведения пробы

Ребенку вводят 0,1% раствор атропина сульфата в дозе 0,02-0,025 мг\кг на физрастворе внутривенно или подкожно. ЭКГ регистрируют в момент введения, через 1, 3, 5 минут после введения и далее каждые 5 минут до получения исходных данных.

Интерпретация полученных результатов

В норме ЧСС увеличивается на 30% по сравнению от исходной. Если увеличение ЧСС составляет свыше 30%, то это свидетельствует о повышенной чувствительности к атропину. Если этот показатель равен менее 30%, то у пациента наблюдается снижение чувствительности к атропину. Нормализация ритма сердца на пробе с атропином говорит о вагозависимом, функциональном характере аритмии. Сохранение аритмии при пробе свидетельствует об органическом поражении сердца.

Калий-обзидановая проба

Показания к проведению пробы:

1. Нарушение процессов реполяризации желудочков (сглаженные и отрицательные зубцы Т и снижение зубца Т в I , II, V₄₋₆ отведениях).
2. Наджелудочковые экстрасистолы.
3. Синдром удлиненного интервала QT.

Противопоказания к проведению пробы:

1. Желудочно-кишечная патология.
2. Выраженные нарушения АВ проведения (2-3 степень).
3. Острая и хроническая почечная недостаточность с явлениями гиперкалиемии.
4. Сердечная недостаточность III ст.
5. Брадикардия (менее 50 ударов в 1 мин.)
6. Гипотония (САД ниже 80 мм рт.ст.)
7. Выраженная миокардиальная недостаточность.
8. Нарушения СА проведения.
9. Склонность к бронхоспазму

Методика проведения пробы

Ребенку после приема пищи (не менее чем через 1,5 часа) дают пер os обзидан из расчета 0,3-1,0 мг\кг и хлорид калия из расчета 0,05-0,1 мг\кг (в теплой воде). ЭКГ регистрируют через 30, 60, 90 и 120 минут после введения.

Интерпретация полученных результатов

Нормализация процесса реполяризации свидетельствует о симпатозависимом характере изменений на исходной ЭКГ. Сохранение этих изменений при пробе свидетельствует об органическом поражении сердца.

Проба с гилуритмалом

Показания к проведению пробы:

1. Синдром WPW.
2. Синдром Бругада.

Побочное действие препарата заключается в развитии АВ блокады, удлинении интервала QT, развитии приступов Морганьи-Адамса-Стокса, выраженной брадикардии и нарушений внутрижелудочковой проводимости. У детей с синдромом Бругада возможно развитие желудочковых тахиаритмий.

Методика проведения пробы

Ребенку после приема пищи (не менее чем через 1,5 часа) вводят внутривенно гилуритмал из расчета 1,0 мг\кг (но не более 50 мг) на 10 мл физраствора. ЭКГ регистрируют при введении и через каждые 5 минут до возвращения ЭКГ в исходное состояние.

Интерпретация полученных результатов

Исчезновение феномена WPW на пробе свидетельствует о относительно продолжительном рефрактерном периоде аномальных путей и отсутствии риска фибрилляции желудочков. У больных с синдромом Бругада при пробе с гилуритмалом усиливаются характерные для ЭКГ изменения.

Холтеровское мониторирование

Холтеровское мониторирование – неинвазивный метод обследования больных с различными нарушениями сердечного ритма, сущность которого состоит в регистрации электрокардиограммы пациента в условиях свободной активности на специальные регистраторы с последующей расшифровкой на дешифраторе.

Современные регистраторы имеют минимальные размеры, что особенно предпочтительно для детей младшего возраста, позволяют регистрировать электрокардиограмму по нескольким каналам или модифицированным отведениям (V1, V3, V5) ЭКГ покоя. В детской практике может быть рекомендован прибор для суточного мониторирования электрокардиограммы по Холтеру, **КР-01 «Кардиан»**.

Показания к проведению холтеровского мониторирования сформулированы на основании рекомендаций ведущих международных кардиологических обществ и разделены на три класса.

I КЛАСС (использование методики необходимо для постановки правильного диагноза, назначения терапии и оценки ее эффективности):

1. Обследование больных с высоким риском развития жизнеугрожающих сердечных аритмий и внезапной смерти.
2. Синкопе, предсинкопе или головокружения у больных с выявленной сердечной патологией, ранее документированной аритмией, искусственным водителем ритма или на фоне физической нагрузки.
3. Возникновение синкопе и пресинкопе на фоне приема препаратов с проаритмогенным эффектом.
4. Синкопе и пресинкопе, причина которых не выявлена другими методами.
5. Сердцебиения у больных оперированных по поводу ВПС или с выраженной недостаточностью кровообращения.
6. Оценка эффективности противоаритмической терапии.
7. Определение показаний к имплантации искусственного водителя ритма.

II А КЛАСС (необходимость исследования решается в индивидуальном порядке, в зависимости от конкретного клинического случая):

1. Синкопе и пресинкопе или жалобы на частое сердцебиение у детей и подростков в отсутствии выявленных сердечных заболеваний.
2. Оценка ритма после назначения антиаритмических препаратов.
3. Асимптоматическая АВ блокада 2 ст.
4. Транзиторная АВ блокада 1 ст. после хирургической коррекции ВПС.
5. Пароксизмальная суправентрикулярная тахикардия.

II В КЛАСС (необходимость исследования решается в индивидуальном порядке, в зависимости от конкретного клинического случая, имеет менее явную необходимость ее применения):

1. Дети младше 3 – х лет с любыми аритмиями.
2. Определение циркадности ранее выявленных аритмий.

3. Больные с постоянной суправентрикулярной тахикардией.
4. Желудочковая экстрасистолия на ЭКГ покоя или стресс – тесте.
5. Обследование детей и подростков из семей, где регистрировались случаи внезапной смерти в молодом возрасте у родственников первой линии родства.

III КЛАСС(необходимость исследования решается в индивидуальном порядке, в зависимости от конкретного клинического случая, применение данной методики может мало добавить информации, влияющей на постановку диагноза, прогноз и тактику ведения больного):

1. Синкопе, персинкопе не кардиальной патологии.
2. Боли в грудной клетке без выявленных заболеваний сердца.
3. Дети и подростки, занимающиеся спортом.
4. Асимптоматический феномен WPW.
5. Короткие сердцебиения у детей и подростков без выявленных заболеваний сердца.

Противопоказанием к проведению холтеровского мониторирования является отсутствие возможности произвести программирование носимой части холтеровского монитора, в связи с тяжелым состоянием пациента (ИБЛ, коматозное состояние и др.).

Требования к проведению холтеровского мониторирования

Перед проведением холтеровского мониторирования медработник должен проинструктировать ребенка о цели исследования, о бережном отношении к оборудованию, о ведении подробного дневника, в котором должен быть отражен характер основной активности (физические нагрузки, курение, стрессы), жалобы больного. Исследование должно проводиться в условиях свободной активности пациента. Если целью исследования ставится оценка эффективности антиаритмической терапии, то в дневнике пациента необходимо указать время приема, дозу препарата. По окончании исследования информация с магнитной ленты прибора или флэш-карты обрабатывается компьютером и проводится врачебный анализ по специальным алгоритмам. Стандартно рекомендуется проведение 24 часового исследования, однако для анализа пригодна запись не менее 12 часов, с полным включением в неё периода ночного сна. Причиной укорочения времени исследования менее 24 часов могут быть технические и организационные аспекты.

Интерпретация полученных данных

При трактовке электрокардиограммы при холтеровском мониторировании необходимо оценить суточную динамику частоты сердечных сокращений (ЧСС), среднедневную ЧСС, среднюю ЧСС в ночное время (таблица 1).

Таблица 1 – Нормативные показатели динамики ЧСС при холтеровском мониторинге здоровых детей (по данным Макарова Л. М., 1990)

Возраст	Время (час)	Девочки	Мальчики
1-2 года	07.00-14.00	116,6 ± 7,5	119,3 ± 3,4
	15.00-22.00	114,2 ± 8,4	117,2 ± 7,3
	23.00-06.00	96,7 ± 6,4	95,8 ± 8,2
Среднесуточная ЧСС		109,4 ± 4,1	110,7 ± 8,5
3-5 лет	07.00-14.00	115,3 ± 6,4	107,8 ± 9,3
	15.00-22.00	104,2 ± 9,7	106,3 ± 9,6
	23.00-06.00	84,5 ± 7,8	78,4 ± 8,1
Среднесуточная ЧСС		97,4 ± 4,6	99,6 7± .9
6-8 лет	07.00-14.00	102,2 ± 2,6	90,2 ± 11,2
	15.00-22.00	98,1 ± 9,4	91,3 ± 9,5
	23.00-06.00	78,6 ± 9,3	73,3 ± 9,7
Среднесуточная ЧСС		86,6 ± 6,5	76,5 ± 8,7
9-11 лет	07.00-14.00	104,9 ± 9,5	92,4 ± 9,4
	15.00-22.00	92,4 ± 9,3	85,8 ± 9,6
	23.00-06.00	85,8 ± 7,2	65,2 ± 7,6
Среднесуточная ЧСС		80,3 ± 8,7	76,4 ± 5,9
12-15 лет	07.00-14.00	92,6 ± 11,3	88,6 ± 9,6
	15.00-22.00	90,9 ± 7,2	82,4 ± 9,7
	23.00-06.00	72,2 ± 9,7	61,8 ± 8,4
Среднесуточная ЧСС		79,1 ± 7,5	70,3 ± 5,8

По данным литературы, у здоровых детей всех возрастных периодов может встречаться синусовая аритмия, выраженная аритмия – у 46% детей только в ночное время. Считается, что это связано с миграцией предсердного водителя ритма, а при наличии синусового ритма - с дыхательной синусовой аритмией или изменением вегетативной регуляции при смене стадий сна. Критерии патологической брадикардии при холтеровском мониторинге представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Критерии патологической брадикардии (минимальная ЧСС)

Возраст	Стандартная ЭКГ, уд/мин	Холтеровское мониторирование, уд/мин
0-1 мес	<100	<100
1 мес. – 1 год	<100	<65

3-9 лет	<60	<45
9-16 лет	<50	<40
взрослые	<45	<35

Для оценки ритма сердца при холтеровском мониторинге используется циркадный индекс. Этот показатель рассчитывается как отношение среднесуточной частоты сердечных сокращений к средненочной. У здоровых детей этот показатель равен $1,32 \pm 0,08$. У детей первого года жизни циркадный индекс несколько снижен по сравнению с детьми более старшего возраста, равен 1,1-1,2. Снижение циркадного индекса менее 1,2 отмечается при заболеваниях, в патогенезе которых задействовано прогрессирующее поражение **интракардиального** аппарата сердца, имеет место снижение вагосимпатической регуляции, при длительном приеме антиаритмических препаратов. Клинически ассоциировано с риском развития жизнеугрожающих аритмий и внезапной смерти (синдром удлиненного интервала QT, кардиомиопатии, ишемическая болезнь сердца).

Об усилении циркадного индекса свидетельствует показатель выше 1,5, что характерно для тренированных спортсменов, больных с экстрасистолией, с высоким исходным уровнем ваготонии. Усиление циркадного индекса клинически ассоциируется с повышением чувствительности ритма сердца к симпатическим влияниям.

При холтеровском мониторинге такая характеристика как циркадность является важной у больных с тахиаритмиями. Выделяют дневной, смешанный и ночной циркадные типы. Выявление смешанной циркадности при экстрасистолии является высокочувствительным дополнительным признаком парасистолии.

У детей при холтеровском мониторинге могут регистрироваться синоатриальная или атриовентрикулярная блокады, обусловленные как вегетативным дисбалансом, так и органическими причинами. Электрокардиографические критерии этих нарушений сердечного ритма не отличаются от стандартной ЭКГ покоя.

У здоровых детей могут регистрироваться короткие паузы, чаще возникающие в ночное время, не превышающие предыдущий R-R интервал более чем в 2 раза (таблица 3).

Таблица 3 – Максимальная продолжительность пауз ритма по данным суточного мониторинга ЭКГ у здоровых детей в возрасте 0-16 лет (Макаров Л.М., 2000)

Возраст	Максимальная продолжительность пауз ритма, мс
Дети до 1 года	1100

1-3 года	1200
3-10 лет	1300
10-16 лет	1500
Старше 16 лет	1750
Старше 18 лет	2020

Одним из важных параметров, оцениваемых при проведении холтеровского мониторирования, является оценка ST – T изменений и длительности интервала QT. Интервал QT – один из наиболее клинически значимых параметров ЭКГ. Изменения интервала QT любого генеза – это фактор риска развития желудочковых тахикардий. У новорожденных в раннем неонатальном периоде при холтеровском мониторировании QTc max колеблется в пределах от 449,4 мс до 529,8 мс, QTc min – от 370,0 мс до 412,0 мс (таблица 4).

Таблица 4 – Максимальная продолжительность интервала QT, независимая от ЧСС, у здоровых детей при холтеровском мониторировании, Л. М. Макаров, 2003г

Возраст	Максимальная продолжительность QT, мс
0-1 год	400
2-3 года	430
4-7 лет	460
8-15 лет	480
Старше 15 лет	500

Основными показателями «нормальной» суточной электрокардиограммы при холтеровском мониторировании являются:

- Короткие паузы ритма от 100 мс у новорожденных и до 1500 мс у подростков;
- Подъем сегмента ST до 2 мм у детей старше 10 лет в ночное время;
- Изменение амплитуды зубца T в положительном диапазоне;
- Максимальная продолжительность интервала QT от 400 мс у новорожденных до 480 мс у подростков, независимо от уровня ЧСС и скорректированный интервал QTc не более 440 мс;
- Наличие коротких периодов изменения амплитуды зубца P, выскальзывающих суправентрикулярных и узловых ритмов[].

Выявленные при холтеровском мониторировании единичные суправентрикулярные и желудочковые экстрасистолы, ночные периоды атриовентрикулярной блокады степени не требуют у «практически здоровых» детей дополнительного обследования,

однако это является ранним проявлением риска развития функциональных расстройств и неспецифических вегетативных дисфункций.

