

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ  
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Кафедра педиатрии

**А.П. РУБАН**

**МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ  
В ДЕТСКОЙ КАРДИОЛОГИИ**

(издание 3-е, исправленное)

Учебно-методическое пособие

Рекомендовано учебно-методическим объединением  
в сфере дополнительного образования взрослых  
по профилю образования «Здравоохранение»

Минск БелМАПО  
2021

УДК 616.12-053.2(075.8)

ББК 54.101я7

Р 82

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия  
НМС Государственного учреждения образования  
«Белорусская медицинская академия последипломного образования»  
от 28.12.2020 года (протокол № 8)

Рекомендовано учебно-методическим объединением в сфере дополнительного  
образования взрослых по профилю образования «Здравоохранение»  
от 22.03.2021 года (протокол № 1)

**Автор:**

*Рубан А.П.*, доцент кафедры педиатрии ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», кандидат медицинских наук, доцент

**Рецензенты:**

*Бегун И.В.*, заведующий отделением функциональной диагностики РНПЦ Детской онкологии, гематологии и иммунологии, кандидат медицинских наук

*Кафедра* пропедевтики детских болезней УО «Белорусский государственный медицинский университет»

**Рубан, А.П.**

Р 82

Методы обследования в детской кардиологии (изд. 3-е, испр.) : учеб.-метод пособие / А.П. Рубан. – Минск : БелМАПО, 2021. – 46 с.

ISBN 978-985-584-632-2

В учебно-методическом пособии освещены вопросы функциональных и инструментальных методов исследования в педиатрической кардиологии за исключением ЭКГ. Второе издание дополнено данными о современных диагностических техниках, применение которых позволяет более детально получать информацию о функционировании и анатомических особенностях сердечно-сосудистой системы ребенка.

Учебно-методическое пособие предназначено для слушателей, осваивающих содержание образовательных программ: переподготовки по специальностям "Педиатрия" (дисциплина "Болезни сердечно-сосудистой системы"), "Общая врачебная практика" (дисциплина "Детские болезни"); повышения квалификации врачей-педиатров, врачей общей практики, врачей-клинических фармакологов, врачей-кардиологов, врачей-реабилитологов, врачей скорой медицинской помощи, врачей других заинтересованных специальностей.

УДК 616.12-053.2(075.8)

ББК 54.101я7

ISBN 978-985-584-632-2

© Рубан А.П., 2021

© Оформление БелМАПО, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений и сокращений.....	4
Введение.....	6
Кардиоинтервалография.....	6
Клиноорто статическая проба .....	8
Лекарственные пробы.....	9
Функциональные пробы.....	14
Холтеровское мониторирование ЭКГ.....	20
Суточное мониторирование АД.....	27
Допплерэхокардиография.....	30
Рентгенологические методы исследования сердца и сосудов.....	33
Магнитно-резонансная и компьютерная томографии сердца и сосудов.....	37
Радионуклидные методы исследования.....	37
Интервенционные методы исследования.....	37
Электрофизиологическое исследование.....	38
Пульсоксиметрия.....	38
Приложения.....	39
Список литературы.....	44

## ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

АМо – амплитуда моды  
ВАЕW – индекс напряжения Баевского (ортостатический индекс)  
dX – вариационный размах  
IN – индекс напряжения  
Мо – мода  
RR – интервал кардиоинтервалограммы, соответствующий одному кардиоциклу  
ААП – антиаритмический препарат  
ААТ – антиаритмическая терапия  
АВ – атриовентрикулярный  
АВБ – атриовентрикулярная блокада  
АГ – артериальная гипертензия  
АД – артериальное давление  
АоК – аортальный клапан  
ВД – вегетативная дисфункция  
ВДСУ – вагусная дисфункция синусового узла  
ВНС – вегетативная нервная система  
ВР – вегетативная реактивность  
ВТ – вегетативный тонус  
Д-ЭХО-КГ – доплерэхокардиография  
ДАД – диастолическое артериальное давление  
ДСУ – дисфункция синусового узла  
ЖТ – желудочковая тахикардия  
ЖЭС – желудочковая экстрасистола  
ЗСЛЖ – задняя стенка левого желудочка  
ИБС – ишемическая болезнь сердца  
ИВТ – исходный вегетативный тонус  
ИК – индекс Кердо  
КИГ – кардиоинтервалография  
КЛА – клапан легочной артерии  
КОП – клиноортостатическая проба  
ЛЖ – левый желудочек  
ЛП – левое предсердие  
МЖП – межжелудочковая перегородка  
МК – митральный клапан  
КДР – конечно-диастолический размер левого желудочка  
КИГ – кардиоинтервалография  
КСР – конечно-систолический размер левого желудочка  
КТИ – кардиоторакальный индекс  
МОК – минутный объем кровообращения  
НЦД – нейроциркуляторная дистония

ОД – органы дыхания  
ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов  
ПЖ – правый желудочек  
ПТ – пароксизмальная тахикардия  
САД – систолическое артериальное давление  
СВТ – суправентрикулярная тахикардия  
СВСС – синдром внезапной сердечной смерти  
СД – сахарный диабет  
СМАД – суточное мониторирование артериального давления  
СН – сердечная недостаточность  
ССС – сердечно-сосудистая система  
СССУ – синдром слабости синусового узла  
СУ – синусовый узел  
СУИQT – синдром удлиненного интервала QT  
ТК – трикуспидальный клапан  
ТП – трепетание предсердий  
ЦИ – циркадный индекс  
ЧД – частота дыхания  
ЧСС – частота сердечных сокращений  
ФВД – функция внешнего дыхания  
ЭЭГ – электроэнцефалограмма  
ХМ – холтеровское мониторирование  
ЭКГ – электрокардиограмма  
ЭС – экстрасистолия  
ЭФИ – электрофизиологическое исследование

## ВВЕДЕНИЕ

Болезни ССС прочно занимают первую позицию в структуре смертности населения. Как правило, манифестируют кардиологическая патология уже в детском возрасте. Задачей педиатра и врача общей практики является предупреждение реализации предрасположенности к болезням ССС, а также диагностика данной патологии как можно в более ранние сроки для предупреждения хронизации заболеваний и инвалидизации пациента [1]. В настоящий период существует широкий спектр функциональных и инструментальных диагностических техник, позволяющих реализовывать данные задачи [2]. Умение ориентироваться в этих техниках – залог успеха врача-педиатра в вопросах педиатрической кардиологии.

## КАРДИОИНТЕРВАЛОГРАФИЯ

КИГ – метод оценки вегетативного баланса организма путем анализа изменений ритма сердца во время регистрации электрокардиограммы на фоне функциональных проб [3]. Кардиоинтервалограмма представляет собой непрерывную запись не менее 100 последовательных кардиоциклов в положении пациента лёжа и в условиях ортостаза.

Анализ КИГ заключается в оценке следующих показателей:

IN1 и IN2 (индекс напряжения регуляторной системы в покое и ортостазе соответственно). IN косвенно характеризует напряженность механизмов регуляции сердечного ритма. Расчетный показатель:

$$IN = \frac{AMo}{2 Mo} * dX \text{ (усл.ед.)}$$

Где:

- ✓ Mo1 и Mo2 – мода, наиболее часто встречающиеся значения интервала R-R в покое и ортостазе соответственно;
- ✓ AMo1 и AMo2 – амплитуда моды (% интервалов R-R, соответствующих моде) в покое и ортостазе;
- ✓ dX1 и dX2 – вариационные размахи (разница между максимальными и минимальными значениями R-R) в покое и ортостазе.

По полученным результатам оценивают ИВТ (Таблица 1).

Таблица 1.  
Оценка ИВТ по данным КИГ

ИВТ	IN в условных единицах
Эйтония	30-90
Ваготония	< 30
Симпатикотония	> 90

## Оценка ВР по данным КИГ

Расчетный показатель – индекс напряжения Баевского ( $BAEW = IN2 / IN1$ ). Отражает степень изменения напряженности регуляторных механизмов при изменении положения тела (клиноортостаз). На основании показателей регуляции сердечного ритма с использованием табличных классификаторов, предложенных Р.М. Баевским [с соавт.], определяют тип ВТ и тип вегетативного обеспечения/реактивности ортостаза, дающие представления о вегетативном статусе организма (Таблица 2).

Таблица 2.  
Оценка ВР по данным КИГ

ИН-1 в покое (усл.ед.)	Тип ВР (по показателю IN-2/ IN-1)		
	Нормальный	Гиперсимпатико- тонический	Асимпатико- тонический
Менее 30	1-3	более 3	менее 1
30-60	1-2.5	более 2.5	менее 1
61-90	0.9-1.8	более 1.8	менее 0.9
91-160 и более	1.5-0.7	более 1.5	менее 0.7

## Определение ВТ по индексу КЕРДО

Индекс Кердо – показатель, использующийся для оценки деятельности ВНС, вычисляется по формуле:  $ИК = (1 - ДАД / ЧСС) \times 100$

При этом если:

ИК = 0 – эйтония;

ИК выше 0 – тонус симпатический;

ИК ниже 0 – тонус парасимпатический.

## Определение ВТ по МОК

Вычисляется по формуле:  $МОК = \text{редуцированное АД} \times ЧСС$ , где  
редуцированное АД = пульсовое АД / среднее АД  $\times 100$   
среднее АД = САД + ДАД / 2

При этом если:

МОК =  $4,18 \pm 0,5$  – ВТ нормальный;

МОК ниже 4,18 – ВТ парасимпатический;

МОК выше 4,18 – ВТ симпатический.

## КЛИНООРТОСТАТИЧЕСКАЯ ПРОБА

КОП – экспериментальное выявление реакции организма на переход из горизонтального в вертикальное положение и поддержание этого положения.

Показания к применению: определение реактивности парасимпатического и симпатического отделов ВНС с целью оценки функционального резерва ССС.

Методика выполнения пробы. В течение 10 - 15 мин ребенок спокойно лежит, после чего у него определяются ЧСС и АД. Затем он встает и стоит в удобном положении, ни на что не опираясь, в течение 10 мин. Сразу же после перехода в вертикальное положение, а затем через каждую минуту в течение 10 мин измеряются ЧСС и АД. Затем ребенок вновь ложится, и ежеминутно в течение 4 мин подсчитывают пульс на лучевой артерии в первые 20 с каждой минуты и измеряют АД на правой руке методом Короткова.

В норме:

- ✓ ЧСС в ортоположении увеличивается на 20-40%;
- ✓ САД и ДАД увеличивается от 5 до 15 мм.рт.ст.;
- ✓ к исходным цифрам показатели возвращаются к 4 минуте;
- ✓ жалоб при проведении проб не возникает.

Патологические варианты ответа на пробу

- ✓ Гиперсимпатикотонический – более резкое повышение ЧСС, САД и ДАД, жалобы на чувство жара в голове, покраснение лица.
- ✓ Асимпатикотонический – САД и ДАД не изменяется или снижается, ЧСС в пределах нормы или увеличивается более чем на 40 %.
- ✓ Гипердиастолический – с избыточным подъемом ДАД при неизменном САД и увеличенным больше нормы количеством сердечных сокращений.

По совокупности полученных данных определяют типы КОП и варианты ВД (Таблицы 3,4).

Таблица 3.  
Определение типов КОП при ВД у детей

Показатели САД, ДАД, ЧСС по отношению к нормальной реакции на ортостаз	Оценка вегетативного обеспечения	КОП
САД↑, ДАД – N или ↑, ЧСС↑	Избыточное	Гиперсимпатикотонический
САД↓, ДАД – N или ↓, ЧСС↑	Недостаточное	Асимпатикотонический
САД – N или ↓, ДАД ↑, ЧСС↑	Избыточное	Гипердиастолический

Таблица 4.  
Определение варианта ВД в зависимости от результатов оценки ИВТ и КОП

ИВТ	КОП	Вариант ВД
Ваготония	Асимпатикотонический	Ваготонический
Симпатикотония	Гиперсимпатикотонический	Симпатикотонический
Ваготония	Гиперсимпатикотонический	Смешанный
Симпатикотония	Асимпатикотонический	Смешанный

## ЛЕКАРСТВЕННЫЕ ПРОБЫ

Лекарственные пробы используются в детской кардиологии с целью уточнения диагноза, определения взаимосвязи между функционированием ВНС и сердечной деятельностью [4].

### **Атропиновая проба**

#### Показания к проведению:

- ✓ брадиаритмии (синусовая брадикардия, нарушение синоатриальной проводимости, СССУ);
- ✓ нарушение АВ проводимости;
- ✓ синдром WPW;
- ✓ суправентрикулярные ЭС или тахикардии;
- ✓ синдром «ранней реполяризации».

#### Противопоказания к проведению:

- ✓ высокая миопия;
- ✓ глаукома;
- ✓ выраженная брадикардия (ЧСС менее 50 в минуту);
- ✓ политопная ЭС;
- ✓ органические и структурные заболевания сердца;
- ✓ синусовая и эктопическая тахикардия (относительное противопоказание при органическом поражении сердца);
- ✓ кардиомегалия.

#### Возможные побочные явления:

- ✓ сухость слизистой;
- ✓ сонливость;
- ✓ гиперемия лица;
- ✓ синусовая тахикардия;
- ✓ АВ-диссоциация;
- ✓ ритм коронарного синуса.

Методика проведения: пробу проводят утром, через 1,5 ч. после еды. У лежащего ребенка после 15 мин. отдыха регистрируют электрокардиограмму, измеряют АД. Вводят 0,1% раствор атропина сульфата в дозе 0,02-0,025 мг/кг подкожно или в/в (на 4 мл физраствора). Электрокардиограмма регистрируется в момент введения, через 1, 3, 5 мин. после него и далее каждые 5 мин. до получения исходных данных, обычно около 2 ч., возможно мониторное наблюдение.

#### Оценка пробы:

- ✓ нормальная чувствительность к атропину – увеличение ЧСС на 30% от исходной;
- ✓ повышенная – увеличение ЧСС более чем на 30% (характерно при ваготоническом ИВТ);

- ✓ пониженная – незначительное увеличение или отсутствие увеличения ЧСС (характерно для органического поражения СУ).

### **Калиевая проба**

Показания к проведению: нарушение процессов реполяризации (сглаженные и отрицательные зубцы Т и снижение зубца Т в I, II, V<sub>4-6</sub> отв.).

Противопоказания к проведению:

- ✓ патология ЖКТ;
- ✓ выраженные нарушения АВ проведения;
- ✓ ОПН и ХПН с явлениями гиперкалиемии;
- ✓ сердечная недостаточность III ст.

Возможные побочные явления: чувство тошноты, рвота, боли в животе, диспепсические явления.

Методика проведения: через 1½-2 ч после еды и 15-минутного отдыха записывается исходная ЭКГ в положении лежа. Хлорид калия дают из расчета 0,05 г/кг в 100 мл кипяченой воды. В случае сохранности изменений дозу препарата можно увеличить до 0,1 г/кг. ЭКГ регистрируются через 30, 60, 90 и 120 мин.

Оценка пробы:

- ✓ (+) проба при реверсии исходно отрицательных зубцов Т (при функциональном генезе изменений – при НЦД проба положительна у 2/3 больных);
- ✓ (-) проба не исключает функциональный характер изменений и требует применение обзидановой или калий-обзидановой пробы.

### **Обзидановая проба**

Показания к проведению:

- ✓ снижение процессов реполяризации, генез которых требует уточнения;
- ✓ наджелудочковые ЭС;
- ✓ синдром удлиненного QT.

Противопоказания к проведению:

- ✓ брадикардия менее 50 уд. в 1 мин.);
- ✓ гипотония (САД ниже 80 мм рт. ст.);
- ✓ сердечная недостаточность IIБ- III степени;
- ✓ нарушения проведения (атриовентрикулярного или синоатриального);
- ✓ склонность к бронхоспазму.

Возможные побочные явления: головокружение, тошнота, рвота, брадикардия, гипотония.

Методика проведения: через 1½-2 ч после еды и 15-минутного отдыха проводят запись исходной ЭКГ, после чего дают обзидан в размельченном виде из расчета 0,5 мг/кг в 100 мл теплой кипяченой воды. ЭКГ

регистрируются через 30, 60, 90, 120 мин. При отсутствии положительной динамики зубца Т дозу препарата можно увеличить до 1 мг/кг.

Оценка пробы:

(+) проба при реверсии отрицательных зубцов Т и увеличении уплощенных зубцов Т, исчезновении депрессии сегмента ST (при НЦД проба положительна у 50% больных), что свидетельствует об их симпатозависимом характере. Снижение ЧСС более чем на 11 уд/мин – признак повышенной чувствительности синусового узла к катехоламинам.

**Калий-обзидановая проба**

Показания к проведению: калий и обзидан – устойчивые варианты лекарственных проб.

Противопоказания к проведению: см. калиевая и обзидановая пробы.

Возможные побочные явления: головокружение, тошнота, рвота.

Методика проведения: через 1½-2 ч после приема пищи и 15-минутного отдыха записывают ЭКГ, после чего ребенку дают обзидан из расчета 0,3 мг/кг и хлорид калия по 0,05 г/кг в 100 мл теплой воды. ЭКГ регистрируют повторно через 30, 60, 90, 120 мин. В случае незначительной положительной динамики или при ее отсутствии, дозы препаратов можно увеличить до максимальных: обзидан 1 мг/кг, хлорид калия 0,1 г/кг

Оценка пробы: калий-обзидановая проба у пациентов с органическим поражением сердца дает такие же результаты, как и пробы с каждым препаратом в отдельности. Это позволяет утвердиться во мнении, что лекарственные пробы не нормализуют ЭКГ изменения, если в их основе лежат органические поражения сердца.

**Проба по Жозе (полная фармакологическая блокада сердца)**

Показания к проведению: оценка истинного сердечного ритма при синдроме слабости синусового узла.

Противопоказания к проведению: выраженные нарушения АВ проводимости, брадикардия, почечная недостаточность, сердечная недостаточность, гипотония, бронхиальная астма, патология ЖКТ.

Возможные побочные явления: тошнота, рвота, головокружения.

Методика проведения: пробу проводят утром, не менее чем через 1,5 ч после еды. Ребенку в/в вводят обзидан, пропранолол или метопролол из расчета 0,2 мг/кг и одновременно в/в вводят атропин в дозе 0,03 мг/кг. ЭКГ регистрируют до введения, на 1-й, 3-й и далее каждые 5 минут до 50-й минуты или до возвращения ЭКГ к исходной картине.

Оценка пробы: в норме отмечается повышение ЧСС на 20-25% от исходной. Отсутствие учащения ритма – признак вегетативной денервации сердца, возможно поражение синусового узла. Избыточный прирост ЧСС – признак усиления парасимпатического контроля ЧСС. Исчезновение нарушений ритма на фоне пробы – признак вегетативно-зависимого характера аритмий. Сохранение нарушений ритма на фоне пробы – признак органических заболеваний сердца.

### **Пробы со стимуляцией $\beta$ -адренергических рецепторов**

Для стимуляции  $\beta$ -адренергических рецепторов применяют изадрин, алупент и другие препараты для повышения числа сердечных сокращений, сократительной способности миокарда и коронарного кровотока, в результате чего возрастает потребность миокарда в кислороде подобно тому, как это происходит при проведении пробы с физической нагрузкой.

#### **Проба с изадринном**

##### Показания к проведению:

- ✓ полная АВБ сердца,
- ✓ хронические эктопические тахикардии.

Противопоказания к проведению: кардиомегалия и выраженная миокардиальная недостаточность.

Методика проведения: пробу проводят утром натощак или через 2 ч после приема пищи и 30-минутного отдыха лежа. После записи исходной ЭКГ дают 5-10 мг (1-2 таблетки) изадрина под язык. Начало действия препарата контролируется по учащению пульса (обычно через 10 мин). В это время записывают ЭКГ через каждые 5-10 мин до получения исходных данных.

Оценка пробы: действие препарата продолжается не более 2-3 ч. Если пульс учащается более чем на 10 уд/мин, то препарат рекомендуют постоянно иметь при себе детям с полной атриовентрикулярной блокадой и редким ритмом (менее 50 в минуту) в качестве средства скорой помощи при потере сознания или головокружении.

При отсутствии эффекта необходимо провести пробу и подобрать дозу другого стимулятора  $\beta$ -адренергических рецепторов – алупента (10-20 мг внутрь).

#### **Проба с гилуритмалом (аймалином)**

##### Показания к проведению:

- ✓ синдром WPW (для оценки истинного состояния обменных процессов в миокарде при устранении дополнительных путей проведения импульса);

- ✓ подозрение на синдром Бругада (подъем сегмента ST в  $V_1$ - $V_3$ , синкопе, внезапная смерть в семье);
- ✓ подозрение на аритмогенную дисплазию правого желудочка (эпсилон-волна в  $V_1$ - $V_3$ , частая правожелудочковая аритмия).

Противопоказания к проведению: выраженные нарушения АВ и внутрижелудочковой проводимости, синдром слабости синусового узла 2-й и 4-й варианты, дилатационная и гипертрофическая кардиомиопатия, ВПС.

Методика проведения: пробу проводят утром, через 1,5-2ч., после еды и 10 минутного отдыха регистрируют исходную ЭКГ, затем в/в медленно в течение нескольких минут вводят препарат 1 мг/кг (не более 50 мг) на 10 мл изотонического NaCl с постоянной записью ЭКГ. В дальнейшем ЭКГ регистрируют каждые 5 мин. до получения данных (10-15 минут).

Оценка пробы: при устранении синдрома WPW у некоторых детей выявляются АВБ I степени, высокие остроконечные зубцы T, что подтверждает роль ваготонии в возникновении данного синдрома. Устранение синдрома WPW может косвенно указывать на эффективность данного препарата во время приступа пароксизмальной тахикардии. Проба с гилуритмалом выявляет больных с коротким эффективным рефрактерным периодом аномальных путей (при сохранении синдрома WPW), т.е. наиболее угрожаемых по жизнеопасным аритмиям и внезапной смерти. При подозрении на симптом Бругада проба положительна при трансформации минимальных изменений ST в типичные, подъем сегмента ST или эпсилон-волны  $>2$  мм. При подозрении на аритмогенную дисплазию правого желудочка проба положительна при появлении эпсилон-волны в  $V_1$ - $V_3$ .

### **Пробы с антиаритмическими препаратами**

Эффект разового (пробного) приёма препарата коррелирует с эффектом постоянного (курсового) приема. На этом основан острый медикаментозный тест.

Показания к проведению: различные виды нарушений ритма сердца.

Методика проведения: пробу проводят не менее чем через 1,5-2 ч после еды. После регистрации исходной ЭКГ ребенку однократно дают 1/3 суточной дозы препарата. ЭКГ регистрируют в положении лежа и стоя через 30, 60 и 90 мин после приема препарата.

Рекомендуемая доза ААП для проведения пробы:

- ✓ пропафенон (ритмонорм) – 3 мг/кг,
- ✓ аллапинин – 0,3 мг/кг,
- ✓ этацизин – 0,7 мг/кг,

- ✓ обзидан – 0,5 мг/кг,
- ✓ соталекс – 0,5 мг/кг,
- ✓ изоптин – 1 мг/кг.

Оценка пробы: если количество ЭС уменьшается на 50% и более, тест считается положительным, лечение должно быть эффективным. Достоверным антиаритмический эффект препарата является при снижении общего числа ЭС на 75%, групповых на 90%, пароксизмов – на 100%.

## ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ

**Проба с физической нагрузкой** в педиатрии проводится с целью выявления нарушений сердечного ритма и их чувствительности к различным функциональным состояниям, оценки изменений в миокарде, выявления гипертонических реакций на нагрузку, определения физической работоспособности и оценки эффективности терапии [5].

### Показания к проведению пробы:

- ✓ оценка функционального состояния ССС (определение инотропного, хронотропного резерва сердца, определение коронарного эффекта);
- ✓ выявление связи нарушений ритма сердца с физической нагрузкой;
- ✓ артериальные гипер- и гипотензии;
- ✓ определение общей физической работоспособности обследуемого, степени его тренированности и гемодинамической реакции на нагрузку;
- ✓ контроль эффективности терапии (увеличение толерантности к физической нагрузке в случае успешного лечения).

### Противопоказания к проведению:

- ✓ сердечная недостаточность II б и III степени;
- ✓ обструкция выводящего тракта левого желудочка;
- ✓ активные воспалительные процессы в миокарде;
- ✓ выраженная дыхательная недостаточность;
- ✓ аневризма;
- ✓ АГ с АД более 180/100 у детей 11 лет и 160/80 мм рт. ст. у детей более младшего возраста;
- ✓ реконвалесценция после инфекционных заболеваний (1 мес.);
- ✓ гипертермия;
- ✓ тяжелые нарушения ритма сердца (АВБ 3-й степени, хроническая желудочковая тахикардия, аритмогенная кардиомиопатия, СССУ);
- ✓ врожденные пороки сердца;
- ✓ острый тромбофлебит;
- ✓ болезни суставов, нервной и нервно-мышечной системы.