Таким образом, протокол заключения холтеровского мониторирования должен включать оценку:

1. значений средней, минимальной и максимальной ЧСС за сутки, а также отдельно в периоды сна и бодрствования (среднедневная ЧСС, средняя ЧСС в ночное время),
2. основного источника ритма и его суточных изменений,
3. наличия и представленности в течении суток (циркадности) различных видов аритмий,
4. значений продолжительности пауз сердечного ритма, продолжительности максимальной паузы ритма,
5. характера и динамики нарушений процессов реполяризации желудочков, в том числе анализ ST-T изменений, интервала QT (при наличии данной опции у прибора),
6. параметров частотной и временной variability сердечного ритма,
7. функции электрокардиостимулятора.

Суточное мониторирование артериального давления у детей

Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) – метод суточного измерения АД в условиях свободной активности пациента, позволяющий верифицировать начальные отклонения в суточном ритме и величине АД.

Аппараты для проведения СМАД в настоящее время представляют собой легкие, переносные, автоматические приборы, использующие различные методы регистрации АД: осцилометрический, аускультативный, пульсометрический, сочетание этих методов и синхронизацию с ЭКГ. Выбирая монитор для педиатрической практики, следует отдавать предпочтение приборам, работающим по осцилометрическому принципу, а также учитывать возможность работы прибора с манжетками различного размера, наличие детского режима измерения, вес прибора, прочность корпуса, удобство чехла. В педиатрической практике может быть рекомендован амбулаторный суточный монитор АД – **Vplab**.

Показания к проведению СМАД (эксперты ESH):

- ожидаемая гипертония «белого халата»,
- ожидаемая ночная гипертензия,
- необходимость установления степени ночного снижения АД,
- резистентная гипертония,
- контроль за гипотензивной терапией,
- диабет 1-го типа,

- ожидаемая гипотезия,
- вегетативная дисфункция.

Противопоказания к проведению СМАД:

Абсолютных противопоказаний к применению СМАД в педиатрии нет.

Относительным противопоказанием является отсутствие возможности произвести программирование носимой части СМАД, в связи с тяжелым состоянием пациента (ИБЛ, коматозное состояние и др.).

Требования к проведению исследования

Перед проведением СМАД медработник должен проинструктировать ребенка о цели исследования, о бережном отношении к оборудованию, о ведении подробного дневника, в котором должен быть отражен характер основной активности (физические нагрузки, курение, стрессы), жалобы больного. Исследование должно проводиться в условиях свободной активности пациента. Если целью исследования ставится оценка эффективности антигипертензивной терапии, то в дневнике пациента необходимо указать время приема, дозу препарата. По окончании исследования информация с монитора обрабатывается компьютером и проводится врачебный анализ по специальным алгоритмам. Стандартно рекомендуется проведение 24 часового исследования, однако для конкретных клинических ситуаций можно применить сокращенный вариант мониторинга (3, 6, 9, 12 часов). Для оценки средних значений АД и степени ночного снижения достаточно 14 измерений в дневные и 7 - в ночные часы, для определения эффективности антигипертензивной терапии – не менее 2 измерений в пределах каждого часа (эксперты ESH, 2005).

Выбор интервала измерений зависит от цели исследования и времени суток. Рекомендуется программирование монитора для измерения АД в дневное время через 15-20 минут, в ночное время через – 30 минут.

Интерпретация полученных данных

При СМАД рассчитываются следующие показатели:

- Среднее АД (систолическое, диастолическое, пульсовое) за сутки;
- Среднедневное (систолическое, диастолическое, пульсовое),
- Средноночное (систолическое, диастолическое, пульсовое),
- индекс времени гипертензии (день и ночь),
- вариабельность АД в течении суток,
- суточный индекс (день и ночь).

Показатель среднего АД (систолического, диастолического, пульсового) при СМАД дает наиболее точное представление об уровне АД у ребенка. В 1997 г. были определены должные средние значения АД по данным СМАД у детей (см. приложение).

Индекс времени гипертензии позволяет оценить время повышения АД в течение суток. Индекс времени превышающий 25% для систолического АД нужно рассматривать как патологический. При лабильной форме артериальной гипертензии этот показатель колеблется от 25 до 50%, при стабильной превышает 50%.

Суточный индекс дает представление о циркадности АД в течении суток. Для большинства здоровых детей характерно ночное снижение АД на 10-20% по сравнению с дневными показателями. По времени суточного индекса выделяют четыре группы пациентов:

1. Нормальное снижение АД в ночное время (суточный индекс 10-20%), *dippers*
2. Отсутствие снижения АД в ночное время (суточный индекс менее 10%) *non – dippers*,
3. Повышенное снижение АД в ночное время (суточный индекс более 20%), *over – dippers*,
4. Подъем АД в ночное время (суточный индекс менее 0%) *night - peakers*.

Для детей с симптоматической артериальной гипертензией характерно повышение ночного АД по сравнению с величинами среднедневного АД (*night – peakers*).

По данным СМАД, можно диагностировать лабильные и стабильные формы артериальной гипертензии. Критериями лабильных форм артериальной гипертензии являются:

1. Повышение средних значений САС и ДАД от 90 до 95 перцентиля распределений этих параметров для соответствующих ростовых показателей.
2. Повышение выше нормативных значений индекса времени гипертензии в дневное и ночное время от 25 до 50%.
3. Повышенная вариабельность АД.

Критериями стабильных форм артериальной гипертензии являются:

1. Повышение средних значений САС и ДАД выше 95 перцентиля распределений этих параметров для соответствующих ростовых показателей.
2. Повышение выше нормативных значений индекса времени гипертензии в дневное и ночное время более 50%.

В последние годы отмечается тенденция к росту частоты артериальной гипертензии у детей. С каждым годом появляется все больше и больше сведений в литературе о том, что гипотонические состояния в последующем могут трансформироваться в гипертоническую болезнь, а также быть фактором риска ишемической

болезни сердца. В связи с чем, очень важно диагностировать при СМАД не только гипертонические, но и гипотонические состояния.

Критериями лабильных форм артериальной гипотензии являются:

1. Снижение средних значений САС и ДАД ниже 5 перцентиля.
2. Колебание индекса времени в пределах от 25% до 50%.

Критериями стабильных форм артериальной гипотонии являются:

1. Снижение средних значений САС и ДАД ниже 5 перцентиля.
2. Повышение выше нормативных значений индекса времени свыше 50%.

Значение 5 перцентиля АД по данным СМАД представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры 5 перцентиля АД по данным СМАД у детей 13-15 лет

Время суток	Девочки		Мальчики	
	САД	ДАД	САД	ДАД
сутки	87	45	94	49
День (8-22 часа)	96	53	98	55
Ночь (23-7 часов)	79	47	86	48

Для детей с артериальной гипотонией характерно наличие суточного индекса по типу «over-dippers», т.е. избыточное снижение АД в ночное время суточного индекса более 20%.

Велоэргометрия

Велоэргометрия – это проба с дозированной физической нагрузкой, позволяющая оценить толерантность к физической нагрузке. Проводится по методике ступенеобразно возрастающей непрерывной физической нагрузки (PWC170).

Показания к проведению велоэргометрии:

1. Оценка специфических симптомов, которые индуцируются физической нагрузкой.
2. Оценка или выявление патологического ответа со стороны сердечно-сосудистой системы и системы органов дыхания, выявление скрытой сердечно-сосудистой недостаточности, аритмий, нарушения процесса реполяризации.
3. Оценка функционального состояния и физической работоспособности:
 - Определение инотропного резерва сердца.
 - Определение хронотропного резерва сердца.
 - Определение коронарного эффекта
 - Определение пороговой мощности.

Противопоказаниями к проведению велоэргометрии являются:

1. Тяжелое состояние больного.
2. Острый период заболевания.
3. Повышение температуры тела.
4. Выраженная сердечно-сосудистая недостаточность.
5. Гипертонический криз.
6. Тяжелое нарушение ритма (тахикардия свыше 100-110 ударов в 1 минуту, групповые, частые полиморфные экстрасистолы, мерцательная аритмия, полная АВ блокада, СА блокада).
7. Острый тромбофлебит.
8. Выраженная сердечная недостаточность.
9. Болезни суставов, нервной и нервно-мышечной системы.
10. Реконвалесценция после инфекционных заболеваний (1 месяц).
11. Врожденные пороки сердца.

Требования к проведению велоэргометрии

Тест выполняется на велоэргометре. Предпочтение в педиатрии отдается тредмилу, т.к. такой вид нагрузки как бег более физиологичен для ребенка, не зависит от предварительных навыков и позволяет значительно снизить возраст обследуемых детей до 3-4 лет. Помещение, в котором проводится исследование должно быть достаточной площади. Температура в помещении должна быть 20-24°C, относительная влажность 50-60%. Кабинет должен быть оборудован оборудованием (стетоскоп, тонометр, дефибрилятор, воздуховоды, портативный респиратор, роторасширитель, языкодержатель, ларингоскоп) и необходимыми медикаментами для оказания первой помощи (адреналин, изопреналол, преднизолон, лидокаин, новокаиномид, хлорид кальция, сульфат магния, глюкоза 5%, физиологический раствор, нитроглицерин, обзидан, коренфар, баралгин, фентанил, эуфиллин, кордиамин, мезатон, ингаляционные бронхолитики). Исследование нельзя проводить натощак.

Начальная мощность первой ступени физической нагрузки составляет 1,0 Вт/кг, вторая 2,0 Вт/кг, третья 3,0 Вт/кг. Продолжительность каждой ступени 3 минуты. Частота педалирования должна составлять 60 оборотов в минуту. Во время проведения исследования необходим постоянный контроль за ЭКГ, АД (измеряют каждую минуту). В период восстановления АД можно измерять на 1, 3, 5, 7, 10 минутах. Проба прекращается при достижении частоты сердечных сокращений 170 ударов в минуту, либо при появлении клинических признаков неадекватной переносимости физической нагрузки:

- повышении САД выше 190 мм рт. ст, ДАД выше 95 мм рт. ст.,
- болей в области сердца,
- отказа пациента от дальнейшего проведения нагрузки,
- появление ишемических изменений на ЭКГ.

Интерпретация полученных данных

В зависимости от реакции АД на нагрузку выделяют следующие варианты реакции:

1. нормотонический,
2. гипотонический,
3. гипертонический (систолический, систоло-диастолический),
4. диастолический.

Нормотонический тип реакции на физическую нагрузку характеризуется постепенным приростом АД в соответствии с мощностью нагрузки и постепенным возвратом к исходным величинам АД на 3-5 минуте периода восстановления. Максимально допустимые цифры САД 180-220 мм рт. ст. на высоте 3 или 4 ступеней нагрузки.

Гипотонический тип реакции на физическую нагрузку характеризуется снижением диастолического АД при нагрузке более чем на 30мм рт. ст.

Для **гипертонического систолического варианта** характерно изолированное повышение систолического давления более 160-180 мм рт. ст., для **систо-диастолического** – подъем свыше 160-180/80-100 мм рт. ст.

Самый неблагоприятный тип гемодинамического ответа на нагрузку – **диастолический**, при котором происходит изолированное повышение диастолического АД.

Прирост ЧСС должен нарастать постепенно по мере увеличения мощности нагрузки. Восстановление ЧСС к исходным цифрам происходит в норме к 3-5 минуте периода восстановления. Ускоренный прирост ЧСС при выполнении нагрузочного теста и длительное сохранение тахикардии в восстановительном периоде может быть следствием не тренированности или сердечной недостаточности.

Показатели физической работоспособности:

PWC (physical working capacity) - величина, характеризующая достигнутую мощность нагрузки – это мощность последней ступени нагрузочного теста (Вт).

Индекс инотропного эффекта рассчитывается как отношение разности между АД максимально достигнутым во время нагрузки и АД до нагрузки к АД исходному.

Индекс хронотропного эффекта – отношение разности между ЧСС максимально достигнутой во время нагрузки и ЧСС на исходной электрокардиограмме к ЧСС исходной.

Коронарный эффект рассчитывается по формуле:

$$\frac{220 - \text{возраст ребенка в годах} \times 100\%}{\text{ЧСС максимально достигнутое}}$$

Двойное произведение (у.е.) косвенно отражает потребление кислорода миокардом, рассчитывается по формуле:

$$\frac{\text{ЧСС максимально достигнутое} \times \text{САД максимально достигнутое}}{100}$$

У здорового человека этот показатель на высоте нагрузки может достигать 300 у.е. и более, у больных с патологией сердечно-сосудистой системы он может быть ниже 150 у.е.

При артериальной гипотонии характерно снижение толерантности к физической нагрузке, активация хронотропных механизмов, обусловленных тахикардией.

У больных с артериальной гипертензией происходит снижение мощности выполненной нагрузки и объема выполненной работы, что чаще характерно для детей со стабильной артериальной гипертензией. Показатель двойного произведения у таких больных снижен, что свидетельствует о том, что высокой «кислородной ценой» выполнена физическая нагрузка.

Вариабельность сердечного ритма

На ритмичное сокращение сердца влияет любое воздействие внешней среды. Вегетативная нервная система обеспечивает процессы адаптации человека к различным неблагоприятным факторам. Дисбаланс между симпатической и парасимпатической системами приводит к соматическим расстройствам. Основным и простым методом оценки симпато-парасимпатического баланса является изучение вариабельности сердечного ритма (ВСР).

Показания:

- оценка уровня функциональных резервов ритма сердца по поддержанию адекватной гемодинамики;
- оценка общей активности регуляторных механизмов;
- оценка активности сегментарных и надсегментарных структур.

Противопоказания:

- частая экстрасистолия;
- выраженная вариабельность RR интервалов.

Требования к проведению ВСП

Для анализа ВСП в соответствии с международными стандартами, принятыми в 1996г. Европейским кардиологическим обществом и Северо-Американским обществом стимуляции и электрофизиологии, требуется краткосрочная запись электрокардиограммы 300 сек (5 мин) или долгосрочная запись 24 часа при холтеровском мониторинге. Для выполнения этого исследования, при короткой записи электрокардиограммы, больного укладывают на кушетку в тихой комнате с постоянной температурой 20°C и регистрируется два или три электрокардиографических отведения. Рекомендуется для трактовки II, avF отведения. Можно использовать отведения по Небу. При холтеровском мониторинге электроды накладываются согласно установленным методикам. Анализ ВСП проводится в рабочем порядке по протоколу.

Интерпретация полученных данных

Классическими методами интерпретации ВСП являются:

- временной или статистический;
- частотный или спектральный анализ.

Эти методы лишь различные математические способы одного и того же феномена, взаимодополняющие друг друга.

Длительное время наиболее распространенным методом временного анализа ВСП была вариационная пульсометрия по Р.М. Баевскому, кардиоинтервалограмма (КИГ), которую рассматривают как совокупность последовательных интервалов RR. Для расчета показателей КИГ используются только короткие выборки (100 кардиоциклов). Данный метод основан на статистическом анализе последовательных интервалов RR. Выделяют следующие параметры КИГ:

- **Мода - Mo** (мс) – значение RR интервала в максимальном разряде гистограммы или наиболее часто повторяющийся интервал RR во всем кардиомассиве. Это показатель, определяющий уровень функционирования синусового узла.
- **Амплитуда моды – AMo** (%) - частота встречаемости моды, определяемая в процентах.
- **Вариационный размах – ΔX** (мс) – разница между максимальным и минимальным значениями RR в гистограмме.
- **Индекс напряжения – ИН** (УЕ) – рассчитывается по формуле:

$$\frac{AMo (\%)}{2 \cdot Mo \cdot \Delta X}$$

В состоянии эйтонии ИН колеблется в пределах от 30 до 90 УЕ, при симпатикотонии он должен быть свыше 90 УЕ, а при ваготонии – менее 30 УЕ.

Показатель M_0 и A_{M_0} отражают активность симпатико-адреналовой системы, а ΔX – уровень парасимпатической регуляции.

Временной анализ относится к группе методов анализа ВСП, основанных на применении статистических программ к обсчету выделенного количества интервалов RR, с последующей интерпретацией. Основными показателями временного анализа ВСП являются:

- **Mean** (мс) – среднее значение всех RR интервалов (это величина обратная средней частоте сердечных сокращений);
- **SDNN** (мс) – стандартное отклонение всех анализируемых RR интервалов;
- **SDNN-i** (мс) – среднее значение стандартных отклонений за 5 минутные периоды;
- **SDANN-i** (мс) – стандартное отклонение усредненных за 5 минут значений интервалов RR;
- **rMSSD** (мс) – квадратный корень суммы разностей последовательных RR интервалов;
- **pNN50** (%) – эпизоды различия последовательных интервалов RR более чем на 50 мс в процентах;
- **SDSD** – стандартное отклонение разницы между соседними интервалами RR.

Преимуществом временного анализа ВСП являются простота расчета интерпретации полученных данных, количественно характеризующие и разброс RR интервалов. Чем выше разброс RR интервалов, тем выше ВСП.

Спектральный анализ предполагает разделение обрабатываемой выборки RR интервалов с помощью быстрого преобразования Фурье. При спектральном анализе обрабатываются короткие и длинные отрезки времени. Выделяют четыре основных диапазона для анализа ВСП:

- **Высокочастотный (high frequency-HF)** - волны от 0,15 до 0,40 Гц;
- **Низкочастотный (low frequency-LF)** – волны от 0,04 до 0,15 Гц;
- **Очень низкие волны (very low frequency-VLF)** – волны от 0,0033 до 0,4 Гц;
- **Сверхнизкие волны (ultra low frequency-ULF)** – волны до 0,0033 Гц.

Спектральный или временной анализ ВСП является математическим преобразованием. Высокочастотный компонент спектра (**HF**) отражает уровень дыхательной аритмии и парасимпатических влияний на сердечный ритм. Низкочастотный компонент (**LF**) отражает симпатическое влияние на сердце, но и парасимпатический тонус также влияет на его формирование.

Показатель отношения низких компонентов к высокочастотным говорит об уровне вагосимпатического баланса.

Математический анализ ритма позволяет сделать не только статистическую интерпретацию, но и изобразить результат в виде графиков и фигур. Примером графических методов оценки ВСР являются скатерограмма, в норме представляющая собой эллипс, вытянутый вдоль биссектрисы, корреляционная гистограмма и автокорреляционное облако.

В зарубежной литературе чаще используется термин Lorenz plot. Сущность метода состоит в построении на осях координат значений двух соседних RR интервалов. Преимуществом данного метода является наглядность соотношения различных компонентов сердечного ритма, количественно определить различные частотные составляющие колебания сердечного ритма, а также возможность удаления артефактов записи. При формировании врачебного заключения требуется определить фон вегетативной регуляции и дать оценку синусового ритма.

Фоном вегетативной регуляции называется характер волновой структуры ритма, определяемый по спектральному анализу ВСР. В норме синусовый ритм всегда нерегулярный, то есть всегда имеется некоторая разница между значениями продолжительности соседних RR интервалов. При 5 мин записи электрокардиограммы разброс RR интервалов составляет в среднем 300 мс, у спортсменов - около 500 мс. Величина стандартного отклонения (SDNN) колеблется от 69,6 до 43,9 мс. У здоровых людей нерегулярность сердечного ритма более выражена, чем у детей с заболеваниями сердца. Чем выраженнее заболевание, тем меньше ВСР. Маловариабельным считается ритм, когда колебания RR интервалов не превышают 50 мс, а условно маловариабельным – при величине стандартного отклонения ниже 25 мс. Наименее благоприятным в прогностическом отношении считается ригидный ритм, который чаще встречается при выраженной патологии. Нормативные параметры спектрального и временного анализа, используемые при оценке ВСР, в различных возрастных группах приведены в приложении.

Для выяснения реакции вегетативной системы на внешние раздражители применяют функциональные пробы, которые позволяют оценить реактивность и обеспечение ВНС. Под вегетативной реактивностью следует понимать изменение вегетативных реакций организма на влияние внешних или внутренних раздражителей. Чем выше исходная активность физиологического

состояния, тем меньше ее относительное изменение при воздействии раздражителей. При оценке ВСР используются показатели временного и спектрального анализа. Выделяют следующие варианты вегетативной реактивности (ВР):

- **симпатикотонический (нормальный);**
- **гиперсимпатикотонический (избыточный);**
- **асимпатикотонический (недостаточный).**

В зависимости от показателей исходного вегетативного тонуса методом временного анализа определяют тип ВР по соотношению индекса напряжения в ортостазе к индексу напряжения в покое (таблица 6).

$$\frac{\text{Индекс напряжения в ортостазе, в у.е}}{\text{Индекс напряжения в покое, в у.е}}$$

Таблица 6 – Определение типа вегетативной реактивности

индекс напряжения в покое	Типы вегетативной реактивности		
	нормальный	Гиперсимпати- котонический	Асимпатикото- нический
30	1-3	больше 3	меньше 1
30-60	1-2,5	больше 2,5	меньше 1
61-90	0,9-1,8	больше 1,8	меньше 0,9
91-160 и более	1,5-0,7	больше 1,5	меньше 0,7

Данные, приведенные в таблице 1, позволяют определить ВР только у детей старше 10 лет вследствие уменьшения удельного веса гуморального звена регуляции вегетативной деятельности, снижается централизация управления механизмов саморегуляции сердца (Л.М. Беляева).

Вегетативным обеспечением считают поддержание оптимального уровня функционирования вегетативной нервной системы при воздействии различных нагрузок (физических, эмоциональных, умственных). Выделяют следующие варианты характера вегетативного обеспечения:

- **гипердиастилический;**
- **гиперсимпатикотонический;**
- **асимпатикотонический;**
- **астеносимпатический;**
- **асимпатикотонический.**

Таким образом, проводя анализ ВСР можно не только определить вегетативный фон, а также дать оценку сердечного ритма, выявить адаптационные возможности организма на внешние раздражители и сделать прогноз заболевания.

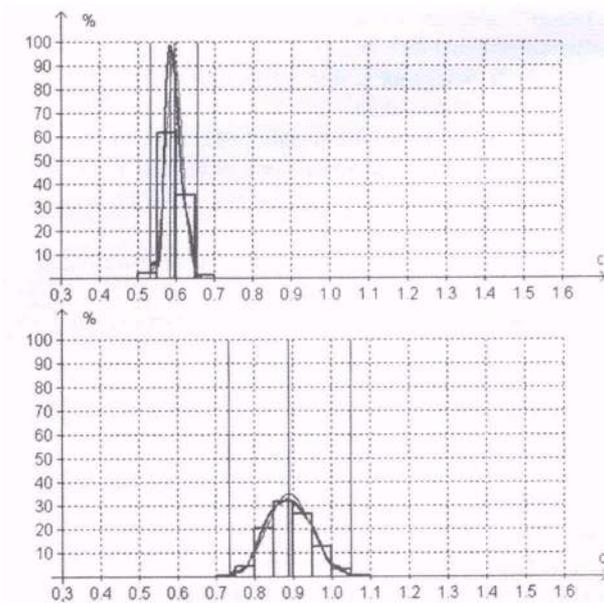


Рис. 3. Образцы вариационных пульсограмм при тахикардии и нормокардии (гистограмма и график плотности распределения)

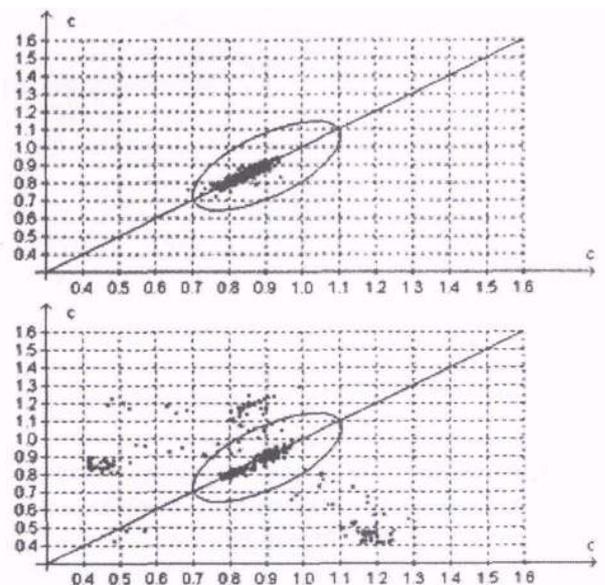


Рис. 5. Образцы корреляционных ритмограмм (КРГ) - скатерограмм, сверху - нормальная КРГ, внизу - у пациента с аритмией

Анатомо-физиологические особенности органов дыхания у детей

По мере роста и развития ребенка происходят физиологические изменения в дыхательной системе. Органы дыхания у детей отличаются по сравнению со взрослыми не только меньшими размерами, но и незаконченной дифференцировкой ткани и клеток. Короткость и узость дыхательной трубки, слабый слой гладкой мускулатуры, обильная васкуляризация, легкая ранимость способствуют переходу воспалительных процессов из верхних дыхательных путей на нижние. Слабые экскурсии грудной клетки, горизонтальное расположение ребер ведет к недостаточной вентиляции легких. Богатство кровеносными сосудами, почти постоянное горизонтальное положение ребенка создают условия для застоя.

Недостаточная дифференцировка легочной ткани, слабое развитие эластических волокон ведет к возникновению ателектазов – исходных пунктов для воспалительных процессов.

Частота дыхательных движений у новорожденного 40-60 в 1 минуту, у годовалого - 30-35, в 10 лет – 20 в минуту. Объем одного дыхательного движения у новорожденного в среднем - 20 см³, в 14 лет - 300-400 см³. Минутный объем дыхания у новорожденных – 800-900 см³, у годовалых - 2600 см³, в 5 лет - 3200 см³, в 14-15 лет - около 5000 см³. На одно дыхательное движение у новорожденных в среднем приходится 3 пульсовых удара, у детей первых лет жизни - 3-4 удара, у взрослых - 4-5 ударов, Жизненная емкость легких ребенка в 5-6 лет составляет около 1100 м³ в 10 лет около 1600 см³, в 14-16 лет - 3200

см³.

В педиатрической практике имеется ряд трудностей, возникающих при исследовании функции внешнего дыхания. Прежде всего, имеются ограничения по возрасту. Дети моложе 4-5 лет не способны правильно выполнять дыхательные маневры, в связи с чем им не возможно выполнить спирографическое исследование. В этом возрасте можно использовать плетизмографию. Кроме того возникают сложности с детьми, которые имеют индивидуальные поведенческие особенности, задержку нервно-психического развития. Хорошего выполнения дыхательных маневров можно добиться у ребенка с пятилетнего возраста.

Функциональные исследования органов дыхания

Спирография – это графический метод регистрации изменения легочных объемов при выполнении различных дыхательных маневров. Пневмотахография – метод графической регистрации потока (объемной скорости движения воздуха) при спокойном дыхании и при выполнении определенных маневров. Современное спирометрическое оборудование позволяет определять все перечисленные параметры.

Показания к проведению спирографии

Спирографическое исследование показано детям и подросткам:

1. при выявлении у них жалоб и изменений аускультативной картины в легких, а также наличием у них рентгенологических, лабораторных изменений;
2. с наличием бронхоспазма или подозрением на бронхоспазм;
3. перед участием в программах, требующих чрезмерных физических усилий (соревнования);
4. для оценки эффективности курса терапии бронходилататорами, кортикостероидами при бронхиальной астме, интерстициальных болезнях легких;
5. для оценки эффективности других методов лечения (лечение антибиотиками при кистозном фиброзе);
6. для оценки прогноза, послеоперационного риска;
7. с целью мониторинга показателей внешнего дыхания для оценки прогрессирования болезни при легочной патологии (бронхиальная астма, интерстициальные болезни легких), при нервно-мышечных болезнях (синдром Гийена-Барре);
8. для эпидемиологического исследования (сравнение изменений параметров функции внешнего дыхания детей, живущих в разных условиях окружающей среды).

Требования к проведению исследований функции внешнего дыхания

Спирографическое обследование должно проводиться в специальном помещении при максимальном физическом и психическом комфорте. Исследование необходимо проводить утром натощак или через 2-3 часа после еды. Не стоит выполнять спирографию детям младше 5 лет. В идеале ребенок не должен использовать бронходилататоры короткого действия не менее чем за 4 часа до теста, избегать физических упражнений за 30 минут до теста, употреблять алкоголь, носить одежду, сдавливающую грудную клетку и затрудняющую брюшное дыхание.