### Возможные побочные явления, они же – критерии прекращения пробы:

- ✓ появление болей в области сердца;
- ✓ появление сильной одышки (до 60 в мин.);
- ✓ усталость;
- ✓ цианоз или бледность кожных покровов;
- ✓ симптомное урежение желудочкового ритма;

- ✓ падение АД по мере возрастания нагрузки с симптомами слабости, головокружения и т.д.;
- ✓ повышение САД >250 мм. рт. ст и ДАД >125 мм. рт. ст.;
- ✓ диспноэ;
- ✓ симптомная тахикардия;
- ✓ прогрессивное падение сатурации кислорода > 90%;
- ✓ смещение сегмента ST > 3мм;
- ✓ повышение частоты желудочковой эктопии > 3 в мин.

Методика проведения: в зависимости от возраста ребенка применяют различные методики: в младшем возрасте приседания (10-20-30), с 3,5-4 лет – тредмил-тест, в старшем возрасте (после 10 лет) – велоэргометрическая проба, степ-тест, изометрическая нагрузка (ручная эргометрия). Выделяют 3 основных этапа проведения пробы с физической нагрузкой: преднагрузку, максимальную нагрузку и период восстановления (5-10 мин). В педиатрии чаще всего применяется протокол Bruce с непрерывно возрастающей ступенчатой нагрузкой (Таблица 5). Продолжительность каждой ступени – 3 минуты.

Таблица 5.  
Стандартный протокол нагрузочной пробы (протокол Bruce)

Ступени нагрузки	Велоэргометр, при скорости вращения педалей 60 об/мин, Ватт	Тредмил	
		Км/ч	Угол наклона, °
1	25	2,7	10
2	50	4	12
3	75	5,5	14
4	100	6,8	16
5	125	8	18
6	150	8,8	20

### **Велоэргометрия**

Методика проведения: при велоэргометрии ребенок крутит ногами педали с постоянной скоростью (от 40 до 80 об/мин) при определенной нагрузке, находясь в положении сидя или лежа. ЭКГ, АД, ЧД регистрируют до пробы, во время ее проведения и по окончании нагрузки на 1,3,5,7 и 10-й минутах. При велоэргометрии у детей чаще всего используют субмаксимальную нагрузку, которая составляет 70-85% от максимальной, характерной для данного возраста. У детей часто используется тест PWC170, когда при велоэргометрии дается нагрузка такой мощности, чтобы частота пульса достигла 170 уд/мин. Величина нагрузки определяется в ваттах или

килограммометрах (1 Вт = 6 кгм/мин). Достижение уровня максимальной или субмаксимальной нагрузки осуществляется применением физической нагрузки постоянной или возрастающей мощности. При постоянной нагрузке ее уровень на протяжении всего времени исследования не меняется (например, 1 Вт или 1,5 Вт на 1 кг массы тела ребенка). Такую нагрузку дети обычно легко переносят. Нагрузка нарастающей мощности с периодами отдыха вначале дается в течение 4-5 минут (к этому времени происходит относительная стабилизация показателей частоты пульса). Затем предлагается отдых в течение 5-10 минут и дается более мощная нагрузка (как правило, удвоенная), а затем прирост мощности нагрузки составляет величину, равную исходному уровню. Нагрузку последовательно увеличивают, пока будет достигнута субмаксимальная частота пульса. При непрерывной ступенеобразной нагрузке периоды отдыха отсутствуют, а мощность нагрузки каждые 2-3 мин. без перерыва увеличивается вдвое, до достижения субмаксимальной частоты ритма. При непрерывной плавно нарастающей нагрузке ее увеличение производится более постепенно.

### **Ходьба по бегущей дорожке (тредмил-тест)**

Методика проведения: при выполнении физической нагрузки на тредмиле, исследуемый шагает по движущейся под определенным уклоном дорожке. Скорость движения дорожки от 1,7 до 6 км/ч. Угол наклона можно менять от 10 до 20°. Чем больше угол наклона, тем быстрее движется дорожка, и чем дольше продолжается ходьба по ней, тем больше интенсивность нагрузки. Нагрузку, как и при велоэргометрии, можно применять постоянную или постепенно возрастающую. ЭКГ регистрируют или в отведениях Нэба, или в 12 общепринятых отведениях (в последнем случае ЭКГ часто искажается из-за наводок). Велоэргометрия и тредмил-тест относятся к нестандартизованным методам физической нагрузки, так как нагрузка при них применяется разная, индивидуальная, в зависимости от возможностей каждого исследуемого.

### **Лестничная проба (степ-тест)**

Методика проведения: подъем и спуск на одно- или двухступенчатую лестницу с определенным числом восхождений и спусков в 1 мин (обычно 36) в течение 1, 2, 3 мин и более. Ходьба по лестнице дозируется по числу ступенек, по высоте ступенек, и по длительности. В этой пробе, зная

массу тела, высоту ступенек и частоту подъемов, можно рассчитать выполненную исследуемым работу в килограммометрах.

**Ортостатическая проба Шеллонга**, активная ортостатическая нагрузка – обследуемый самостоятельно изменяет положение лежа на положение стоя (см. выше, клиноортостатическая проба).

**Проба с пассивным ортостазом – тилт-тест** (head-up tilt table testing) – поворот тела обследуемого на специальном вращающемся столе от горизонтальной позиции до полувертикальной (угол поворота от 30° до 70°). Тилт-тест является "золотым стандартом" в диагностике пациентов с нейрокардиогенными синкопе, предназначен для выявления патологических реакций ВНС на ортостатический стресс. Тилт-тест состоит в быстром пассивном изменении положения тела пациента из горизонтального в вертикальное под углом 60° к горизонтальной плоскости. При этом под действием гравитационных сил происходит депонирование крови в нижней части тела, снижается давление наполнения правых отделов сердца, что триггирует целую группу рефлексов. В норме такое изменение положения тела увеличивает симпатический ответ с артериолярной вазоконстрикцией и увеличением сократительной способности миокарда. У пациентов с нейрокардиогенными синкопе при этом повышается кардиовагальный тонус и возникает артериолярная вазодилатация, что может привести к внезапной системной гипотензии и остановке сердца с приступом потери сознания.

Методика проведения: тилт-тест выполняется в тихой уютной комнате с неярким освещением, натошак. Во время исследования проводится мониторинг ЭКГ и АД. Перед началом исследования пациента надежно фиксируют на столе для проведения ортостатических проб, после чего головной конец стола поднимают на 60°. Завершают тилт-тест при индукции обморока или предсинкопального состояния, при отсутствии синкопе максимальная длительность ортостаза составляет для детей до 12 лет – 30 минут, старше 12 лет – 40 минут.

### **Психологический стресс-тест**

Предназначен для оценки реакции центральной и ВНС, ССС на имитацию психологической стрессовой ситуации. Последнюю можно создавать с помощью разнообразных методик: компьютерная игра, проба «быстрого обратного счета», запись максимально возможного количества слов на заданную тему за отведенный временной интервал и др.

Психоэмоционально-информационная проба – метод моделирования психоэмоционального напряжения с использованием компьютерных игр.

Методика проведения: в течение 5-ти минут игры ежеминутно измеряются ЧСС, АД. Оценивается реактивность ССС, что позволяет дифференцировать лабильные и стабильные формы АГ. При лабильной форме имеет место гиперкинетический синдром на фоне избыточных симпатических влияний (избыточный прирост САД и ЧСС, МОК). При стабильной форме АГ – более выраженный прирост САД и ДАД, без тахикардии (увеличение ОПСС).

#### **Оценка пробы толерантности к физической нагрузке:**

Оценка результатов проводится по итогам четырех этапов пробы (выделяют четыре ступени, различающиеся по величине мощности нагрузки 25-50-75-100 Вт) по следующим показателям физической работоспособности:

✓ по приросту ЧСС по мере нарастания мощности нагрузки (в норме субмаксимальная ЧСС достигается на 4-й ступени). Патология – ускоренный прирост на ранних ступенях;

✓ по восстановлению исходной ЧСС (в норме на 3-5 минуте отдыха). Патология – длительное сохранение тахикардии в восстановительном периоде;

✓ по приросту АД – максимально допустимые значения САД – только на высоте 3-4 ступени. Патологические значения АД – ускоренный прирост на ранних ступенях;

✓ по восстановлению исходного АД после 3-5 минут отдыха. Патология – замедление восстановления или снижение АД на 25-30% от исходного;

✓ по показателю двойного произведения  $(САД_{max} \times ЧСС_{max})/100$  – косвенно характеризует уровень потребления миокардом кислорода. В норме достигает 300 ед. и более, при патологии (ИБС, СН, АГ) – может снижаться до 150 ед. и ниже;

✓ по показателю мощности выполненной нагрузки (PWC) – мощность последней ступени, выраженной в Вт/кг. При PWC менее 2 Вт/кг – толерантность к физической нагрузке снижена, при PWC более 3 Вт/кг – повышена;

✓ по объему выполненной работы – интеграл произведений мощности ступени нагрузки на продолжительность работы на этой ступени (Дж).

✓ по изменению фазы реполяризации;

✓ по появлению нарушений сердечного ритма и проводимости.

Варианты трактовки пробы с физической нагрузкой:

- ✓ физиологический тест (норма);
- ✓ ишемический тест (ишемические изменения на ЭКГ, ангинозный приступ);
- ✓ сомнительный тест (смазанная картина болей и ЭКГ данных);
- ✓ сниженная толерантность к физической нагрузке (без признаков ишемии – при СН, детренированности, патологии ОД);
- ✓ неадекватная реакция АД и ЧСС на физическую нагрузку (при АГ).

### Типы реакции гемодинамики на физическую нагрузку:

- ✓ нормотонический (САД возрастает пропорционально нагрузке, но не выше 160-180 мм. рт. ст. от исходного, ДАД не меняется, увеличивается или уменьшается не более 20 мм. рт. ст.);
- ✓ гипотонический (снижение ДАД более 30 мм. рт. ст. от исходного);
- ✓ гипертонический
- систолический (изолированное увеличение САД более 160-180 мм. рт. ст.)
- систолодиастолический (увеличение САД более 160-180 мм. рт. ст., ДАД более 80-100 мм. рт. ст.);
- ✓ диастолический (изолированный подъем ДАД более 20 мм. рт. ст.);
- ✓ дистонический (аномальный подъем САД и аномальное снижение ДАД).

### Особенности пробы при наличии АГ:

- ✓ показатели мощности выполненной нагрузки снижены;
- ✓ объем выполненной работы снижен;
- ✓ более высокий уровень САД и ДАД по сравнению с детьми без АГ;
- ✓ гемодинамическое обеспечение физической нагрузки:
- показатель двойного произведения (САД × ЧСС) снижен;
- индекс эффективности работы сердца снижен;
- ✓ показатель энергозатрат сердца повышен.

Особенности ЭКГ и критерии (+) пробы при проведении ХМ ЭКГ для оценки результатов теста с физической нагрузкой см. ниже раздел «Холтеровское мониторирование ЭКГ».

Таким образом, функциональные пробы в детской кардиологии играют важную роль в дифференциации органических поражений сердца, экстракардиальных влияний и функциональных нарушений. Повторные проведения функциональных проб в процессе ведения пациентов на различных этапах лечения и реабилитации позволяют оценить их эффективность, проводить коррекцию, прогнозировать течение заболевания, определять работоспособность, дозировать физические и умственные нагрузки, помогать в профессиональной ориентации школьников.

## ХОЛТЕРОВСКОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ ЭКГ

Холтеровское мониторирование – метод длительной непрерывной регистрации ЭКГ (как правило, в течение суток) в условиях естественного поведения пациента с последующей оценкой суточного ритма ЭКГ [6,7].

### Возможности:

- ✓ Диагностика нарушений ритма сердца и проводимости (частота, комплексность, циркадность, локализация).
- ✓ Разработка диагностических и прогностических критериев (выявление микроаномалий и типичных ЭКГ-паттернов, ЭКГ высокого разрешения, анализ длительности QT, вариабельность ритма сердца).
- ✓ Выработка правильной терапевтической тактики (подбор индивидуальной терапии в течение суток; контроль за ЧСС, аритмией, морфологией зубцов и длительностью интервалов ЭКГ; оценка проаритмогенного эффекта).

### Показания (абсолютные):

- ✓ высокий риск развития жизнеугрожающих сердечных аритмий и СВСС (дилатационная и гипертрофическая кардиомиопатия, СУИQT, идеопатическая желудочковая тахикардия, СССУ 3-4 типа, первичная легочная гипертензия, асимптоматическая полная АВБ, случаи СВСС у сибсов).
- ✓ Синкопе, пресинкопе или головокружения у больных с выявленной сердечной патологией, ранее зафиксированной аритмией, искусственным водителем ритма или на фоне физической нагрузки.
- ✓ Синкопе или пресинкопе, причина которых не выявлена другими методами.
- ✓ Тахикардии у детей с выраженной СН, оперированных по поводу ВПС.
- ✓ Оценка эффективности ААТ.
- ✓ Определение показаний к установке искусственного водителя ритма.