В помещении, где проводится исследование, необходимо измерить окружающую температуру и атмосферное давление, чтобы можно было привести измеряемые величины в соответствии с системой ВТРС (Body Temperature Pressure Saturated). Коэффициенты для приведения показателей в соответствии с системой ВТРС приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Коэффициенты для приведения объемов газов к стандартным условиям

№п\п	Температура	Приведение к ВТРС
1	16	1,123
2	17	1,117
3	18	1,113
4	19	1,108
5	20	1,102
6	21	1,096
7	22	1,091
8	23	1,085
9	24	1,080
10	25	1,075

Медсестра, выполняющая исследование, должна обязательно зарегистрировать Ф.И.О., возраст, рост и массу тела ребенка. Если он применяет какой-то препарат необходимо указать его. До начала исследования ребенок должен посидеть 5-10 минут. Это время позволит объяснить суть проводимого исследования. Во время проведения дыхательных маневров ребенок должен чувствовать себя комфортно, удобно сидеть. Между тестами нужно делать небольшие перерывы, чтобы дать возможность пациенту восстановить дыхание. В течении всего времени проведения дыхательных маневров необходимо наблюдать за ребенком, чтобы убедиться в правильном выполнении им тестов.

Ребенку накладывают носовой зажим, объясняют о том, что загубник нужно плотно охватить губами. Начинают с определения ЖЕЛ. Необходимо провести не менее 2-х маневров, берется большее значение ЖЕЛ. Далее рекомендуется измерить ФЖЕЛ. При ФЖЕЛ ребенок должен полностью вдохнуть и затем выдохнуть в датчик максимально быстро и полно до тех пор, пока весь объем воздуха не будет выдохнут, после чего сделать максимальный вдох до полного наполнения легких воздухом. Для обеспечения достаточной воспроизводимости пациент должен выполнить не менее трех качественных тестов. Между повторными маневрами нужно дать время ребенку отдохнуть. Во время исследования необходимо следить за самочувствием детей, если в результате дыхательных маневров развился бронхоспазм, тест прекращают.

Интерпретация данных спирографического исследования

Для оценки полученных данных рекомендуем следующий алгоритм:

При обструктивном типе нарушений значения ОФВ1 и СОС25-75 уменьшаются. ЖЕЛ долгое время остается нормальной, однако при тяжелых обструктивных процессах этот показатель всегда снижен. Показатель ОЕЛ не изменяется. Индекс Тиффно уменьшен, особенно при нормально значении ЖЕЛ.

Рестриктивный тип нарушений характеризуется снижением ОЕЛ и примерно пропорциональным уменьшением всех составляющих объемов. Индекс Тиффно в норме или выше нормы. Значение пиковой объемной скорости форсированного выдоха остается нормальной СОС25-75 изменяется мало.

Смешанный вариант нарушений характеризуется сочетанием признаков обструктивного типа нарушений и сниженной ЖЕЛ.

Одним из важных диагностических моментов является оценка «кривой поток-объем», которая позволяет выявлять изолированную обструкцию периферических бронхов. В норме у здоровых детей кривая вдоха может иметь вариации, незначительно отличающиеся друг от друга. Кривая выдоха менее постоянна по своей форме, чаще напоминает овал.

Функциональные пробы

Для проведения дифференциальной диагностики обструктивного синдрома в педиатрической практике используются такие функциональные пробы как бронходилатационные тесты и тест с физической нагрузкой.

Бронходилатационные тесты

Бронходилатационные тесты позволяют выявлять скрытый бронхоспазм, оценивать эффективность проводимой терапии у детей с бронхиальной астмой, они показаны при подборе терапевтических доз бронходилататора. Результат бронходилатационного теста зависит от выбора врачом бронхолитика, вводимой дозы, времени введения, а также от правильного ингаляционного введения препарата.

Для выполнения бронходилатационного теста необходимо, чтобы ребенок не пользовался бронходилататором короткого действия в течении как минимум 4 часов до теста, бронходилататором длительного действия в течении 12 часов до теста, теофиллинами медленного высвобождения и длительно действующим холинолитиком – в течении 24 часов. Если пациент получает ингаляционные кортикостероиды, бронходилататоры длительного действия или пероральную терапию, которую нельзя прерывать, то в протоколе исследования нужно отметить всю лекарственную терапию.

Бронходилатационный тест должен выполняться тогда, когда пациент клинически стабилен и у него нет проявлений острой респираторной инфекции. Перед проведением бронходилатационного теста медицинский персонал предварительно должен подробно проинструктировать пациента, рассказать, как правильно нужно выполнять ингаляцию бронхолитика, ибо от этого зависит успех и правильность выполнения теста.

По стандартной методике проводят спирографическое исследование. Затем ребенку ингаляционно с помощью спейсера и небулайзера вводят выбранный β -агонист короткого действия. При использовании сальбутамола рекомендуется повторную спирограмму регистрировать через 15 минут, атровента – 30 минут [Турина О.И. и авт, 2002].

Положительным считают тест, если ОФВ1 выше более чем на 15% от должного значения после вдыхания бронхолитика (Δ ОФВ1 исх%). Показатель прироста ОФВ1 рассчитывают по формуле:

$$\Delta\text{ОФВ1 исх}\% = \frac{\text{ОФВ1бр(мл)} - \text{ОФВ1исх(мл)}}{\text{ОФВ1исх(мл)}} \times 100\%$$

где Δ ОФВ1исх (мл) – показатель прироста ОФВ1 после пробы с бронхолитиком;

ОФВ1бр – показатель ОФВ1 после использования бронхолитика;

ОФВ1исх – показатель ОФВ1 на исходной спирограмме.

Чтобы полнее учесть реакцию воздухоносных путей на бронходилататор можно рассчитывать индекс, который представляет собой суммарный прирост 3 скоростей форсированного выдоха на уровне 25%, 50%, 75% ФЖЕЛ (МОС25, МОС50, МОС75):

ИПБ (индекс проходимости бронхов) = Δ МОС25% + Δ МОС50% + Δ МОС75%,

где $\Delta\text{МОС}25\% = \frac{\text{МОС}25\text{бр} - \text{МОС}25\text{исх}}{\text{МОС}25\text{исх}} \times 100\%$

$\Delta\text{МОС}50\% = \frac{\text{МОС}50\text{бр} - \text{МОС}50\text{исх}}{\text{МОС}50\text{исх}} \times 100\%$

$\Delta\text{МОС}75\% = \frac{\text{МОС}75\text{бр} - \text{МОС}75\text{исх}}{\text{МОС}75\text{исх}} \times 100\%$

Индекс проходимости бронхов разного калибра, отражающего проходимость бронхов разного калибра, является достаточно специфичным и чувствительным показателем (Клинический протокол диагностики и лечения бронхиальной астмы, 2006). В норме он равен не более 37%.

Тест с физической нагрузкой

Тест с физической нагрузкой рекомендуется проводить у детей бронхиальной астмой в межприступном периоде. Исследование необходимо выполнять в специальном помещении при максимальном физическом и психическом комфорте. Помещение должно быть оборудовано не только медицинскими приборами для воспроизведения физической нагрузки (велозергометр, тредмил), но и оборудованием и медикаментами для оказания неотложной помощи (см. требования к велозергометрии). Кроме того, в кабинете должен быть перечень медикаментов для оказания экстренной неотложной помощи, т.к. в ходе проведения теста с физической нагрузкой могут возникнуть осложнения со стороны сердечно-сосудистой системы (нарушения сердечного ритма, гипертонический криз), или развиться бронхоспазм. Врач, выполняющий такое исследование, должен владеть навыками оказания неотложной помощи.

Перед проведением теста медицинский персонал предварительно должен подробно инструктировать пациента о том, как правильно нужно выполнять физическую нагрузку (темп педалирования на велозергометре - 60 оборотов в минуту), объяснить ребенку о необходимости рассказывать медицинскому персоналу обо всех неприятных ощущениях (головная боль, головокружение, затруднение дыхания и т.д.). По стандартной методике ребенку проводят спирографическое исследование, регистрируют первую спирограмму. Затем дают ему нагрузку на велозергометре или тредмиле из расчета 1,5 Вт\кг в течении 6-10 минут. В течении всего времени физической нагрузки следует мониторировать число сердечных сокращений. После того как физическая нагрузка прекращается, через 3-5 минут регистрируют вторую спирограмму по стандартной методике. Через 2 часа регистрируют третью отсроченную спирограмму.

Оценка результатов теста проводится путем сравнения спирометрических показателей до и после нагрузки. Процент снижения ОФВ1 рассчитывается по формуле:

$\% \text{ОФВ1} = \frac{\text{ОФВ1 исходный} - \text{ОФВ1 после нагрузки}}{\text{ОФВ1 исходный}} \times 100\%$

ОФВ1 исходный.

Критерием постнагрузочного бронхоспазма является уменьшение показателей ПОСВ, ФЖЕЛ, ОФВ1 более чем на 15% через 3-5 минут отдыха после физической нагрузки.

Анатомо-физиологические особенности нервной системы у детей

У новорожденных головной мозг имеет относительно большую величину, чем у взрослых: его масса составляет около $\frac{1}{8}$ массы тела и весит в среднем около 400 г. К концу первого года жизни масса мозга уже составляет $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{12}$ массы тела, к пяти годам составляет $\frac{1}{13}$ — $\frac{1}{14}$ часть массы тела. У взрослых первоначальная масса мозга составляет $\frac{1}{40}$ массы тела, абсолютный вес мозга равен 1400 г. По мере роста мозга изменяются пропорции черепа [20].

У новорожденных ткань мозга еще незрелая. Клетки серого вещества мозга, двигательные проводящие системы (пирамидные пути) недоразвиты. Вещество полушарий головного мозга слабо дифференцировано на белое и серое вещество, так как нервные клетки расположены как в корковом слое, так и в глубине полушарий мозга. Но по мере развития извилин и увеличения в связи с этим поверхности головного мозга нейроны постепенно мигрируют в серое вещество.

С возрастом ребенка увеличивается количество извилин полушарий головного мозга, изменяется их форма и топографическое положение. Особенно этот процесс выражен в первые шесть лет. Анатомические соотношения мозговых структур и их зрелость, которые наблюдаются у взрослых, устанавливаются к пятнадцати — шестнадцати годам, но окончательно формируются они лишь к двадцати годам.

Спинной мозг у новорожденных морфологически имеет более зрелое строение по сравнению с головным мозгом. Это определяет его более совершенное функционирование и относительно зрелые спинальные автоматизмы к моменту рождения. С возрастом ребенка рост спинного мозга отстает от роста позвоночника и его нижний конец, таким образом, перемещается кверху. Окончательное соотношение спинного мозга и позвоночника устанавливается к пяти-шести годам. Заканчивается рост и созревание спинного мозга и позвоночника к двадцати годам. За это время его масса увеличивается почти в восемь раз [20].

У новорожденных периферическая нервная система (черепные и спинномозговые нервы) еще слабо миелинизирована, т. е. нервные волокна недостаточно покрыты особой, богатой жирами миелиновой оболочкой. В разных отделах нервной системы миелинизация выражена по-разному. В первую очередь миелинизируются волокна, которые осуществляют жизненно важную функцию (сосание,

глотание, дыхание и т. п.) Черепно-мозговые нервы миелинизируются более активно в течение первых трех-четырех месяцев жизни. Их миелинизация завершается приблизительно к году жизни младенца.

Вегетативная нервная система к рождению ребенка оказывается более зрелой и функционирует уже с момента рождения. Приведенные данные свидетельствуют о том, что уже на самых ранних этапах эмбриогенеза развитие нервной системы осуществляется по принципу системогенеза с развитием в первую очередь тех отделов, которые необходимы для обеспечения жизненно необходимых врожденных реакций, создающих первичную адаптацию ребенка после рождения (пищевые, дыхательные, выделительные, защитные реакции).

Для оценки уровня индивидуального развития нервной системы (онтогенетического уровня) имеет значение не столько оценка степени анатомической зрелости тех или иных элементов, сколько оценка их способности регулировать определенную функцию. Отсюда следует, что процессы онтогенеза можно понять глубоко с позиций системогенеза, т. е. не изолированного, а посистемного развития нервных элементов. Важнейшее значение при этом имеет поступательное развитие нервной системы.

Последние годы ознаменовались развитием существующих и появлением новых направлений в диагностике заболеваний нервной системы.

Электроэнцефалография (ЭЭГ)

Электроэнцефалография - это раздел электрофизиологии ЦНС, занимающийся изучением закономерностей распространения электрической активности в головном мозге для определения его функционального состояния. Внедрение таких функциональных методов исследования, как видеомониторинг ЭЭГ, амбулаторный мониторинг ЭЭГ и полисомнография стало качественно новым направлением в решении диагностических задач, стоящих перед неврологами [3, 8, 9, 24].

При рутинной ЭЭГ патологию можно обнаружить лишь у 50% или менее пациентов. Повысить информативность ЭЭГ до 90% можно с помощью выполнения повторных исследований, депривации сна и длительной по времени регистрации ЭЭГ [24]. Благодаря современным технологиям появилась возможность проведения длительного ЭЭГ-мониторинга с использованием видеомониторинга (vidio-EEG) и амбулаторного мониторинга (ambulatory EEG) [4, 24].

Электроэнцефалография позволяет:

1. Дифференцировать диффузный патологический процесс (сосудистый, воспалительный) от очагового поражения (опухоль, гематома, абсцесс)

2. Установить сторону поражения по наличию межполушарной асимметрии.
3. Локализовать первичный очаг в одном из полушарий.
4. Установить степень выраженности и характер общемозговых (диффузных) нарушений.
5. Выявить эпилептогенный корковый фокус и характер диффузных изменений при нем.
6. Выявить характер общей реактивности коры головного мозга с помощью изучения изменений ЭЭГ при проведении различных функциональных проб.
7. Оценить терапевтический эффект лекарственных препаратов, в т.ч. и противосудорожных.
8. Определить динамику течения процесса методом сравнительного анализа данных, зарегистрированных в разное время.

Показания к назначению ЭЭГ:

1. Эпилепсия.
2. Судорожный синдром.
3. Фебрильные судороги.
4. Пароксизмальные состояния.
5. Подозрения на объемный процесс головного мозга.
6. Гипоталамические синдромы.
7. Энцефалопатия новорожденного.
8. Родовая травма.
9. Черепно-мозговая травма (в остром и восстановительном периодах, особенно если сопровождалась судорожным синдромом).
10. Сосудистые поражения головного мозга.
11. Воспалительные заболевания головного мозга.
12. Демиелинизирующие заболевания.