### Стандартный протокол – заключение ХМ включает:

*Анализ синусового ритма*

Синусовая аритмия – при различии в величине RR более 10%.  
Умеренная синусовая аритмия – различие до 50%, при выраженной аритмии величина RR может достигать 100%.

Оценка ЧСС (за сутки, день, ночь, максимальные и минимальные зарегистрированные ЧСС) с учетом возрастных норм (Таблица 6).

Таблица 6.  
Частота сердечных сокращений у детей 0–18 лет [8]

Возраст	Выраженная брадикардия	Умеренная брадикардия	Норма	Умеренная тахикардия	Выраженная тахикардия
1 день	<110	111–119	120–140	141–159	>160
1–3 дня	<110	111–119	120–140	141–159	>160
3–7 дней □	<110	111–129	130–150	151–169	>170
7–30 дней □	<113	114–139	140–160	161–179	>180
1–3 мес	<118	119–144	145–170	171–184	>185
3–6 мес	<110	111–129	130–150	151–164	>165
6–12 мес	<100	101–119	120–140	141–169	>170
1–2 года	<85	86–109	110–140	141–174	>175
3–4 года	<75	76–89	90–110	112–134	>135
5–7 лет	<70	71–79	80–105	106–129	>130
8–11 лет	<65	66–74	75–95	96–114	>115
12–15 лет	<50	51–69	70–90	91–109	>110
16–18 лет	<50	51–64	65–80	81–109	>110
>18 лет	<45	46–59	60–80	81–109	>110

Критерием брадикардии при ХМ является минимальное зафиксированное значение ЧСС за сутки:

- ✓ новорожденные – <70
- ✓ 1 мес – 1 год <65
- ✓ 2-6 лет – <60
- ✓ дети 7-11 лет – <45
- ✓ подростки 12-14 лет – <40
- ✓ старше 18 лет – <35

Циркадный индекс – соотношение средней ЧСС в период бодрствования к средней ЧСС в период сна, показатель стабильности вегетативной организации суточного ритма сердца. У здоровых людей составляет  $1,3 \pm 0,1$  у.е. вне зависимости от возраста. Снижение менее 1,2 у.е. – ригидный циркадный профиль. Патогенез снижения ЦИ – прогрессирование вегетативной денервации сердца, риск развития жизнеугрожающих аритмий и внезапной смерти. Наблюдается при СУИQT, ИБС, АГ, СД,

кардиомиопатиях, желудочковых нарушениях ритма, при терапии  $\beta$ -адреноблокаторами. Повышение свыше 1,4 – усиленный циркадный профиль. Характерен для больных с высоким исходным уровнем ваготонии и ассоциируется с повышением чувствительности ритма сердца к симпатическим влияниям (при выраженной брадикардии ночью, при некоторых пароксизмальных нарушениях).

Вариабельность сердечного ритма отражает динамику вегетативной регуляции сердечной деятельности. Основной показатель – SDNN (стандартное отклонение кардиоинтервалов). Нормальные значения ( $M \pm m$ )- $141 \pm 39$  мс. Снижение variability ЧСС (ригидный синусовый ритм) – усиление парасимпатических влияний, фактор риска возникновения фибрилляции желудочков и внезапной смерти. Повышение – активация симпатического тонуса.

Предиктором СВСС является СУИQT, особый клинко-электрокардиографический симптомокомплекс, отражающий пролонгацию электрической систолы сердца. СУИQT является следствием первичной кардионейропатии, обусловленной мутацией генов, кодирующих ионные каналы, вызывающие потенциал действия клеток миокарда. При ХМ и ЭКГ оценивают значения QT, затем производят расчет скорректированного QT (QTc) с помощью формул [9], обозначенных в Таблице 7. В детской практике нормативные показатели QTc соответствуют значениям менее 440 мс у детей 1-8 лет и юношей, а также менее 450 мс у детей до года у девочек старше 8 лет и девушек [10].

Таблица 7.

Расчет скорректированного интервала QT

Формула	Расчет QTc, величина	Условия применения
Базетта (Bazett)	$QT / \sqrt{RR}$ , с	При ЧСС 60-100
Фредерика (Friderici)	$QT / \sqrt[3]{RR}$ , с	Без ограничений по ЧСС
Саги (Framingham)	$QT + (0,154(1-RR)) * 1000$ , мс	

*Сведения о выявленных нарушениях ритма и проводимости*

Общее число и частота возникновения ЭС за сутки, день, ночь, связь их с нагрузками и ощущениями пациента. Редкие ЭС – менее 1% от числа всех сердечных сокращений, значимые – более 20%. По данным Л.М.Макарова [7], критерии частой ЭС – более 10 % за весь период мониторирования, или 5-7

в минуту, или 350 в час, или более 5000 в сутки. По времени возникновения

различают дневной, ночной и смешанные циркадные типы ЭС. Смешанный тип считается наиболее устойчивым к ААТ. Уменьшение количества ЖЭС в период ночного сна – признак эффективности ААТ  $\beta$ -блокаторами. Частая идеопатическая ЭС является прогностически неблагоприятным признаком, при которой при естественном течении аритмии у 20% больных формируется аритмогенная дилатация полостей сердца.

Максимальная продолжительность спонтанных пауз у здоровых детей:

- ✓ дети до 1 года – не более 1100 мс;
- ✓ дети до 3 лет – не более 1200 мс;
- ✓ дети от 3 до 10 лет – не более 1300 мс;
- ✓ дети 10 до 16 лет – не более 1500 мс;
- ✓ старше 16 лет – не более 1750 мс.

Паузы не должны превышать предыдущий RR интервал более чем в 2 раза (дифференциальный диагноз с синоатриальной блокадой 2 типа).

Наличие пауз, превышающих максимальные возрастные нормы, может быть признаком ДСУ. Наиболее значимым является СССУ – сочетание клинических и электрофизиологических признаков, отражающих структурные повреждения СУ, его неспособность нормально выполнять функцию водителя ритма и/или обеспечивать регулярное проведение автоматических импульсов к предсердиям.

Критерии СССУ:

- ✓ постоянная синусовая брадикардия менее 10-15% от возрастной нормы;
- ✓ отрицательная проба с физической нагрузкой – увеличение ЧСС не более, чем на 50% (хронотропная недостаточность);
- ✓ отрицательная атропиновая проба – увеличение ЧСС не более, чем на 50% от основного ритма;
- ✓ наличие пауз ритма свыше возрастной нормы, >3 с;
- ✓ эпизоды замещающих ритмов, ПТ, ТП;
- ✓ задокументированный симптом «тахи-бради»;
- ✓ увеличение времени восстановления функции синусового узла по результатам электрофизиологического исследования.

При ДСУ проводят дифференциальный диагноз с ВДСУ, признаками которой является:

✓ наличие в ночное время выраженной синусовой брадикардии с паузами до 2,0 с и возникновение АВБ вплоть до 2 степени, но снятие данных симптомов на фоне физических, психоэмоциональных нагрузок, приёма нифедипина или М-холинолитиков;

✓ положительная атропиновая проба;

✓ положительная ЭКГ-проба с физической нагрузкой.

Наличие ВДСУ у подростков без признаков поражения сердца (по данным Д-ЭХО-КГ) не требует коррекции.

#### Классификация ЖЭС (по В. Lovn-Wolff):

0 – отсутствие ЖЭС;

1 – 30 и менее монотопных ЖЭС за 1 час;

2 – более 30 монотопных ЖЭС за 1 час;

3a – полиморфные (политопные) ЖЭС;

3b –желудочковая бигимения;

4a – спаренные ЖЭС (куплеты);

4b – три и более ЖЭС подряд (неустойчивая пароксизмальная тахикардия);

5 – ранние ЖЭС (типа R на T).

#### Критерии парасистолии при ХМ:

✓ вариабельность интервала сцепления более 0,1 с;

✓ наличие сливных комплексов;

✓ смешанный циркадный тип аритмии при ХМ.

#### Нарушение АВ проводимости:

АВБ 1 степени

✓  $\uparrow PR > 0,15$  с у детей от 0 до 2 лет;

✓  $\uparrow PR > 0,16$  с у детей от 3 до 10 лет;

✓  $\uparrow PR > 0,18$  с у детей от 11 до 15 лет;

✓  $\uparrow PR > 0,21$  с у взрослых.

АВБ 2 степени

✓ Мобиц I – постепенное удлинение PR с последующим выпадением QRS;

✓ Мобиц II – выпадением QRS без предварительного удлинения PR.

АВБ 3 степени (полная) – предсердия и желудочки сокращаются каждый в своём ритме.

Критерии АВ диссоциации:

- ✓ независимая активация предсердий и желудочков из разных источников ритма;
- ✓ P регистрируется в разных позициях по отношению к QRS (до, после, внутри);
- ✓ количество QRS = P;
- ✓ возможно наличие «сливных» комплексов.

### Нормальная суточная ЭКГ:

- ✓ короткие паузы ритма от 1000 мс у новорожденных до 1750 мс у взрослых;
- ✓ подъем сегмента ST до 1 мм в ночное время;
- ✓ изменения амплитуды зубца T – в положительном диапазоне;
- ✓ наличие коротких периодов изменения амплитуды P зубца, выскальзывающих суправентрикулярных и узловых ритмов;
- ✓ единичные суправентрикулярные и желудочковые ЭС;
- ✓ периоды АВБ 1 степени в ночное время.

### **Подбор лекарственных препаратов при мониторинге ЭКГ**

#### Критерии оценки эффективности ААТ по данным ХМ:

- ✓ полное устранение залпов ЖТ (4б);
- ✓ устранение парных ЖЭС (4а) более чем на 90%;
- ✓ уменьшение общего количества ЖЭС более чем на 50%.

#### Критерии проаритмогенного действия ААП при лечении СВТ:

- ✓ сохранение аритмии;
- ✓ угнетение функции СУ;
- ✓ развитие АВ и желудочковых блокад;
- ✓ появление тахикардии типа «пируэт».

#### Критерии проаритмогенного действия ААП при лечении ЖА:

- ✓ увеличение количества ЭС в 4 раза;
- ✓ увеличение залпов ЖТ (4б) в 10 раз и более.

### **Моделирование стандартных условий во время проведения ХМ**

Нагрузочные пробы – ходьба по бегущей дорожке (тремил-тест), лестничная проба (степ-тест), велоэргометрическая проба, изометрическая нагрузка (ручная эргометрия).

Вегетативные тесты – активный ортостаз, резонансное дыхание, проба Вальсавы.

Вспомогательные тесты – гипервентиляция, регистрация позиционных изменений ЭКГ (4 положения по 2 мин. – на левом боку, на правом боку, на спине, на животе).

Фармакологические пробы – применяются препараты, индуцирующие ишемию (дипиридабол, изадрин, добутамин).

Чреспищеводная учащающая электрическая стимуляция предсердий.

Оценка каждого результата как норма, пограничное или патологическое значение.

Комплексная оценка результатов тестов по методу Ивинга

#### Оценка пробы

Критерии (+) ЭКГ-пробы при оценке результатов теста:

- ✓ сохраняется синусовый ритм, ЧСС увеличивается на 10% от исходной величины;
- ✓ положение ЭОС не изменяется или слегка отклоняется вправо, но не более чем на 30% от исходного угла  $\alpha$ ;
- ✓ интервал PQ не изменяется или слегка укорачивается;
- ✓ длительность QRS не меняется;
- ✓ увеличение амплитуды зубцов P и R в III стандартном отведении, ее уменьшение в I отведении;
- ✓ смещение сегмента ST вниз от изолинии (не более чем на 0,5 мм);
- ✓ снижение частоты аритмии;
- ✓ при брадиаритмиях функционального (вагозависимого) генеза – нормализация ритма сердца, снижение степени блокады;
- ✓ ЭКГ на 3 мин. аналогична исходной.

Коды нарушений сердечного ритма и проводимости, возникающие при проведении велоэргометрической пробы в условия ХМ:

- 0 – отсутствие нарушений ритма;
- 1 – не более 1 ЖЭС за 3с проведения ЭКГ;
- 2 – более 2 ЖЭС за 3 с регистрации ЭКГ;
- 3 – политопная ЖЭС;
- 4 – внутрижелудочковая блокада ( $QRS > 0,12$  с);
- 5 – любые комбинации отмеченных выше нарушений;
- 6 – другие аритмии;
- 7 – неясные нарушения ритма.

Коды 2-5 являются показанием к прекращению теста.

#### Другие методы амбулаторного мониторинга ЭКГ

Кроме ХМ возможно использование и других методов амбулаторного мониторинга ЭКГ. В частности, применение событийного/постсобытийного ЭКГ-регистратора, накладных мониторов, дистанционной телеметрии, наружных или имплантируемых петлевых регистраторов. Данные технологии позволяют наблюдать за больным в

режиме реального времени или регистрировать неблагоприятные явления при возникновении жалоб.

## СУТОЧНОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ АД

Суточное мониторирование АД – метод оценки суточного ритма АД в процессе повседневной жизни с использованием портативного монитора [11].

### Возможности:

- ✓ выявление начальных отклонений в суточном ритме и величине АД;
- ✓ дифференциальная диагностика различных форм АГ, в том числе «гипертонии на белый халат»;
- ✓ оценка эффективности проводимой терапии;
- ✓ оценка суточного ритма АД в естественных условиях.

### Показания:

- ✓ артериальная гипертензия;
- ✓ артериальная гипотензия;
- ✓ синкопальные состояния;
- ✓ резистентная к медикаментозной терапии АГ.

### Расчетные параметры СМАД:

✓ Средние значения АД (САД, ДАД, пульсовое, среднее гемодинамическое) за сутки, день, ночь. Оцениваются согласно центильным таблицам показателей АД (Приложения 1-4).

- ✓ Максимальные и минимальные значения АД за сутки, день, ночь.
- ✓ Гипертоническая нагрузка:
  - процент превышения – процент измерений, в которых величины АД превышают норму;
  - **индекс времени гипертензии**, самый показательный расчетный параметр (показатель «нагрузки давлением» – соотношение временного периода с повышенным АД и времени мониторирования АД за сутки, день или ночь). В норме индекс времени гипертензии за сутки менее 25%, его величина от 25% до 50% свидетельствуют о лабильной форме АГ, а свыше 50% подтверждают стабильную форму АГ;
  - индекс площади гипертензии за сутки, день, ночь – площадь, ограниченная сверху графиком зависимости АД от времени, а снизу – линией пороговых значений АД.

✓ Суточный индекс (степень ночного снижения АД) – разность между средними дневными и ночными значениями АД в процентах от дневной средней величины. В норме АД снижается на 10-20% по сравнению с дневными показателями. Различают четыре типа пациентов по величине суточного индекса:

- «dippers» – нормальное снижение АД, в ночное время суточный индекс колеблется от 10 до 20%;
- «non-dippers» – отсутствие снижения АД в ночное время, суточный индекс менее 10%;
- «over-dippers» – повышенное снижение АД в ночное время, суточный индекс более 20%;
- «night-peakers» – подъем АД в ночное время, суточный индекс менее 0% (в норме не встречается, признак симптоматической АГ).
- ✓ Оценка утреннего подъема АД:
  - величина утреннего подъема АД – разность между минимальным ночным и максимальным утренним (до 11 часов) значением АД. Норма зависит от роста пациента (у подростков не более 56 мм. рт. ст. для САД и не более 36 мм. рт. ст. для ДАД);
  - скорость утреннего подъема АД – отношение величины утреннего подъема ко времени, за который он произошел (в норме САД и ДАД соответственно – не более 10 и 6 мм. рт. ст./ч).
  - ✓ Вариабельность АД – величина среднего квадратичного отклонения значений АД у пациента (в норме вариабельность САД не превышает днем и ночью 15 мм. рт. ст., ДАД – днем не более 14 мм. рт. ст., ночью – не более 12 мм. рт. ст.) При увеличении показателя – риск поражения органов-мишеней.
  - ✓ Среднесуточное пульсовое АД – в норме менее 53 мм. рт. ст.
  - ✓ Показатели гипотонической нагрузки (индекс времени и индекс площади гипотензии) за сутки, день, ночь – аналогично показателям гипертензии.

#### **Критерии диагностики «гипертонии на белый халат»:**

- ✓ Нормальные значения АД по данным СМАД и повышенные значения АД, измеряемые обычным способом.
- ✓ Максимальные значения АД во время первых измерений.
- ✓ Индекс времени гипертензии не превышает 25%.
- ✓ Тенденция к увеличению вариабельности АД.

#### **Критерии диагностики лабильных форм АГ:**

- ✓ Повышение средних значений САД от 90 до 95 перцентилей распределения этих параметров для соответствующего роста (см. приложение).

- ✓ Индекс времени гипертензии от 25 до 50%.
- ✓ Сопряжение повышения АД с увеличением ЧСС.
- ✓ Повышенная вариабельность АД.

#### **Критерии диагностики стабильных форм АГ:**

- ✓ Повышение средних значений АД выше 95 перцентиля распределения этих параметров для соответствующего роста (см. приложение).
- ✓ Индекс времени гипертензии более 50%.
- ✓ Отсутствие связи повышения АД с увеличением ЧСС.
- ✓ Повышенная вариабельность АД.
- ✓ Нарушение циркадного профиля АД.

#### **Подбор адекватной антигипертензивной терапии**

Проводится по данным СМАД пациента, не получающего антигипертензивную терапию:

- ✓ при гипертензии, сочетающейся с тахикардией – препаратами выбора являются  $\beta$ -адреноблокаторы, антагонисты Са (верапамил, дилтиазем).
- ✓ При отсутствии активации симпатoadреналовой системы – вазодилататоры (ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента, альфа-адреноблокаторы, дигидропиридины).
- ✓ При нормальном АД в ночные часы – препараты с действием в 10-12 часов (атенолол, эналаприл) однократно утром.
- ✓ При повышенном АД ночью – препараты с длительным действием (амлодипин, бисопролол, бетаксоллол) или 2-3-х кратный прием препаратов с короткой продолжительностью действия).

#### **Оценка эффективности проводимой терапии**

Коэффициент отношения остаточного эффекта к максимальному – относительная величина снижения АД в период окончания действия препарата в сравнении с максимальным эффектом на пике действия препарата:

- ✓  $k \geq 50$  – адекватный суточный контроль АД при отсутствии его чрезмерного снижения на пике действия;
- ✓  $k \approx 100$  – идеальные значения, свидетельствующие о том, что препарат не влияет на характер суточного биоритма и вариабельность АД;

- ✓  $k < 50$  – рост вариабельности АД, увеличение сосудистых рисков.

### **Диагностические пробы гипотензии:**

- ✓ проба с ортостатической гипотензией (вставание с постели). В норме в первые 10-15 с – снижение САД на 5-14 мм. рт. ст., повышение ДАД на 5-10 мм. рт. ст. с быстрой стабилизацией. При АГ – увеличение АД более 15 мм. рт. ст. В случае ортостатической гипотензии – снижение САД более, чем на 20 мм. рт. ст., а ДАД на 10 мм. рт. ст. и более;
- ✓ проба с постпрандиальной гипотензией (после приема пищи).

### **Полифункциональное мониторирование**

Представляет собой одновременную длительную регистрацию нескольких физиологических показателей (АД, ЭКГ, центральной гемодинамики, ФВД, ЭЭГ, температуры тела и т.д.). Наиболее часто применяется бифункциональное мониторирование (АД+ЭКГ).

Показания – синкопальные состояния, оценка влияния нарушений ритма и проводимости на уровень АД.

## **ДОПЛЕРЭХОКАРДИОГРАФИЯ**

Основной неинвазивный метод исследования структуры, а также функции сердца и магистральных сосудов у детей [11].

### Основные синдромы, выявляемые с помощью Д-ЭХО-КГ:

- ✓ гипертрофии миокарда желудочков;
- ✓ дилатации камер сердца;
- ✓ поражения клапанов (пролапс, регургитация, стеноз, вегетации, кальциноз);
- ✓ поражения папиллярных мышц;
- ✓ расширения аорты;
- ✓ наличия жидкости в полости перикарда;
- ✓ врожденные или приобретенные пороки сердца;
- ✓ нарушения сократимости миокарда (глобальной или локальной);
- ✓ нарушения диастолической функции желудочков.

### Основные режимы Д-ЭХО-КГ:

- М-модальный режим – одномерный;
- В-режим – двумерный (секторальное сканирование);
- Д- режим - доплеровский режим (импульсный, непрерывно-волновой);

ЦДК – режим – цветное доплеровское картирование.

## Основные показатели

*Размерные показатели сердца в М-режиме, (Таблица 8):*

- ✓ конечно-диастолический размер ЛЖ;
- ✓ конечно-систолический размер ЛЖ;
- ✓ конечно-диастолический размер ПЖ;
- ✓ толщина межжелудочковой перегородки (МЖП);
- ✓ толщина ЗСЛЖ;
- ✓ переднезадний размер левого предсердия;
- ✓ диаметр корня аорты;
- ✓ амплитуда раскрытия аортального клапана;
- ✓ систолическая экскурсия МЖП;
- ✓ систолическая экскурсия ЗСЛЖ.

Таблица 8.

Нормальные эхокардиографические показатели в М-режиме у детей в зависимости от площади поверхности тела (М.И.Пыков, К.В.Ватолин, 2001).

Показатели, мм	Площадь поверхности тела, м <sup>2</sup>							
	≤0,5		0,6-1,0		1,1-1,5		≥1,5	
	М±m	Д	М±m	Д	М±m	Д	М±m	Д
Ао на уровне синусов Вальсальвы	14,4±0,4	11-19	19,8±0,4	15-24	24,1±0,4	21-29	27,6±0,5	24-31
Систолическое открытие АоК	8±0,2	5-10	13±0,3	19-16	16±0,3	13-19	18±0,3	15-20
Переднезадний размер ЛП	16,7±0,6	11-23	23,5±0,4	19-27	27,9±0,4	24-33	30,8±0,5	27-34
Толщина передней стенки ПЖ	3,5±0,1	3-4	3,9±0,1	3-4	4,2±0,1	3-5	4,7±0,1	4-5
Диаметр ПЖ в диастолу*	7,9±0,2	6-10	10,1±0,3	8-12	12,9±0,3	9-16	15,4±0,4	12-18
МЖП в диастолу	4,8±0,2	4-6	5,9±0,1	5-7	7,0±0,2	5-8	8,4±0,2	6-10
ЛЖ в диастолу (КДР)	20,9±0,9	15-28	33,1±0,6	28-39	40,5±0,7	34-44	47,6±0,7	41-52
ЛЖ в систолу (КСР)	13,1±0,6	9-19	20,8±0,4	17-25	25,5±0,4	22-27	29,5±0,4	25-33
ЗСЛЖ в диастолу	4,5±0,1	4-6	5,9±0,1	5-7	7,1±0,2	5-9	8,4±0,2	7-9

Примечание: \* при положении пациента на спине (при положении пациента на левом боку размер ПЖ становится больше); М – средняя арифметическая величина, m – средняя ошибка средней величины, Д – диапазон значений.

*Показатели систолической функции ЛЖ (сократимости миокарда):*

- ✓ ударный объем (УО) = КДО-КСО, зависит от возраста;

- ✓ сердечный выброс, или минутный объем ЛЖ = УО\*ЧСС, зависит от возраста;
- ✓ ударный индекс (УИ) – отношение УО к площади поверхности тела (зависит от возраста, в норме = 24-34 мл/м<sup>2</sup>);
- ✓ сердечный индекс – отношение минутного объема к площади поверхности тела (зависит от возраста, в норме = 1,9-2,4 л/(мин\*м<sup>2</sup>));
- ✓ фракция выброса (ФВ) = УО/КДО\*100% (в норме во всех возрастных группах 60-70%);
- ✓ фракция укорочения передне-заднего размера ЛЖ ( $\Delta S$ ) = (КДР-КСР)/КДР\*100% (в норме = 30-43%);
- ✓ скорость циркулярного укорочения волокон миокарда, ( $V_{CF}$ )=(КДР-КСР)/dt\*КДР, где dt - время сокращения ЗСЛЖ (в норме у взрослых – 1,3-1,5/с, у новорожденных и детей до 3 лет – 1,6-2,2/с, у детей старше 3 лет – 1,25-1,46 /с).

*Показатели диастолической функции ЛЖ (процессов наполнения ЛЖ)*

В зависимости от соотношения пиковых скоростей трансмитрального потока (Е/А) в фазах быстрого наполнения (Е) и систолы предсердий (А) выделяют регидный, псевдонормальный и рестриктивный типы дисфункции.

*Скоростные характеристики (оценка гемодинамики в различных отделах сердца, (Таблица 9)*

Таблица 9.

Нормальные показатели максимальных трансклапанных скоростей кровотока (м/с) у детей и взрослых (Hatle L., Angelsen B.,1985).