Провоцирующие пробы:

1. Открывание закрывание глаз.
2. Гипервентиляция.
3. Ритмическая фотостимуляция.
4. Фоностимуляция.
5. Депривация сна.
6. Стимуляция умственной активности.
7. Стимуляция мануальной активности.

Характеристики ЭЭГ:

1. Частота волн.
2. Амплитуда.
3. Форма.

4. Регулярность: частота и вольтаж.
5. Характер возникновения (постоянный, периодический, эпизодический, при стимуляции и т.д.).
6. Локализация.
7. Реактивность (на открывание глаз, сенсорные стимулы, гипервентиляцию и т. д.).
8. Межполушарное сравнение волн (в одноименных участках):
 - симметричность: вольтаж и частота,
 - синхронизация: волны и разряды.

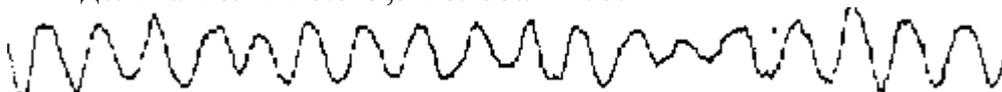
Нормальная ЭЭГ

ЭЭГ - сложная кривая, состоящая из волн различных частот и амплитуд. В зависимости от частоты на ЭЭГ различают волны, обозначаемые греческими буквами "альфа", "бета", "дельта" и др.

Электроэнцефалограмма представляет собой запись суммарной электрической активности клеток полушарий мозга.

Спонтанные колебания биопотенциалов различаются по частоте [8, 9]:

дельта-волны 0,5-3,5 колебания/с:



тета-волны 4-7,5 колебания/с:



альфа-волны 8- 13 колебаний/с:



бета-волны 13,5-30 колебаний/с:



Могут меняться также их амплитуда и форма. У детей первых 2-3 мес жизни уже различаются волны с частотой 1-3 колебания/с, 4-7 колебаний/с и 8-12 колебаний/с. Однако доминирует все еще ритм 0,5-3 колебания/с. При этом на медленные волны иногда наслаиваются быстрые колебания (13-15-19 колебаний/с). В возрасте 4-6 мес возрастает количество тета-волн. Активность 6-7 колебаний/с, предшествующая альфа-ритму, отмечается на ЭЭГ постоянно к 4-му

году жизни ребенка. Выраженный альфа-ритм появляется в теменно-затылочной области в возрасте 4-5 лет и становится устойчивым в более позднем возрасте (7-8 лет).

Большое значение в диагностике поражений мозга имеют функциональные пробы: реакция активации, прерывистое световое раздражение (фотостимуляция), усиленное глубокое дыхание в течение 2-3 мин (гипервентиляция), звуковое раздражение и др.

Эпилептиформные изменения:

а) Пики (спайки) – потенциал, имеющий острую пикообразную форму, длительность которого составляет 20 – 70 мс, с амплитудой, которая может достигать сотни и даже тысячи микровольт



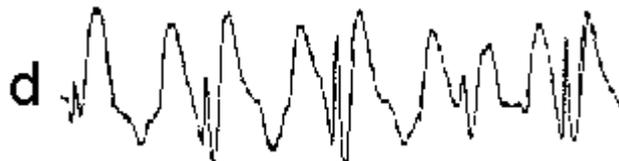
б) Острая волна – потенциал, внешне похожий на спайк, период которого составляет 80 -200 мсек.



с) Комплекс «пик-медленная волна» – потенциал, состоящий из пика и следующей за ним медленной волны.



д) Комплекс «острая волна-медленная волна» - потенциал, состоящий из острой волны и следующей за ним медленной волны.



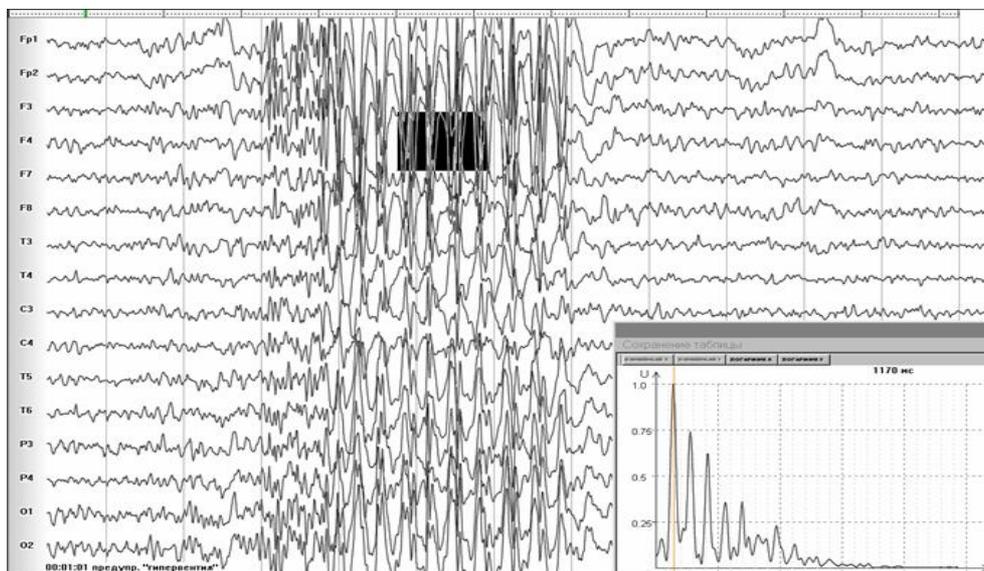
е) Комплекс «полиспайк-медленная волна.



Термин «Эпилептическая активность» используются в 2-х случаях:

1. Когда она зарегистрирована во время самого приступа.
2. Когда графика пароксизмальной активности не вызывает сомнения, даже если она описана вне приступа.

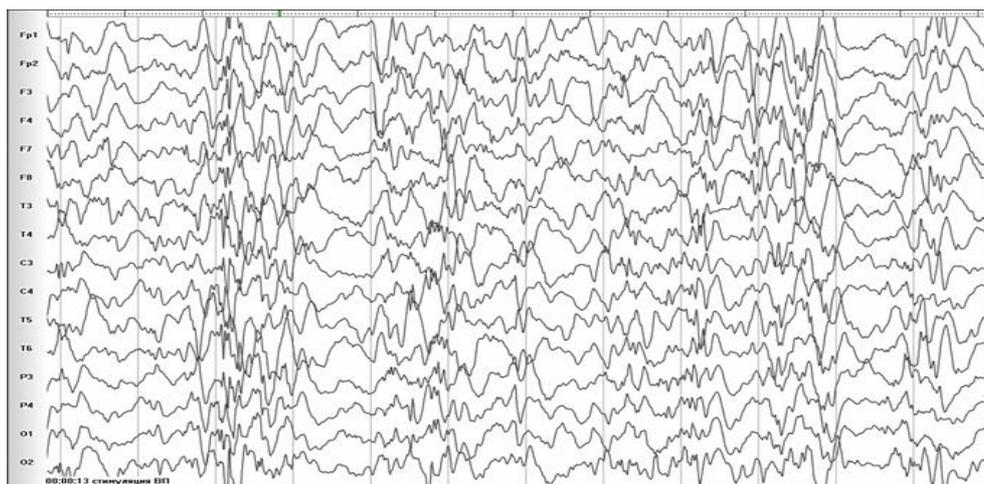
Единственный пример – ЭЭГ-графика **типичного абсанса**.



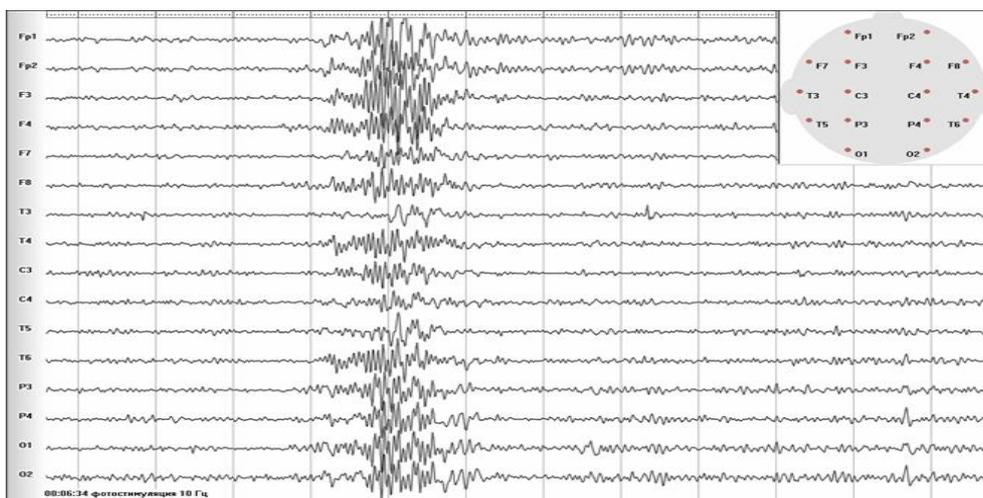
Паттерн типичного абсанса.

Некоторые характерные ЭЭГ паттерны в эпилептологии [9]

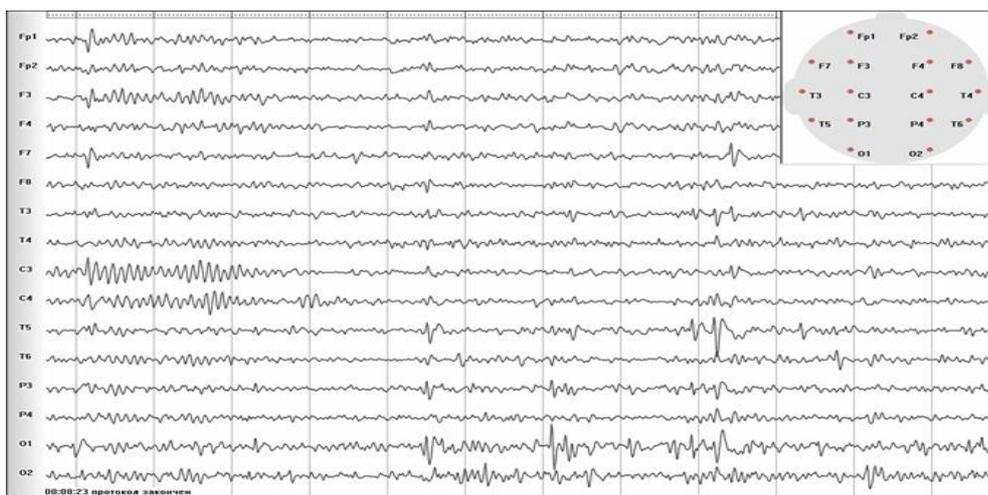
1. Гипсаритмия, синдром Уэста.



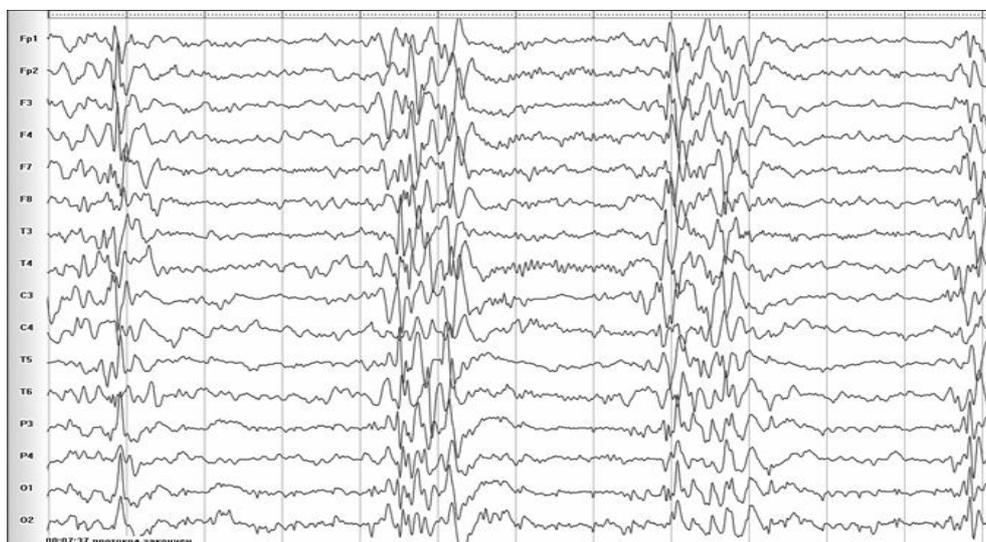
2. Фотопароксизмальный ответ.



3. Доброкачественные эпилептиформные нарушения детства (роландические комплексы).



4. Паттерн «Вспышка-Подавление», синдром Отахары.



Видеомониторинг ЭЭГ (ВЭМ) - синхронная регистрация записи ЭЭГ и видеоизображения пациента, позволяющая выяснить соотношение патологической активности в ЭЭГ с картиной приступа в течение длительного времени с целью уточнения его природы [4, 9, 24].

Методика проведения исследования - используются цифровые системы ВЭМ, построенные на базе стационарного или мобильного электроэнцефалографа. В специально оборудованной палате пациенту проводится регистрация ЭЭГ одновременно выполняется видеозапись и аудиозапись происходящих событий.

На базе мобильного электроэнцефалографа применяется переносная система, которая может работать в месте нахождения пациента: дома, в больничной палате, в реанимационном отделении или палате интенсивной терапии. Высокая разрешающая способность видеокамер, оснащенных наклонно-поворотным устройством для автоматического отслеживания («трекинга») больного, позволяет произвести оценку его тонкой моторики и мимики в момент пароксизма. ВЭМ - единственный объективный метод диагностики псевдоприступов, с помощью которого можно определить отсутствие специфических нарушений в инициальной фазе «иктальной» записи на ЭЭГ.

Система обеспечивает длительный (более 48 ч) мониторинг и позволяет проводить синхронную запись на жесткий диск следующей информации:

- записи ЭЭГ на цифровом электроэнцефалографе;
- физиологических сигналов организма по полиграфическим каналам (ЭКГ, ЭОГ, ЭМГ, положения тела пациента);
- видеоинформации от двух видеокамер; аудиоинформации с двух микрофонов;
- маркеров, отражающих те или иные события, отмеченные врачом в ходе записи.