Локализация контрольного объема доплера	Дети		Взрослые	
	Среднее	Диапазон	среднее	диапазон
МК	1,0-пик Е (4,0)	0,8-1,3-пик-Е (2,56-6,76)	0,9-пик Е (3,24)	0,6-1,3-пикЕ (1,44-6,76)
ТК	0,6-пик Е (1,44)	0,5-0,8-пик Е (1,0-2,56)	0,5-пик Е (1,0)	0,3-0,7-пик Е (0,36-1,96)
КЛА	0,9 (3,24)	0,7-1,1 (1,96-4,84)	0,75 (2,25)	0,6-0,9 (1,44-3,24)
Выносящий тракт ЛЖ	1,0 (4,0)	0,7-1,2 (1,96-5,76)	0,9 (3,24)	0,7-1,1 (1,96-4,84)
АоК	1,5 (9,0)	1,2-1,8 (5,76-12,96)	1,35 (7,29)	1,0-1,7 (4,0-11,56)

Примечание: в скобках даны показатели градиента давления ( $\Delta P$ ) в исследуемой области определенных по формуле:  $\Delta P = 4(V^2)$  в мм. рт. ст.

Разновидности ЭХО-КГ

- ✓ Стресс-ЭХО-КГ – методика УЗИ сердца, использующая нагрузочные пробы (физическая нагрузка, чреспищеводная электрокардиостимуляция, лекарственные нагрузки – дигипиридабол, добутамин, аденозин).
- ✓ Чреспищеводная ЭХО-КГ – значительно расширяет возможности метода, так как не зависит от ультразвукового окна.

## РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СЕРДЦА И СОСУДОВ

Следует подчеркнуть, что рентгенологические методы в настоящий период не являются скрининговыми для обследования детей с патологией сердца. При выявлении характерных изменений на рентгенограмме, как случайной находки при проведении рентгенологического обследования органов грудной клетки, рентгенолог рекомендует проведение Д-ЭХО-КГ. Такими изменениями могут быть увеличение КТИ, наличие патологических контуров сердца, особенностей расположения сердца, изменения легочного сосудистого рисунка, а также выявление определенных рентгенологических симптомов.

### Кардиоторакальный индекс

Принцип оценки и расчета КТИ представлен на Рисунке 1.

- ✓ А – наибольший поперечный диаметр сердца справа от срединной линии.
- ✓ В – наибольший поперечный диаметр сердца слева от срединной линии.
- ✓ С – наибольший внутренний размер грудной клетки под основанием сердца.

Норма: КТИ у новорожденного =  $A + B < 60\%$  от С;  
КТИ у старших детей =  $A + B < 55\%$  от С.

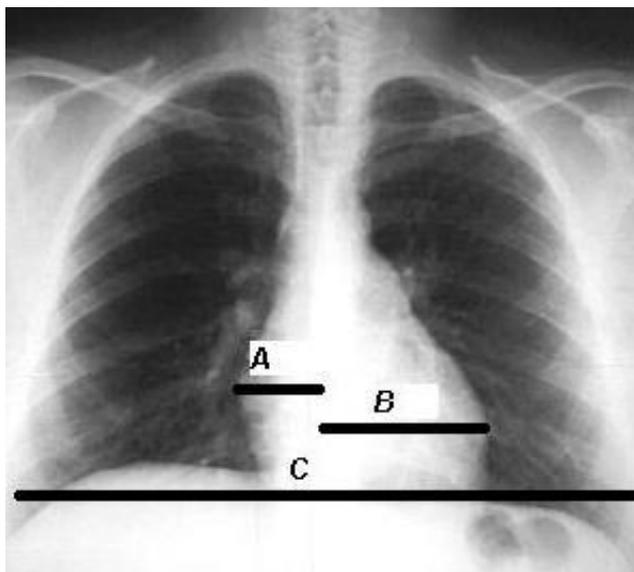


Рисунок 1.  
Определение КТИ

Сердечно-сосудистая тень на рентгенограмме образована четырьмя дугами слева и двумя справа (Рисунок 2):

- ✓ Левый контур сердца: 1 – дуга аорты (нисходящая аорта), 2 – ствол легочной артерии, 3 – ушко левого предсердия, 4 – левый желудочек.
- ✓ Правый контур сердца: 1 – верхняя полая вена или восходящая аорта, 2 – правое предсердие.

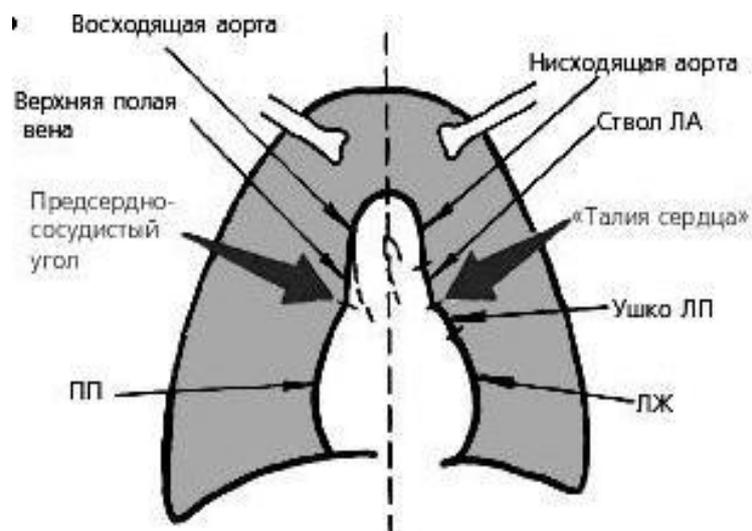
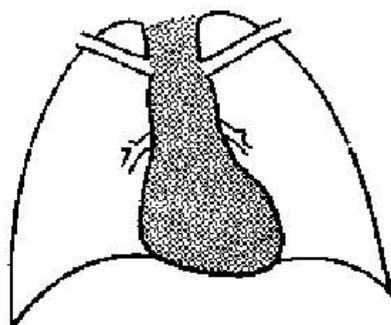
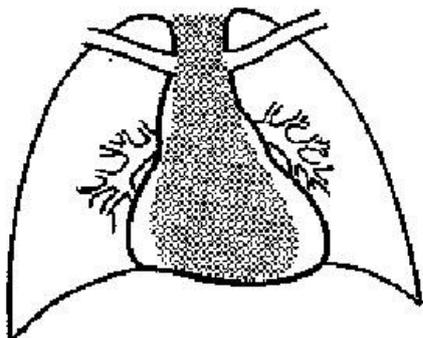


Рисунок 2.  
Структура сердечно-сосудистой тени

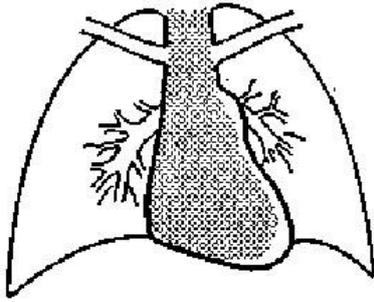
Схемы основных контуров сердца [13]



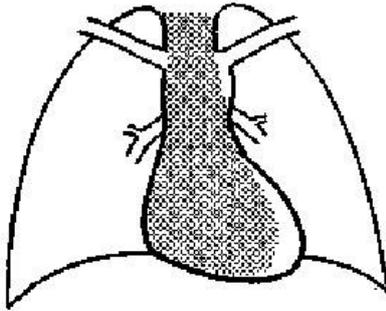
*Норма*



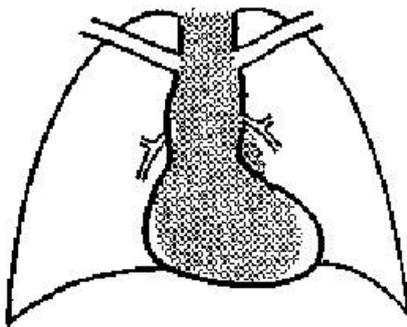
*Дефект межпредсердной перегородки:*  
увеличение правого желудочка, выбухание дуги легочного ствола, повышенное кровенаполнение легких



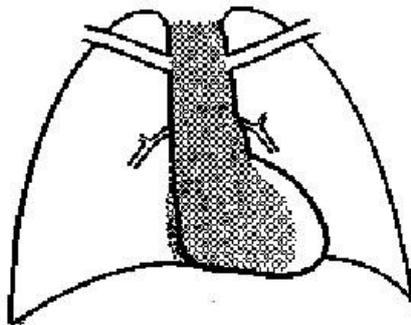
*Открытый артериальный (боталлов) проток:* расширение дуги легочного ствола и всего контура сердца влево, повышение кровотока в легких



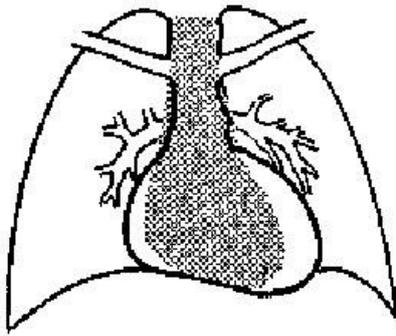
*Стеноз перешейка аорты:* расширение левого желудочка и восходящего отдела аорты



*Тетрада Фалло:* расширение правого сердца, гипоплазия легочного ствола, смещение аорты вправо, снижение легочного кровотока



*Трикустидальная атрезия:* уменьшение правого желудочка, увеличение левого желудочка, снижение кровотока в легких



*Транспозиция крупных сосудов: сужение тени сосудов в переднезаднем положении, увеличение всего сердца, усиление кровотока в легких*

Легочной сосудистый рисунок обусловлен следующими состояниями:

- ✓ артериальная легочная гиповолемия;
- ✓ артериальная легочная гиперволемия;
- ✓ венозная гиперволемия (центральный тип, периферический тип, смешанный тип);
- ✓ альвеолярный отек легких (острый, хронический);
- ✓ плевральный выпот.

Конституциональные особенности положения сердца определяются соответственно углу наклона, образованного горизонтальной линией, пересекающей верхушку сердца и линией, соединяющей верхушку с правым атриовазальным узлом (Рисунок 3).

Выделяют следующие положения сердца: нормостеническое (угол наклона =  $45^\circ$ ); гипостеническое (угол наклона  $>45^\circ$ ); гиперстенческое (угол наклона  $<45^\circ$ ).

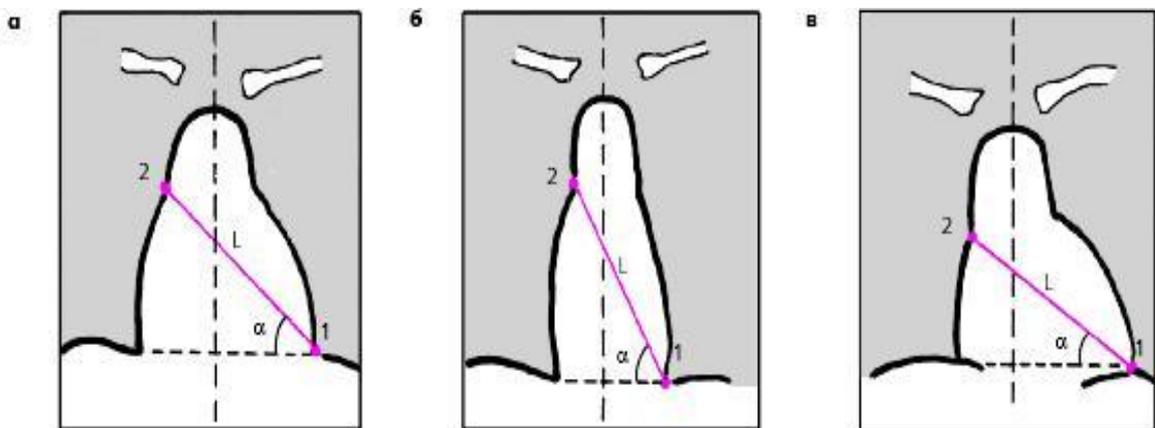


Рисунок 3.

Угол наклона и положение сердца

Особые рентгенологические симптомы:

- ✓ симптом Вестермака – признак тромбоэмболии легочной артерии;
- ✓ висячее сердце – признак гипоплазии сердца или конституциональная особенность;
- ✓ симптом Денеке – признак гипертрофии правого желудочка;
- ✓ симптом Детермана – усиленная смещаемость сердца;

- ✓ симптом «коромысла» – признак недостаточности митрального клапана;
- ✓ симптом Мироненко – признак аневризмы левого желудочка;
- ✓ симптом Оливер-Кардарелли (капельное, висячее сердце) – при конституциональной особенности сердца;
- ✓ сердечная тень в виде «турецкой сабли» – признак аномального дренажа легочных вен;
- ✓ симптом «яйцо, лежащее на боку» – признак транспозиции магистральных сосудов.

## МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИИ СЕРДЦА И СОСУДОВ

Оба современных высокотехнологичных метода лучевой диагностики позволяют проводить визуализацию сердца и сосудов, топическую диагностику ВПС. Усиленная контрастом МРТ применяется для диагностики различных форм воспалительных заболеваний сердца [14]. В качестве контраста применяют препараты на основе гадолиния (Gd-DTPA), аккумулирующемуся в зоне миокардиального воспаления. Усиление МР сигнала в сочетании с региональным гипо- или дискинезом, выявленное при МРТ с гадолинием – достоверный признак миокардита.

МРТ-критерии миокардита (Lake Louise Criteria) канадской рабочей группы, требуют наличия не менее двух из следующих признаков:

- 1) локальное или диффузное усиление интенсивности T2-сигнала;
- 2) увеличение отношения интенсивности раннего T1-сигнала от миокарда к сигналу от скелетных мышц;
- 3) визуализация как минимум одной зоны с повышенным накоплением гадолиния на отсроченных T1-взвешенных изображениях (признак некротических или фиброзирующих изменений сердечной мышцы).

В связи с высокой дозой рентгеновского излучения, применение КТ в педиатрической практике ограничено.

### РАДИОНУКЛИДНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сцинтиграфия миокарда с технецием позволяет выявить зоны гипоперфузии в большей степени при отсутствии повреждения коронарных артерий. Сцинтиграфия с таллием при выявлении признаков воспалительного повреждения миокарда (лейкоцитарных инфильтратов), позволяет предположить миокардит [14]. При аномальном отхождении коронарных артерий требуется сравнение перфузионной сцинтиграфии с показателями метаболизма миокарда, полученными с помощью позитронно-эмиссионной томографии. Однофотонная эмиссионная томография и позитронно-эмиссионная томография являются информативным способом дифференциальной диагностики обратимых (воспалительных и ишемических) и необратимых (деструктивных) миокардиальных изменений. Оба метода применяются в педиатрической кардиологии для уточнения или подтверждения диагноза.

### ИНТЕРВЕНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методики катетеризации сердца с проведением коронароангиографии, вентрикулографии, трансвенозной эндомиокардиальной биопсии используются по строгим показаниям, при относительной компенсации кровообращения, при отсутствии иммуно-биохимических маркеров острого миокардиального повреждения, вне остроты процесса из-за высокого риска тромбоэмболических осложнений, асистолии и фибрилляции [14].

Катетеризация сердца – единственный способ прямого измерения давления крови в каждой камере сердца и в основных кровеносных сосудах. Ангиокардиография информативна для топической□ диагностики аномального отхождения коронарных артерий, коарктации аорты, стеноза ЛА и ее ветвей, сужении почечных артерий, для оценки гемодинамики при ВПС. Метод позволяет оценить анатомические факторы, определяющие выживаемость больных после операции.

Эндомиокардиальная биопсия, несмотря на высокую информативность, у детей□ применяется ограниченно. Показания для биопсии миокарда:

- впервые возникшая, необъяснимая СН, продолжительностью <2 недель с нормальными размерами или дилатированным ЛЖ и гемодинамическими нарушениями;
- впервые возникшая, необъяснимая СН, продолжительностью от 2 недель до 3-х месяцев с дилатированным ЛЖ, не поддающаяся лечению в течение 1-2 недель или при развитии ЖТ, АВБ II - III степени.

#### **Электрофизиологическое исследование**

ЭФИ – процедура, направленная на получение записи биологических потенциалов с внутренней поверхности сердца, при использовании специальных электродов-катетеров и регистрационной аппаратуры [15].

Возможности ЭФИ. Применение ЭФИ помогает решить три основные задачи: диагностика, лечение (как терапевтическое, так и хирургическое) и прогнозирование. Проводятся специальные виды стимуляции для изучения электрофизиологических свойств проводящей системы, миокарда предсердий и желудочков с целью выявления субстратов аритмии, их локализации и электрофизиологических характеристик, а также контроля лекарственной и/или нефармакологической терапии.

Особенности проведение ЭФИ у детей. Возраст пациента может вызывать технические трудности, в связи с чем у детей требуется проведение седации, которая может ваголитически или симпатомиметически влиять на сердце и на показатели ЭФИ.

Условия проведения ЭФИ. Требуется специально оборудованная рентгенооперационная, снабженная рентгеноскопической установкой, позволяющей получать рентгеноскопическую картину сердца в не менее чем трех проекциях. Оснащение операционной должно включать в себя необходимое оборудование для возможного экстренного оказания всех видов реанимационных мероприятий.

Современным, информативным и безопасным методом диагностики нарушений ритма и проводимости сердца является имплантация петлевого регистратора.

#### **ПУЛЬСОКСИМЕТРИЯ**

Обязательный метод исследования в педиатрической□ кардиологии. Пульсоксиметрию необходимо проводить отдельно на руках и ногах как в состоянии покоя, так и на фоне физической□ нагрузки. Причинами

гипоксии, вызванной проблемами со стороны системы кровообращения, могут быть гиповолемиа, нарушения ритма и проводимости, а также СН. Рассматривается как скрининговый метод в неонатологии для своевременного выявления критических ВПС у новорожденных. Актуальна при гипертензивной □ сосудистой □ болезни легких.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Значения 50 и 95 перцентилей САД и ДАД у детей и подростков в зависимости от роста (по данным СМАД)

Рост, см	АД, мм рт. ст.					
	сутки		день		ночь	
	процентили					
	50-й	95-й	50-й	95-й	50-й	95-й
<b>Мальчики:</b>						
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
<b>Девочки:</b>						
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

*Источник:*

Soergel M. S., Kirschtein M., Busch C. et al Oscillometric twenty four hour ambulatory blood pressure values in healthy children and adolescents: multicenter trial including 1141 subjects. J. Pediatrics 1997; 130: 178-184.

Приложение 2. Значения перцентилей роста (см) у мальчиков и девочек в возрасте от 1 до 17 лет

Возраст, годы	Рост, см													
	Мальчики							Девочки						
	Процентили							Процентили						
	5-й	10-й	25-й	50-й	75-й	90-й	95-й	5-й	10-й	25-й	50-й	75-й	90-й	95-й
1	71,7	72,8	74,3	76,1	77,7	79,8	81,2	69,8	70,8	72,4	74,3	76,3	78	79,1
2	82,5	83,5	85,3	86,8	89,2	92	94,4	81,6	82,1	84	86,8	89,3	92	93,6
3	89	90,3	92,6	94,9	97,5	100,1	102	88,3	89,3	91,4	94,1	96,6	99	100,6
4	95,8	97,3	100	102,9	105,7	108,2	109,9	95	96,4	98,8	101,6	104,3	106,6	108,3
5	102	103,7	106,5	109,9	112,8	115,4	117	101,1	102,7	105,4	108,4	111,4	113,8	115,6
6	107,7	109,6	112,5	116,1	119,2	121,9	123,5	106,6	108,4	111,3	114,6	118,1	120,8	122,7
7	113	115	118	121,7	125	127,9	129,7	111,8	113,6	116,8	120,6	124,4	127,6	129,5
8	118,1	120,2	123,2	127	130,5	133,6	135,7	116,9	118,7	122,2	126,4	130,6	134,2	136,2

9	122,9	125,2	128,2	132,2	136	139,4	141,8	122,1	123,9	127,7	132,2	136,7	140,7	142,9
10	127,7	130,1	133,4	137,5	141,6	145,5	148,1	127,5	129,5	133,6	138,3	142,9	147,2	149,5
<b>Возраст, годы</b>	<b>5-й</b>	<b>10-й</b>	<b>25-й</b>	<b>50-й</b>	<b>75-й</b>	<b>90-й</b>	<b>95-й</b>	<b>5-й</b>	<b>10-й</b>	<b>25-й</b>	<b>50-й</b>	<b>75-й</b>	<b>90-й</b>	<b>95-й</b>
11	132,6	135,1	138,7	143,3	147,8	152,1	154,9	133,5	135,6	140	144,8	149,3	153,7	156,2
12	137,6	140,3	144,4	149,7	154,6	159,4	162,3	139,8	142,3	147	151,5	155,8	160,0	162,7
13	142,9	145,8	150,5	156,5	161,8	167	169,8	145,2	148	152,8	157,1	161,3	165,3	168,1
14	148,8	151,8	156,9	163,1	168,5	173,8	176,7	148,7	151,5	155,9	160,4	164,6	168,7	171,3
15	155,2	158,2	163,3	169	174,1	178,9	181,9	150,5	153,2	157,2	161,8	166,3	170,5	172,8
16	161,1	163,9	168,7	173,5	178,1	182,4	185,4	151,6	154,1	157,8	162,4	166,9	171,1	173,3
17	164,9	167,7	171,9	176,2	180,5	184,4	187,3	152,7	155,1	158,7	163,1	167,3	171,2	173,5

Источник:

Growth and Development. Nelson Textbook of Pediatrics. Eds. Nelson W.E., Behrman R.E., Kliegman R.M., Arvin A.M. Philadelphia, 1996: 50-52.

Приложение 3. Уровни систолического и диастолического артериального давления у мальчиков в возрасте от 1 до 17 лет в зависимости от процентильного распределения роста

Возраст (годы)	Процентиль АД	Систолическое АД (мм рт. ст.)							Диастолическое АД (мм рт. ст.)						
		процентиль роста							процентиль роста						
		5-й	10-й	25-й	50-й	75-й	90-й	95-й	5-й	10-й	25-й	50-й	75-й	90-й	95-й
1	50th	80	81	83	85	87	88	89	34	35	36	37	38	39	39
	90th	94	95	97	99	100	102	103	49	50	51	52	53	53	54
	95th	98	99	101	103	104	106	106	54	54	55	56	57	58	58
	99th	105	106	108	110	112	113	114	61	62	63	64	65	66	66
2	50th	84	85	87	88	90	92	92	39	40	41	42	43	44	44
	90th	97	99	100	102	104	105	106	54	55	56	57	58	58	59
	95th	101	102	104	106	108	109	110	59	59	60	61	62	63	63
	99th	109	110	111	113	115	117	117	66	67	68	69	70	71	71
3	50th	86	87	89	91	93	94	95	44	44	45	46	47	48	48
	90th	100	101	103	105	107	108	109	59	59	60	61	62	63	63
	95th	104	105	107	109	110	112	113	63	63	64	65	66	67	67
	99th	111	112	114	116	118	119	120	71	71	72	73	74	75	75
4	50th	88	89	91	93	95	96	97	47	48	49	50	51	51	52
	90th	102	103	105	107	109	110	111	62	63	64	65	66	66	67
	95th	106	107	109	111	112	114	115	66	67	68	69	70	71	71
	99th	113	114	116	118	120	121	122	74	75	76	77	78	78	79
5	50th	90	91	93	95	96	98	98	50	51	52	53	54	55	55
	90th	104	105	106	108	110	111	112	65	66	67	68	69	69	70
	95th	108	109	110	112	114	115	116	69	70	71	72	73	74	74
	99th	115	116	118	120	121	123	123	77	78	79	80	81	81	82
6	50th	91	92	94	96	98	99	100	53	53	54	55	56	57	57
	90th	105	106	108	110	111	113	113	68	68	69	70	71	72	72
	95th	109	110	112	114	115	117	117	72	72	73	74	75	76	76
	99th	116	117	119	121	123	124	125	80	80	81	82	83	84	84