Возможность архивирования информации на CD-дисках и съемных жестких дисках, видеокассетах, наличие просмотрной программы с использованием электронных носителей информации помогает специалисту провести анализ. Исследование выполняется в дневное и ночное время.

Метод не имеет возрастных ограничений и противопоказаний, безболезненный и безопасный.

Показания к ВЭМ:

1. подтверждение диагноза эпилепсии;
2. уточнение формы эпилепсии и локализации эпилептических очагов;

3. подтверждение медикаментозной ремиссии эпилептической болезни и адекватности проводимой противоэпилептической терапии (отсутствие пароксизмов и эпилептиформных разрядов при ночном и дневном видео-ЭЭГ мониторинге);
4. решение вопроса об отмене противоэпилептической терапии;
5. пароксизмальные расстройства сознания;
6. пароксизмальные двигательные расстройства;
7. уточнение причины однократного эпилептического приступа;
8. уточнение причины редких приступов (неполная компенсация, неправильно установленный диагноз);
9. рецидив приступов на фоне постоянного приема терапии;
10. задержка речи неясного генеза, прогрессирующее снижение когнитивных функций, минимальная мозговая дисфункция;
11. аффективно-респираторные пароксизмы;
12. фебрильные судороги;
13. нарушение дневного и ночного сна;
14. энурез, энкопрез;
15. беттолепсия;
16. неэпилептические пароксизмы:
 - ночные страхи
 - снохождения
 - нарколепсия
17. миоклонии и сходные с ними состояния:
 - миоклонус во сне
 - вегетативный миоклонус
 - опсоклонус (синдром танцующих глаз)
 - доброкачественный инфантильный миоклонус
18. пароксизмы головокружения неясного генеза, возникающие без объективной симптоматики.

Амбулаторный мониторинг ЭЭГ (по типу холтеровского, АМЭЭГ) - способ обследования больных с эпилепсией и другими транзиторными неврологическими расстройствами [4, 9, 24].

Показания к выполнению исследования АМЭЭГ:

1. те же, что и при проведении видеомониторинга, в тех случаях, когда нет необходимости наблюдения за поведением пациента;
2. часто используется при наличии ежедневных и нередких приступов, особенно в случае резистентной к противосудорожным препаратам форме эпилепсии;
3. при возникновении сомнения в эпилептической природе приступов; если по данным ЭЭГ при рутинном обследовании не выявлено эпилептиформной активности;
4. при наличии ночных приступов и отсутствии патологических форм активности при дневной записи

5. в случаях возникновения приступов эпилептической и неэпилептической природы в определенных условиях естественного поведения;
6. в процессе предоперационной подготовки пациентов с эпилепсией.

Методика проведения исследования - регистратор в виде плеера с возможностью длительного накопления по типу холтеровского амбулаторного мониторинга находится в сумке на поясе больного, электроды устанавливаются на поверхности кожи головы. Пациент ведет обычный образ жизни с некоторыми ограничениями с целью сохранения контакта электродов с регистрирующим устройством. Преимущество метода перед обычной ЭЭГ состоит в обеспечении длительной записи (до 72 ч) данных, что значительно повышает вероятность обнаружения эпилептиформной активности. Суточную запись врач просматривает на дисплее компьютера в ускоренном режиме и при выявлении патологической активности на ЭЭГ проводит анализ более подробно. Существуют преимущества для пациентов в силу их пребывания в обычной обстановке и определенные трудности для врача при анализе долгосрочных записей в виде наличия некоторого числа артефактов, сопровождающих двигательную активность пациента, и невозможности видеть больного в момент приступа. АМЭЭГ несколько уступает ВЭМ в объеме информационной емкости памяти, однако исследование можно проводить одновременно с другими методами: мониторингом электрокардиограммы и артериального давления, нейромиографией, стабилметрией и другими воздействиями. АМЭЭГ не требует использования дорогостоящего оборудования, специально оснащенных палат и специально обученного персонала, как при выполнении ВЭМ. При наличии телеметрического канала связи при АМЭЭГ можно применять системы синхронизированного с ЭЭГ видеонаблюдения, не уступающие по качеству стационарному ВЭМ [4].

Для диагностики расстройств сна проводится амбулаторное исследование, включающее синхронную запись определенных физиологических параметров во время сна. Исследование может быть проведено как в лечебном учреждении, так и в домашних условиях. Для регистрации движения потока воздуха через нос и рот используется датчик, расположенный около ноздрей. Звук храпа записывается при помощи небольшого микрофона, находящегося на шее. Дыхательные движения грудной клетки и живота выявляются при помощи двух эластичных ремней, расположенных соответственно на груди и животе. Датчик, надеваемый на палец, позволяет регистрировать одновременно частоту пульса и уровень насыщения крови кислородом. С помощью датчика положения тела можно уточнить, возникают ли апноэ и гипопноэ во сне только в то время, когда пациент лежит на спине. Датчики размещаются на теле

свободно, не вызывают дискомфорт, подсоединяются к портативному регистрирующему устройству. На следующее утро врач проводит анализ записи. Если выявляются изменения, в частности события апноэ, сопровождающиеся падением насыщения крови кислородом, пациент подвергается полному полисомнографическому исследованию с целью уточнения ряда параметров [4, 9, 11].

Полисомнографическое исследование (ПСГ) - одномоментная регистрация большого количества физиологических параметров организма во время сна - проводится в течение ночи и предназначено для получения информации о процессе сна и состоянии жизненно важных систем (дыхательной, сердечнососудистой) [24, 26].

Методика проведения ПСГ строится на стандартных методах и технике ЭЭГ с некоторым отличием в типе используемого монтажа и характере исследования. Для выполнения исследования используются компьютерные полисомнографические полиграфы. Обследование включает регистрацию электроэнцефалограммы, деятельности сердца (ЭКГ), активности мышц (электромиограмма), движений глаз (электроокулограмма), измерение ороназального воздушного потока, грудного и дыхательного усилий, сатурации кислорода и пр. Для определения стадий сна применяются электроды, прикрепляемые к голове пациента, с целью регистрации электрических потенциалов головного мозга и движений глаз.

При анализе записи ее разбивают на эпохи и определяют стадии сна для каждой эпохи. Результаты построения профиля сна представляют в виде гипнограммы, где можно видеть динамику стадий сна. Результаты статистической обработки фаз сна по данным гипнограммы представляют в виде диаграммы распределения фаз сна, что дает дополнительную информацию об изменениях физиологических систем организма на разных стадиях сна. Наряду с полисомнографическим исследованием осуществляется видеозапись, позволяющая получить необходимую дополнительную информацию, в частности о связи необычной активности на ЭЭГ с движениями тела.

Показания к проведению полисомнографии:

1. длительная инсомния при неэффективности терапии в течение нескольких месяцев;
2. при подозрении на наличие обструктивного апноэ во время сна;
3. при подозрении на наличие нарколепсии;
4. при подозрении на наличие ряда неврологических расстройств: синдрома беспокойных ног, расстройства периодических движений конечностей и пр.;
5. наличие ряда парасомнических расстройств, дневной сонливости, трудно интерпретируемой клинически;
6. нарушения сердечного ритма во время сна;

7. наличие стойкой артериальной гипертензии со значительным повышением АД в ночное время в сочетании с ночным храпом и дневной сонливостью;
8. пациентам с хроническими обструктивными заболеваниями легких, осложненными развитием легочной гипертензии, правожелудочковой недостаточности или полицитемией, с подозрением на наличие беттолепсии;
9. пациентам с рестриктивными дыхательными нарушениями или нейромышечными заболеваниями, осложнениями в виде хронической гиповентиляции, с полицитемией, легочной гипертензией, нарушениями сна или избыточной дневной сонливостью.

Магнитоэнцефалография (МЭГ) является функциональным методом исследования головного мозга, основанным на регистрации и анализе магнитных, а не биоэлектрических полей. МЭГ - неинвазивный, бесконтактный и безопасный метод исследования, заключающийся в регистрации сверхслабых магнитных полей, которые возникают в результате протекания электрических процессов в головном мозге [24].

Методика исследования - проводится в экранированной комнате, изолирующей магнитные поля мозга от внешних влияний. Запись параметров осуществляется с помощью сверхпроводящих квантовых интерференционных датчиков, поступающая информация обрабатывается цифровыми методами с помощью компьютера. Основа датчика - катушка, расположенная параллельно поверхности черепа на расстоянии до 1 см и помещенная в сосуд с жидким гелием для придания ей сверхпроводящих свойств. МЭГ регистрирует активность тангенциально (параллельно поверхности черепа) расположенных диполей, а не радиально ориентированных источников (перпендикулярно поверхности). Таким образом, МЭГ определяет локализацию только корковых диполей, в отличие от ЭЭГ, суммирующей сигналы от всех источников, независимо от их ориентации. В результате обработки информации от многочисленных датчиков получается пространственная картина распределения электромагнитных полей. Учитывая, что магнитная проницаемость для воздуха и тканей примерно одинаковая, физиологические помехи (кожа, подкожно-жировая клетчатка, кости черепа, мозговые оболочки, кровь и пр.) не оказывают влияния на магнитное поле (в отличие от электрического поля), в результате отражается собственная активность мозга.

МЭГ позволяет определить:

1. локализацию сенсорной коры с высокой степенью структурной точности;
2. исследовать поля внутри корковых борозд и составить карты корковой активности;

3. обнаруживать эпифеномены, которые не определяются с помощью ЭЭГ;
4. идентифицировать зоны, продуцирующей патологическую активность;
5. определение распространения активности вне зоны структурного очага;
6. локализацию очага при височной и лобной эпилепсии;
7. МЭГ и ЭЭГ дополняют друг друга и должны проводиться у больных эпилепсией в период предоперационной подготовки.

Эхоэнцефалография (ЭхоЭГ) – представляет собой метод исследования внутричерепных структур с помощью ультразвуковых колебаний, способных отражаться от границ раздела различных образований головного мозга, отличающихся физическими свойствами [9, 11, 22].

Показания:

1. объемные процессы головного мозга;
2. внутренняя гидроцефалия.

Методика ЭхоЭГ - ультразвук на границах различных структур (кость-скальп, мозговое вещество - спинномозговая жидкость и др.) частично отражается и возвращается обратно. Отраженная от объекта ультразвуковая энергия регистрируется на экране электроэнцефалографа. Фиксируя момент послышки зондирующего ультразвукового импульса и возвращения отраженного сигнала. Можно определить расстояние до структуры, отразившей сигнал.

Нормальная эхоэнцефалограмма при расположении пьезодатчика над ушной раковиной на уровне аурикулярной вертикали состоит из следующих основных сигналов: начального комплекса, срединного эха (М-эхо), конечного комплекса. Начальный комплекс формируется из послышного импульса, из сигналов, идущих от покровных тканей. Костей черепа и твердой мозговой оболочки, находящихся непосредственно под зондирующим датчиком. М-эхо представляет собой сигнал, отраженный от стенок III желудочка, эпифиза и прозрачной перегородки. Конечный комплекс образуется в результате отражения ультразвуковых сигналов от противоположной стороны черепа. Между М-эхом, начальным и конечным комплексами также наблюдаются одиночные, реже множественные, сигналы меньшей амплитуды, которые соответствуют боковым желудочкам и латеральной борозде. В норме при исследовании справа и слева М-эхо в связи с симметричностью мозга возникает на экране энцефалографа в одном и том же месте.

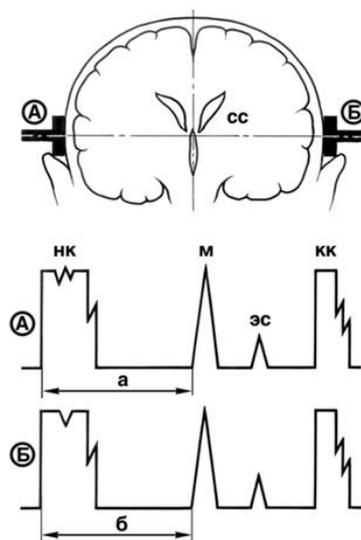


Рис. 1. Схематическое изображение эхоэнцефалограмм в норме: сверху — фронтальный разрез головы с расположенными в височных областях ультразвуковыми датчиками (А, Б), ниже размещены эхоэнцефалограммы (А — правая, Б — левая); СС — срединные структуры (третий желудочек головного мозга), М — эхосигнал от срединных структур мозга (М-эхо), ЭС — эхосигнал от различных несрединных структур мозга, НК — начальный комплекс, КК — конечный комплекс; в норме расстояние а на эхоэнцефалограмме, полученной при установке датчика справа, равно расстоянию б на кривой, полученной при установке датчика слева.

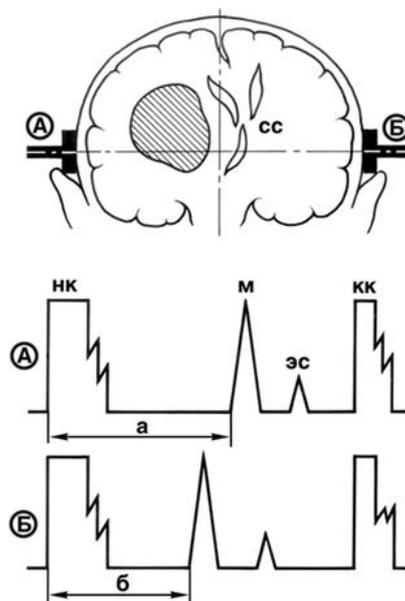


Рис. 2. Схематическое изображение эхоэнцефалограмм при объемном образовании в правом полушарии головного мозга: сверху — фронтальный разрез головы с расположенными в височных областях ультразвуковыми датчиками (А, Б), ниже размещены эхоэнцефалограммы (А — правая, Б — левая); СС — срединные структуры (третий желудочек головного мозга), М — эхосигнал от срединных структур мозга (М-эхо), ЭС — эхосигнал от различных несрединных структур мозга, НК — начальный комплекс, КК — конечный комплекс; в норме расстояние а на эхоэнцефалограмме, полученной при установке датчика справа, равно расстоянию б на кривой, полученной при установке датчика слева; при патологии (объемное образование в правом полушарии головного мозга заштриховано) расстояние а на правой (верхней) кривой увеличено за счет смещения срединных структур головного мозга, а направление смещения М-эха противоположно локализации патологического очага.

Анализ ЭхоЭГ – при анализе эхоэнцефалограммы оценивают форму М-эха, ширину его основания, количество и амплитуду

дополнительных сигналов, их топик и вентрикулярный индекс, а также количество и качество эхопульсаций. В норме смещение М-эха у детей не превышает 0,5-1 мм, амплитуда пульсаций равна $33\pm 6\%$. Вентрикулярный индекс составляет 1,8-1,9.

Трактовка результата

При наличии в одном из полушарий объемного процесса срединные структуры отесняются к непораженному полушарию, в связи с чем расстояние до М-эха на стороне локализации очага будет больше, чем на противоположной. Направление смещения указывает сторону поражения, величина смещения – размер патологического образования. Смещение М-эха тем больше, чем больше объемное образование и сопутствующий ему отек мозга.

При внутренней гидроцефалии М-эхо расщепляется на два зубца, расстояние между которыми соответствует расстоянию между стенками III желудочка. При гидроцефалии степень расхождения зубцов свыше 5-6 мм, а иногда и больше. Кроме того, на эхограмме появляется большое количество дополнительных высокоамплитудных латеральных сигналов, располагающихся между начальным и конечным комплексами и между М-эхо. При гипертензионно-гидроцефальном синдроме отмечается расширение основания М-эха, его деформация, увеличение вентрикулярного индекса до 2,5-3,0 и количества отраженных сигналов, усиление эхопульсаций до 70-80%.

Клиническая электромиография - это область клинической нейрофизиологии, включающая комплекс методов оценки функционального состояния нервно-мышечной системы, основанный на регистрации и качественно-количественном анализе различных видов электрической активности нервов и мышц [9, 11, 20].

Методики электромиографии (ЭМГ)

1. Интерференционная поверхностная ЭМГ (глобальная электромиография) - регистрация спонтанной мышечной активности в покое и при различных формах двигательной активности.
2. Стимуляционная электромиография (М-ответ и СРВм, потенциал действия нерва и СРВс, поздние нейрографические феномены (F-волна (СРВм. прокс.), Н-рефлекс (СРВс. прокс.), А-волна, мигательный рефлекс).
3. Электронейромиография.

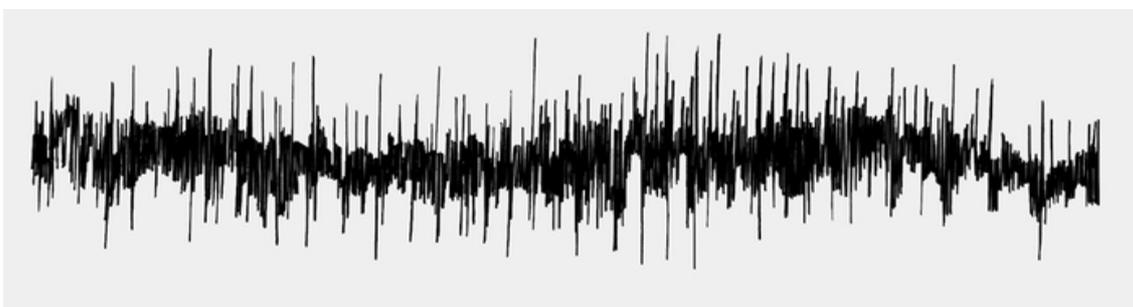
ЭМГ показано для определения:

1. уровня поражения нейро-моторного аппарата (от мышцы до центрального мотонейрона: первично-мышечный, невральный, переднероговой);

2. характера поражения (единичный или множественный; аксональный или демиелинизирующий);
3. топики поражения и распространенности процесса (по исследованию ключевых мышц);
4. степени выраженности поражения (состояние мышцы и терминалей аксонов);
5. динамики процесса (прогрессирование поражения, эффективности лечения);
6. состояния нервно-мышечной передачи.

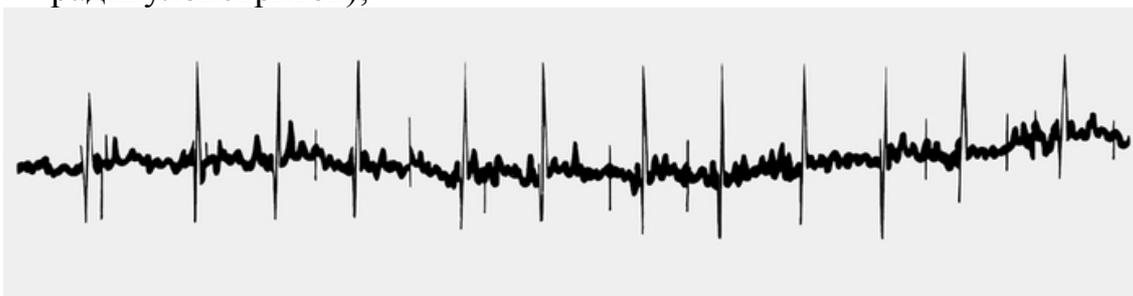
Типы ЭМГ (по Юсевич):

I тип (норма) – частые, быстрые, изменчивые по амплитуде колебания потенциала (частота от 50 до 100 в 1 секунду).



Нарушения:

1. снижение амплитуды колебания потенциала при отсутствии качественных изменений биоэлектрических процессов (характерно для миопатий, центральных пирамидных парезов и радикулоневритов);



2. тенденция к синхронизации на фоне интерференционной кривой, появление нестойких потенциалов фибрилляций и фасцикуляций при проведении тонических проб (характерно для поражения корешка спинного мозга).

II тип – урежение колебаний потенциала (частота меньше 50 в секунду), хорошо прослеживаются отдельные колебания потенциалов.

IIА – частота меньше 10 в секунду (тип “частокола”);

IIБ - частота от 35 до 50 в секунду.

Характерен для невральнoй и нейрональнoй локализации процесса.

III тип – залпы частых осцилляций длителъностью 80-100 мс (частота колебаний 4-10 в секунду).

Характерен для экстрапирамидных изменений тонуса и гиперкинезов.

IV тип – “биоэлектрическое молчание”, отсутствие биоэлектрической активности, несмотря на попытку вызвать движение.

Характерен для вялых параличей.

Исследования прямой возбудимости мышц (М-ответ и СРВм):

1. Определение скорости распространения возбуждения по двигательным волокнам нерва.
2. Для двигательных волокон нервов верхних конечностей норма – не менее 40 м/с, для нижних конечностей – не менее 30 м/с.
3. Метод выбора для полиневропатии разного генеза.
4. Возможно выявить поражения аксонального и демиелинизирующего характера.

Стимуляционные методы в электромиографии используются для:

1. исследования прямой возбудимости мышц;
2. исследования нервно-мышечной передачи;
3. исследования состояния мотонейронов и их аксонов;
4. исследования состояния чувствительных волокон периферических нервов.

Трактовка результата:

1. Для демиелинизирующего нарушения характерно: выраженное снижение скорости распространения возбуждения, умеренное снижение амплитуды и полифазность М-ответа.
2. Для аксонального нарушения: скорость проведения возбуждения не снижается, на более поздних стадиях снижается амплитуда М-ответа.
3. При определении скорости распространения возбуждения по чувствительным волокнам.
 - Оценивают: силу тока, при которой возникает ответ (норма для верхних конечностей более 6 мкВ, для нижних более 5 мкВ).
 - Скорость распространения возбуждения по сенсорным волокнам верхних конечностей – не менее 50 м/с, для нижних – не менее 40 м/с.
4. Определение скорости распространения возбуждения (СРВ) по двигательным аксонам (F- ответ) – ответ, возникающий при непрямой супрамаксимальной стимуляции мышцы, возникающий после М- ответа.

Используют для определения – высоких уровней поражения, выявления демиелинизирующих заболеваний на ранних стадиях.

Уровни поражения нервной и мышечной системы:

1. Центральный и проводниковый.
2. Спинальный сегментарный.
3. Нейрональные поражения (в том числе моторных ядер ствола головного мозга).
4. Невральные.
5. Синаптические.
6. Первично-мышечные.

По распространенности поражения:

1. Локальные.
2. Распространенные.
3. Генерализованные.

До назначения ЭМГ-обследования врач должен решить следующие вопросы:

1. Какие структуры поражены.
2. Какова распространенность поражения.
3. Какие методики ЭМГ использовать.

Показания:

1. Нейрональные поражения – игольчатая ЭМГ+СРВм+F-волна (симметричное исследование). При сопутствующих сенсорных нарушениях – СРВс (симметричное исследование).
2. Невральные поражения – М-ответ, СРВм и F-волна + игольчатая ЭМГ. При сопутствующих сенсорных нарушениях – СРВс с расчетом мотосенсорного коэффициента.
3. Синаптические поражения – исследование М-ответа при ритмической стимуляции, дополнительные пробы (с прозеринумом и т. п.) + СРВм.
4. Первично-мышечные поражения – игольчатая ЭМГ (по одной дистальной и одной проксимальной на противоположных конечностях с акцентом на более пораженные) + для диф. диагностики с вторичными амиотрофиями СРВм + F-волна (симметричное исследование).

ЭМГ характеристика травматических повреждений нервных стволов:

1. При травматическом перерыве периферического нервного волокна снижается или полностью исчезает активность произвольного сокращения.
2. В пределах 14-20 дней после перерыва появляются спонтанные электрические феномены типа фибрилляций, которые исчезают, когда происходит реиннервация или полная дегенерация мышцы.
3. Регистрируются положительные острые колебания, являющиеся характерным признаком денервации.

4. При частичном перерыве нерва наблюдается неполное выключение из функциональной активности мышечных волокон - развивается разреженная активность при произвольном мышечном сокращении.
5. Снижение скорости проведения, обусловлено посттравматической и ишемической демиелинизацией.

Электродиагностика (ЭД) применяется для установления наличия, локализации, тяжести поражения нерва и соответственно степени денервации или реиннервации мышцы [9, 11, 20].

Показания:

1. Заболевания периферической нервной системы.
2. Ферментативные и медиаторные нарушения в синаптических системах (миастения, миотония, тетания и др.).

Методика проведения – способ раздражения может быть прямым (воздействие электрическим током на саму мышцу) и косвенным (воздействуют на периферический нерв). Раздражение вызывают фарадическим (переменным) током, что ведет к тетаническому сокращению. Или гальваническим (постоянным), и тогда сокращение появляется только в момент замыкания или размыкания электрической цепи. В первом случае выявляются количественные изменения электровозбудимости (повышение или понижение), которых судят по величине ее порога. Исследование же гальваническим током дает более полную картину состояния нервно-мышечного аппарата, поскольку позволяет зафиксировать не только количественные, но и качественные изменения электровозбудимости, определяемых по характеру мышечных сокращений. Для проведения исследования применяют аппараты КЭД (для классической электродиагностики) и АСМ (для стимуляции мышц). Один из электродов площадью 40-50 см² фиксируют на теле больного через гидрофильную прокладку, смоченную теплой водой. Другим активным шариковым электродом тоже через аналогичную прокладку касаются тела больного в двигательных точках и вызывают, таким образом сокращение соответствующих мышц.

Дети, подвергающиеся обследованию, должны быть в расслабленном, спокойном состоянии, их необходимо подготовить к предстоящим ощущениям.

Характеристика показателей:

1. *Формула полярности* - при одной и той же силе тока сокращение мышцы на замыкание тока при стимуляции катодом > сокращения мышцы на замыкание тока при стимуляции > сокращения мышцы на размыкание тока при стимуляции анодом > сокращения мышцы на размыкание тока при стимуляции катодом (КЗС>АЗС>АРС>КРС).

2. Для *частичной реакции перерождения* характерны понижение возбудимости нерва и мышцы на стимуляцию постоянным током, вялые сокращения мышцы при стимуляции постоянным током. Возможно снижение порога сокращения мышцы при стимуляции постоянным током и извращение полярности, проявляющееся в том, что пороговое сокращение при стимуляции анодом возникает при меньшей силе тока, чем при стимуляции катодом.
3. Для *полной реакции перерождения* характерны отсутствие реакции нерва и мышцы на стимуляцию высокочастотным током, отсутствие реакции нерва на стимуляцию постоянным током, вялые, медленные червеобразные сокращения мышц при стимуляции постоянным током и извращение полярности.

Динамика изменений после поражения нерва:

1. В первые несколько дней возможно повышение возбудимости нерва и мышцы.
2. Через 4-6 дней постепенно снижается и к 15-20 дню исчезает возбудимость нерва на импульсный и постоянный ток
3. Через 3-5 недель исчезает возбудимость мышц на импульсный ток.

Таким образом, внедрение существующих диагностических методов в клиническую практику позволит получить новые сведения о функциональном состоянии нервной системы, повысить информативность исследований, решить ряд трудных дифференциально-диагностических задач. С помощью современных диагностических систем можно поставить правильный диагноз и назначить своевременное лечение, что имеет огромное социально-экономическое значение.

Приложение I

Таблица 1. 50 и 90 перцентиль. АД по данным суточного мониторинга у детей и подростков в зависимости от роста, 1997

Рост (см)	Перцентиль АД сутки		Перцентиль АД день		Перцентиль АД ночь	
	50	95	50	95	50	95
Мальчики						
120	105/65	113/72	112/73	123/85	95/55	104/63
130	105/65	117/75	113/73	125/85	96/55	107/65
140	107/65	121/77	114/73	127/85	97/55	110/67
150	109/66	124/78	115/73	129/85	99/56	113/67
160	112/66	126/78	118/73	132/85	102/56	116/67
170	115/67	128/77	121/73	135/85	104/56	119/67
180	120/67	130/77	124/73	137/85	107/55	122/67
Девочки						
120	103/65	113/73	111/72	120/84	96/55	107/66
130	105/66	117/75	112/72	124/84	97/55	109/66
140	108/66	120/76	114/72	127/84	98/55	111/66
150	110/66	122/76	115/73	129/84	99/55	112/66
160	111/66	124/76	116/73	131/84	100/55	113/66
170	112/66	124/76	118/74	131/84	101/55	113/66
180	113/66	124/76	120/74	131/84	103/55	114/66

Таблица 2. Величины АД, соответствующие 90 и 95 центиллю в зависимости от возраста и перцентиля роста для мальчиков

Возраст (лет)	Перцентиль АД	Систолическое АД в соответствии с перцентилем роста							Диастолическое АД в соответствии с перцентилем роста						
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
1	90	94	95	97	98	100	102	102	50	51	52	53	54	54	55
	95	98	99	101	102	104	106	106	55	55	56	57	58	59	59
2	90	98	99	100	102	104	105	106	55	55	56	57	58	59	59
	95	101	102	104	106	108	109	110	59	59	60	61	62	63	63
3	90	100	101	103	105	107	108	109	59	59	60	61	62	63	63
	95	104	105	107	109	111	112	113	63	63	64	65	66	67	67
4	90	102	103	105	107	109	110	111	62	62	63	64	65	66	66
	95	106	107	109	111	113	114	115	66	67	67	68	69	70	71
5	90	104	105	106	108	110	112	112	65	65	66	67	68	69	69
	95	108	109	110	112	114	115	116	69	70	70	71	72	73	74
6	90	105	106	108	110	111	113	114	67	68	69	70	70	71	72
	95	109	110	112	114	115	117	117	72	72	73	74	75	76	76
7	90	106	107	109	111	113	114	115	69	70	71	72	72	73	74
	95	110	111	113	115	116	118	119	74	74	75	76	77	78	78
8	90	107	108	110	112	114	115	116	71	71	72	73	74	75	75
	111	112	114	116	118	119	120	75	76	76	77	78	79	80	
9	90	109	110	112	113	115	117	117	72	73	73	74	75	76	77
	95	113	114	116	117	119	121	121	76	77	78	79	80	80	78
10	90	98	99	100	102	104	105	106	73	74	74	75	76	77	78
	95	101	102	104	106	108	109	110	77	78	79	80	80	81	82
11	90	100	101	103	105	107	108	109	74	74	75	76	77	78	78
	95	104	105	107	109	111	112	113	78	79	79	80	81	82	83
12	90	102	103	105	107	109	110	111	75	75	76	77	78	78	79
	95	106	107	109	111	113	114	115	79	79	80	81	82	83	83
13	90	104	105	106	108	110	112	112	75	76	76	77	78	79	80
	95	108	109	110	112	114	115	116	79	80	81	82	83	83	84
14	90	105	106	108	110	111	113	114	76	76	77	78	79	80	80
	95	109	110	112	114	115	117	117	80	81	81	82	83	84	85
15	90	106	107	109	111	113	114	115	77	77	78	79	80	81	81
	95	110	111	113	115	116	118	119	81	79	83	83	84	85	86
16	90	107	108	110	112	114	115	116	79	82	80	81	82	82	83
	95	111	112	114	116	118	119	120	83	83	84	85	86	87	87
17	90	128	129	131	133	134	136	136	81	81	82	83	84	85	85
	95	132	133	135	136	138	140	140	85	85	86	87	88	89	89

Таблица 2. Величины АД, соответствующие 90 и 95 центиллю в зависимости от возраста и перцентиля роста для девочек

Возраст (лет)	Перцентиль АД	Систолическое АД в соответствии с перцентилем роста							Диастолическое АД в соответствии с перцентилем роста						
		5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
1	90	97	98	99	100	102	103	104	53	53	53	54	55	56	56
	95	101	102	103	104	105	107	107	57	57	57	58	59	60	60
2	90	99	99	100	102	103	104	105	57	57	58	58	59	60	61
	95	102	103	104	105	107	108	109	61	61	62	62	63	64	65
3	90	100	100	102	103	104	105	106	61	61	61	62	63	63	64
	95	104	104	105	107	108	109	110	65	65	65	66	67	67	68
4	90	101	102	103	104	106	107	108	63	63	64	65	65	66	67
	95	105	106	107	108	109	111	111	67	67	68	69	69	70	71
5	90	103	103	104	106	107	108	109	65	66	66	67	68	68	69
	95	107	107	108	110	111	112	113	69	70	70	71	72	72	73
6	90	104	105	106	107	109	110	111	67	67	68	69	69	70	71
	95	108	109	110	111	112	114	114	71	71	72	73	73	74	75
7	90	106	107	108	109	110	112	112	69	69	69	70	71	72	72
	95	110	110	112	113	114	115	116	73	73	73	74	75	76	76
8	90	108	109	110	111	112	113	114	70	70	71	71	72	73	74
	95	112	112	113	115	116	117	118	74	74	75	75	76	77	78
9	90	110	110	112	113	114	115	116	71	72	72	73	74	74	75
	95	114	114	115	117	118	119	120	75	76	76	77	78	78	79
10	90	112	112	114	115	116	117	118	73	73	73	74	75	76	76
	95	116	116	117	119	120	121	122	77	77	77	78	79	80	80
11	90	114	114	116	117	118	119	120	74	74	75	75	76	77	77
	95	118	118	119	121	122	123	124	78	78	79	79	80	81	81
12	90	116	116	118	119	120	121	122	75	75	76	76	77	78	78
	95	120	120	121	123	124	125	126	79	79	80	80	81	82	82
13	90	118	118	119	121	122	123	124	76	76	77	78	78	79	80
	95	121	122	123	125	126	127	128	80	80	81	82	82	83	84
14	90	119	120	121	122	124	125	126	77	77	78	79	79	80	81
	95	123	124	125	126	128	129	130	81	81	82	83	83	84	85
15	90	121	121	122	124	125	126	127	78	78	79	79	80	81	82
	95	124	125	126	128	129	130	131	82	82	83	83	84	85	86
16	90	122	122	123	125	126	127	128	79	79	79	80	81	82	82
	95	125	126	127	128	130	131	132	83	83	83	84	85	86	86
17	90	122	123	124	125	126	128	128	79	79	79	80	81	82	82
	95	126	126	127	129	130	131	132	83	83	83	84	85	86	86

Таблица 3 - Нормативные половозрастные значения временных и спектральных параметров коротких записей ритмограмм (2-5 мин) у здоровых детей 6-7 лет ($p < 0,05$)

п/п	параметры	пол	Здоровые дети		
			≥6<10 лет (девочки -2, мальчики -5).	≥10<15 лет (девочки -16, мальчики -21).	≥15<17 лет (девочки -22, мальчики -32).
1	Mean (ms)	жен	759,50±202,86	757,69±49,62	773,41±37,44
		муж	766,80±97,99	806,76±42,95	865,56±49,01
2	SDNN (ms)	жен	60,50±38,22	57,69±10,15	55,05±8,57
		муж	56,60±12,64	65,57±10,84	66,31±9,59
3	SDANN (ms)	жен	16,50±2,94	16,44±5,65	12,36±2,64
		муж	8,40±1,82	14,48±3,73	19,59±3,63
4	RMSSD (ms)	жен	60,50±28,40	58,63±12,95	53,23±9,37
		муж	61,60±25,14	72,14±16,61	70,28±13,68
5	SDNN Index (ms)	жен	57,50±40,18	54,88±9,14	52,41±8,47
		муж	55,80±14,84	63,86±12,66	63,72±9,19
6	NN50 (count)	жен	123,56±18,56	89,38±27,49	69,73±22,75
		муж	100,00±36,52	87,33±17,69	97,63±20,72
7	PNN50 (%)	жен	26,42±8,60	32,17±10,77	25,34±8,29
		муж	37,06±18,79	38,21±9,36	41,71±8,46
8	Triangular Index	жен	13,00±8,62	13,66±2,16	12,67±1,65
		муж	13,64±1,49	12,36±1,12	14,40±1,41
9	TINN (ms)	жен	222,50±191,10	222,25±41,12	209,95±32,76
		муж	215,60±41,58	192,38±17,83	230,72±29,76
10	TotalPower [0-0,14 Hz] (ms ²)	жен	14190±9254,94	16235,38±2895,78	17060,09±2440,76
		муж	164,25±5087,07	2121,19±3680,96	22384,31±3279,73
11	VLF [0,0033-0,04 Hz] (ms ²)	жен	1172,00±166,60	2104,50±858,78	1919,68±681,90
		муж	105,80±163,30	2020,52±547,38	2414,09±616,35
12	LF [0,04-0,15 Hz] (ms ²)	жен	1844,00±1334,73	1417,44±473,99	1799,95±660,51
		муж	1598,2±989,2	2433,52± 853,71	2021,78±608,40
13	HF [0,15-0,4 Hz] (ms ²)	жен	1857,00±1002,00	1955,38±654,32	1752,73±661,14
		муж	2158,60±1175,68	2724,00±1023,02	2953,69±1022,2
14	LF/HF	жен	1,53±1,44	0,87±0,21	1,13±0,19
		муж	0,87±0,73	1,13±0,25	0,97±0,23
15	Мода (ms ²)	жен	789,00±229,32	760,25±46,82	763,95±43,31
		муж	737,60±88,07	799,90±50,13	865,47±55,90
16	Амплитуда моды (%)	жен	15,35±14,01	15,36±3,03	17,80±3,07
		муж	14,66±1,97	15,90±2,09	14,49±2,05
17	Вариационный размах (ms ²)	жен	287,00±131,32	328,38±62,65	393,45±55,96
		муж	372,80±122,45	384,00±54,24	363,31±43,27
18	ИН:	жен	44,45±30,01	42,27±17,71	37,39±11,93

Литература

1. Белоконь, Н.А. Болезни сердца и сосудов / Н.А Белоконь, М.Б Кубергер // – М.: Медицина, 1987. – Т. 1. – С. 48-61.
2. Белоконь, Н.А. Основные показания к проведению Холтеровского мониторирования ЭКГ / Н.А. Белоконь [и др.] // Педиатрия. – 1988. - №4. – С. 54-58.
3. Броун, Т.Р. Эпилепсия: клиническое руководство / Т.Р. Броун, Г.Л. Холмс. - М.: Изд-во БИНОМ, 2006. – 306 с.
4. Видео- ЭЭГ мониторинг в современной диагностике и контроле эпилепсии: пособие для врачей / Г.Н. Авакян, А.В. [и др.]; под общ. ред. Е.И. Гусева. - М.: РГМХ 2006. – 96 с.
5. Воробьев, А.С. Новейший справочник по электрокардиографии / А.С. Воробьев // – М., С-Пб.: Сова, 2003. – 118 с.
6. Давидовская, Е.И. Исследование функции внешнего дыхания в терапевтической практике: новые возможности / Давидовская Е.И. [и др.] // Медицинские новости. – 2005. - №3. – С. 80-84.
7. Егоров, Д.Ф. Диагностика и лечение брадикардии у детей / Д.Ф. Егоров, А.В. Адрианов // С-Пб.: Человек, 2008. – С. 72-112.
8. Захаров, С.М., Скоморохов А.А. Практическое применение компьютерной электроэнцефалографии / С.М. Захаров, А.А. Скоморохов. - Таганрог: Энцефалан, 2000. – 78 с.
9. Зенков, Л.Р. Функциональная диагностика нервных болезней: руководство для врачей / Л.Р. Зенков, М.А. Ронкин. - 3-е изд. - М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 306 с.
10. Зотов, Д.Д. Современные методы функциональной диагностики в кардиологии / Д.Д. Зотов, А.В. Гротова // С-Пб.: Фолиант, 2002. – С.50-65.
11. Клинические методы диагностики в детской неврологии / И. Лесны. – М: Медицина, 1987. – 160 с.
12. Клинический протокол диагностики и лечения бронхиальной астмы: Л.М. Беляева и др.; М-во здравоохр. Республики Беларусь, Минск, 2006. – С.42-43.
13. Кораблева, Н.Н. Холтеровское мониторирование ЭКГ с записью реопневмограммы у новорожденных в раннем неонатальном периоде / Н.Н. Кораблева, А.В. Кораблев, Э.Н. Третьяков // Педиатрия. – 2009. - №1. – С. 43-48.
14. Леонтьева, И.В. Лекции по кардиологии детского возраста / И.В. Леонтьева // - М.:Медпрактика, 2005. – С. 421-492.
15. Макаров, Л.М. Особенности variability циркадного ритма сердца в условиях свободной активности / Л.М. Макаров // Физиология человека. – 1998. - №2. – С. 56-58.
16. Макаров, Л.М. Циркадный профиль возникновения жизнеугрожающих сердечных аритмий у детей и подростков /

- Л.М.М Макаров [и др.] // Кардиология. – 2001. - №11. – С. 66-69.
17. Макаров, Л.М. ЭКГ в педиатрии / Л.М Макаров // М.: Медпрактика, 2002. – 232 с.
 18. Методические рекомендации по практическому использованию холтеровского мониторирования ЭКГ: методические рекомендации / Г.В. Рябыкина; М-во здравоохр. России, Российский кардиологический научно-производственный комплекс МЗ РФ. М, 2003. - 82 с.
 19. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения / В.М. Михайлов // Иваново, 2002 – С. 13-42.
 20. Неврология детского возраста: анатомия и физиология нервной системы, методы исследования, клиническая синдромология / Г.Г. Шанько [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Шанько. – Мн.: Выш. Шк., 1985. – 343 с.
 21. Организация работы по исследованию функционального состояния легких методами спирографии и пневмотахографии, и применение этих методов в клинической практике: О.И. Турина и др.; М-во здравоохр. Республики Беларусь, НИИ пульмонологии и фтизиатрии МЗ РБ. Минск, 2002. - 73 с.
 22. Осколкова, М.К. Электрокардиография у детей / М.К. Осколкова, О.О. Куприянова // – М.: Медицина, 2001. – С. 56-71.
 23. Рогоза, А.Н. Суточное мониторирование артериального давления: варианты врачебных заключений и комментарии / А.Н Рогоза, М.В. Агальцов, М.В. Сергеева // Нижний Новгород.: Деком, 2005. – С. 7-21.
 24. Современные методы электроэнцефалографической диагностики в неврологии / Лихачев С.А. [и др.] // Медицинские новости. – 2009. - № 1. – 9-15.
 25. Справочник по функциональной диагностики в педиатрии / А.А. Ананенко [и др.]; под ред. Ю.Е. Вельтищева –М.: Медицина, 1979. – С. 265-310.
 26. Штульман, Д.Р. Неврология: справочник практического врача / Д.Р. Штульман. - М.: МЕДпресс-информ, 2005. – 146 с.