7	50th	92	94	95	97	99	100	101	55	55	56	57	58	59	59
	90th	106	107	109	111	113	114	115	70	70	71	72	73	74	74
	95th	110	111	113	115	117	118	119	74	74	75	76	77	78	78
	99th	117	118	120	122	124	125	126	82	82	83	84	85	86	86
<b>Возраст, годы</b>	<b>Процентиль АД</b>	<b>5-й</b>	<b>10-й</b>	<b>25-й</b>	<b>50-й</b>	<b>75-й</b>	<b>90-й</b>	<b>95-й</b>	<b>5-й</b>	<b>10-й</b>	<b>25-й</b>	<b>50-й</b>	<b>75-й</b>	<b>90-й</b>	<b>95-й</b>
8	50th	94	95	97	99	100	102	102	56	57	58	59	60	60	61
	90th	107	109	110	112	114	115	116	71	72	72	73	74	75	76
	95th	111	112	114	116	118	119	120	75	76	77	78	79	79	80
	99th	119	120	122	123	125	127	127	83	84	85	86	87	87	88
9	50th	95	96	98	100	102	103	104	57	58	59	60	61	61	62
	90th	109	110	112	114	115	117	118	72	73	74	75	76	76	77
	95th	113	114	116	118	119	121	121	76	77	78	79	80	81	81
	99th	120	121	123	125	127	128	129	84	85	86	87	88	88	89
10	50th	97	98	100	102	103	105	106	58	59	60	61	61	62	63
	90th	111	112	114	115	117	119	119	73	73	74	75	76	77	78
	95th	115	116	117	119	121	122	123	77	78	79	80	81	81	82
	99th	122	123	125	127	128	130	130	85	86	86	88	88	89	90
11	50th	99	100	102	104	105	107	107	59	59	60	61	62	63	63
	90th	113	114	115	117	119	120	121	74	74	75	76	77	78	78
	95th	117	118	119	121	123	124	125	78	78	79	80	81	82	82
	99th	124	125	127	129	130	132	132	86	86	87	88	89	90	90
12	50th	101	102	104	106	108	109	110	59	60	61	62	63	63	64
	90th	115	116	118	120	121	123	123	74	75	75	76	77	78	79
	95th	119	120	122	123	125	127	127	78	79	80	81	82	82	83
	99th	126	127	129	131	133	134	135	86	87	88	89	90	90	91
13	50th	104	105	106	108	110	111	112	60	60	61	62	63	64	64
	90th	117	118	120	122	124	125	126	75	75	76	77	78	79	79
	95th	121	122	124	126	128	129	130	79	79	80	81	82	83	83
	99th	128	130	131	133	135	136	137	87	87	88	89	90	91	91
14	50th	106	107	109	111	113	114	115	60	61	62	63	64	65	65
	90th	120	121	123	125	126	128	128	75	76	77	78	79	79	80
	95th	124	125	127	128	130	132	132	80	80	81	82	83	84	84
	99th	131	132	134	136	138	139	140	87	88	89	90	91	92	92
15	50th	109	110	112	113	115	117	117	61	62	63	64	65	66	66
	90th	122	124	125	127	129	130	131	76	77	78	79	80	80	81
	95th	126	127	129	131	133	134	135	81	81	82	83	84	85	85
	99th	134	135	136	138	140	142	142	88	89	90	91	92	93	93
16	50th	111	112	114	116	118	119	120	63	63	64	65	66	67	67
	90th	125	126	128	130	131	133	134	78	78	79	80	81	82	82
	95th	129	130	132	134	135	137	137	82	83	83	84	85	86	87
	99th	136	137	139	141	143	144	145	90	90	91	92	93	94	94
17	50th	114	115	116	118	120	121	122	65	66	66	67	68	69	70
	90th	127	128	130	132	134	135	136	80	80	81	82	83	84	84
	95th	131	132	134	136	138	139	140	84	85	86	87	87	88	89

National High Blood Pressure Education Program Working Group on High Blood Pressure in Children and Adolescents. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. Pediatrics. 2004; 114: 555-576.

Примечание здесь и в приложении 4:

\*Значения стандартного отклонения для средних значений САД и ДАД: 90-й процентиль = 1,28; 95-й процентиль = 1,645 и 99-й процентиль = 2,326. \*\*Процентиль роста определяется по стандартным таблицам.

Приложение 4. Уровни систолического и диастолического артериального давления у девочек в возрасте от 1 до 17 лет в зависимости от процентильного распределения роста

Возраст (годы)	Процентиль АД	Систолическое АД (мм рт. ст.)							Диастолическое АД (мм рт. ст.)						
		процентиль роста							процентиль роста						
		5-й	10-й	25-й	50-й	75-й	90-й	95-й	5-й	10-й	25-й	50-й	75-й	90-й	95-й
1	50th	83	84	85	86	88	89	90	38	39	39	40	41	41	42
	90th	97	97	98	100	101	102	103	52	53	53	54	55	55	56
	95th	100	101	102	104	105	106	107	56	57	57	58	59	59	60
	99th	108	108	109	111	112	113	114	64	64	65	65	66	67	67
2	50th	85	85	87	88	89	91	91	43	44	44	45	46	46	47
	90th	98	99	100	101	103	104	105	57	58	58	59	60	61	61
	95th	102	103	104	105	107	108	109	61	62	62	63	64	65	65
	99th	109	110	111	112	114	115	116	69	69	70	70	71	72	72
3	50th	86	87	88	89	91	92	93	47	48	48	49	50	50	51
	90th	100	100	102	103	104	106	106	61	62	62	63	64	64	65
	95th	104	104	105	107	108	109	110	65	66	66	67	68	68	69
	99th	111	111	113	114	115	116	117	73	73	74	74	75	76	76
4	50th	88	88	90	91	92	94	94	50	50	51	52	52	53	54
	90th	101	102	103	104	106	107	108	64	64	65	66	67	67	68
	95th	105	106	107	108	110	111	112	68	68	69	70	71	71	72
	99th	112	113	114	115	117	118	119	76	76	76	77	78	79	79
5	50th	89	90	91	93	94	95	96	52	53	53	54	55	55	56
	90th	103	103	105	106	107	109	109	66	67	67	68	69	69	70
	95th	107	107	108	110	111	112	113	70	71	71	72	73	73	74
	99th	114	114	116	117	118	120	120	78	78	79	79	80	81	81
6	50th	91	92	93	94	96	97	98	54	54	55	56	56	57	58
	90th	104	105	106	108	109	110	111	68	68	69	70	70	71	72
	95th	108	109	110	111	113	114	115	72	72	73	74	74	75	76
	99th	115	116	117	119	120	121	122	80	80	80	81	82	83	83
7	50th	93	93	95	96	97	99	99	55	56	56	57	58	58	59
	90th	106	107	108	109	111	112	113	69	70	70	71	72	72	73
	95th	110	111	112	113	115	116	116	73	74	74	75	76	76	77
	99th	117	118	119	120	122	123	124	81	81	82	82	83	84	84
8	50th	95	95	96	98	99	100	101	57	57	57	58	59	60	60
	90th	108	109	110	111	113	114	114	71	71	71	72	73	74	74
	95th	112	112	114	115	116	118	118	75	75	75	76	77	78	78
	99th	119	120	121	122	123	125	125	82	82	83	83	84	85	86

9	50th	96	97	98	100	101	102	103	58	58	58	59	60	61	61
	90th	110	110	112	113	114	116	116	72	72	72	73	74	75	75
	95th	114	114	115	117	118	119	120	76	76	76	77	78	79	79
	99th	121	121	123	124	125	127	127	83	83	84	84	85	86	87
<b>Возраст (годы)</b>	<b>Процентиль АД</b>	<b>5-й</b>	<b>10-й</b>	<b>25-й</b>	<b>50-й</b>	<b>75-й</b>	<b>90-й</b>	<b>95-й</b>	<b>5-й</b>	<b>10-й</b>	<b>25-й</b>	<b>50-й</b>	<b>75-й</b>	<b>90-й</b>	<b>95-й</b>
10	50th	98	99	100	102	103	104	105	59	59	59	60	61	62	62
	90th	112	112	114	115	116	118	118	73	73	73	74	75	76	76
	95th	116	116	117	119	120	121	122	77	77	77	78	79	80	80
	99th	123	123	125	126	127	129	129	84	84	85	86	86	87	88
11	50th	100	101	102	103	105	106	107	60	60	60	61	62	63	63
	90th	114	114	116	117	118	119	120	74	74	74	75	76	77	77
	95th	118	118	119	121	122	123	124	78	78	78	79	80	81	81
	99th	125	125	126	128	129	130	131	85	85	86	87	87	88	89
12	50th	102	103	104	105	107	108	109	61	61	61	62	63	64	64
	90th	116	116	117	119	120	121	122	75	75	75	76	77	78	78
	95th	119	120	121	123	124	125	126	79	79	79	80	81	82	82
	99th	127	127	128	130	131	132	133	86	86	87	88	88	89	90
13	50th	104	105	106	107	109	110	110	62	62	62	63	64	65	65
	90th	117	118	119	121	122	123	124	76	76	76	77	78	79	79
	95th	121	122	123	124	126	127	128	80	80	80	81	82	83	83
	99th	128	129	130	132	133	134	135	87	87	88	89	89	90	91
14	50th	106	106	107	109	110	111	112	63	63	63	64	65	66	66
	90th	119	120	121	122	124	125	125	77	77	77	78	79	80	80
	95th	123	123	125	126	127	129	129	81	81	81	82	83	84	84
	99th	130	131	132	133	135	136	136	88	88	89	90	90	91	92
15	50th	107	108	109	110	111	113	113	64	64	64	65	66	67	67
	90th	120	121	122	123	125	126	127	78	78	78	79	80	81	81
	95th	124	125	126	127	129	130	131	82	82	82	83	84	85	85
	99th	131	132	133	134	136	137	138	89	89	90	91	91	92	93
16	50th	108	108	110	111	112	114	114	64	64	65	66	66	67	68
	90th	121	122	123	124	126	127	128	78	78	79	80	81	81	82
	95th	125	126	127	128	130	131	132	82	82	83	84	85	85	86
	99th	132	133	134	135	137	138	139	90	90	90	91	92	93	93
17	50th	108	109	110	111	113	114	115	64	65	65	66	67	67	68
	90th	122	122	123	125	126	127	128	78	79	79	80	81	81	82
	95th	125	126	127	129	130	131	132	82	83	83	84	85	85	86
	99th	133	133	134	136	137	138	139	90	90	91	91	92	93	93

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Школьников, М.А. Клинические рекомендации по детской кардиологии и ревматологии / М.А. Школьников, Е.И. Алексеева. – М., 2011. – 503 с.
2. Зотов, Д.Д. Современные методы функциональной диагностики в кардиологии / Д.Д. Зотов, А.В. Гротова ; под ред. Ю.Р. Ковалева. – СПб. : Фолиант, 2007. – 118 с.
3. Баевский, Р.М. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинических проявлений / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов // Ультразвуковая и функциональная диагностика, 2001. – № 3. – С. 108–127.
4. Абдулатипова, И.В. Лекарственные пробы в детской аритмологии / И.В. Абдулатипова, В.В. Березницкая, Л.А. Калинин // Педиатрия, 2009. – Том 88. – № 5 – С. 54–58.
5. Калинин, Л.А. Нагрузочные пробы у детей с нарушениями сердечного ритма / Л.А. Калинин, О.В. Капушак, М.А. Школьников // Педиатрия, 2009. – Том 88. – № 5 – С. 47–53.
6. Аксельрод, А.С. Холтеровское мониторирование ЭКГ: возможности, трудности, ошибки : учебное пособие для системы послевуз. проф. обучения врачей, 3-е изд., испр. и доп./ А.С. Аксельрод, П.Ш. Чомахадзе, А.С. Сыркин ; под ред. А.Л. Сыркина. – М. : МИА, 2016. – 216 с.
7. Макаров, Л.М. Холтеровское мониторирование ; 4-е изд. / Л.М. Макаров. – М. : ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2017. – 504 с.
8. Новые нормы и интерпретации детской электрокардиограммы / Л.М. Макаров, И.И. Киселева, В.Н. Комолятова, Н.Н. Федина // Педиатрия, 2015. – Том 94. – № 2. – С. 63–67.
9. Руководство по измерению QT при проведении ЭКГ мониторинга : [https://www.challengetb.org/publications/tools/pmdt/Guidance\\_on\\_ECG\\_monitoring\\_in\\_NDR\\_RUS.pdf](https://www.challengetb.org/publications/tools/pmdt/Guidance_on_ECG_monitoring_in_NDR_RUS.pdf)
10. Нормативные параметры ЭКГ у детей □ / Л.М. Макаров, И.И. Киселева, В.В. Долгих [и др.] // Педиатрия, 2006. – № 2. – С. 71–73.
11. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков. 2-й пересмотр // Кардиоваскулярная терапия и профилактика, 2009. – Том 8. – № 4. – С. 1.

12. Змитрович, О.А. Основные показатели размеров сердца и гемодинамики у детей и взрослых при эхокардиографии [Текст] : учеб.-метод. пособие / О.А. Змитрович, А.И. Кушнеров, М.И. Ивановская. – Минск : БелМАПО, 2010. – 39 с.

13. Хертл, М. Дифференциальная диагностика в педиатрии ; В 2-х т. – Т. 2 / М. Хертл ; пер. с нем. М.А. Карачунского. – Новосибирск : Академ-пресс, 1998. – 512 с.

14. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению миокардита у детей / А.А. Баранов, Л.С. Намазова-Баранова [и др.] – М. : МЗ РФ, Союз педиатров России, 2016. – 44 с.

15. Клинические рекомендации «Желудочковые аритмии» / Л.А. Бокерия, О.Л. Бокерия [и др.]. – М. : МЗ РФ, 2016. – 50 с. : <https://racvs.ru/clinic/files/2017/Ventricular-Arrhythmias.pdf>

Учебное издание

**Рубан Анна Петровна**

## МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ В ДЕТСКОЙ КАРДИОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие  
(издание 3-е, исправленное)

В авторской редакции

Подписано в печать 22.03.2021. Формат 60x84/16. Бумага «Discovery».

Печать ризография. Гарнитура «Times New Roman».

Печ. л. 2,81. Уч.- изд. л. 2,14. Тираж 50 экз. Заказ 174.

Издатель и полиграфическое исполнение –  
государственное учреждение образования «Белорусская медицинская  
академия последипломного образования».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/136 от 08.01.2014.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1275 от 23.05.2016.

220013, г. Минск, ул. П. Бровки, 3, кор.3.

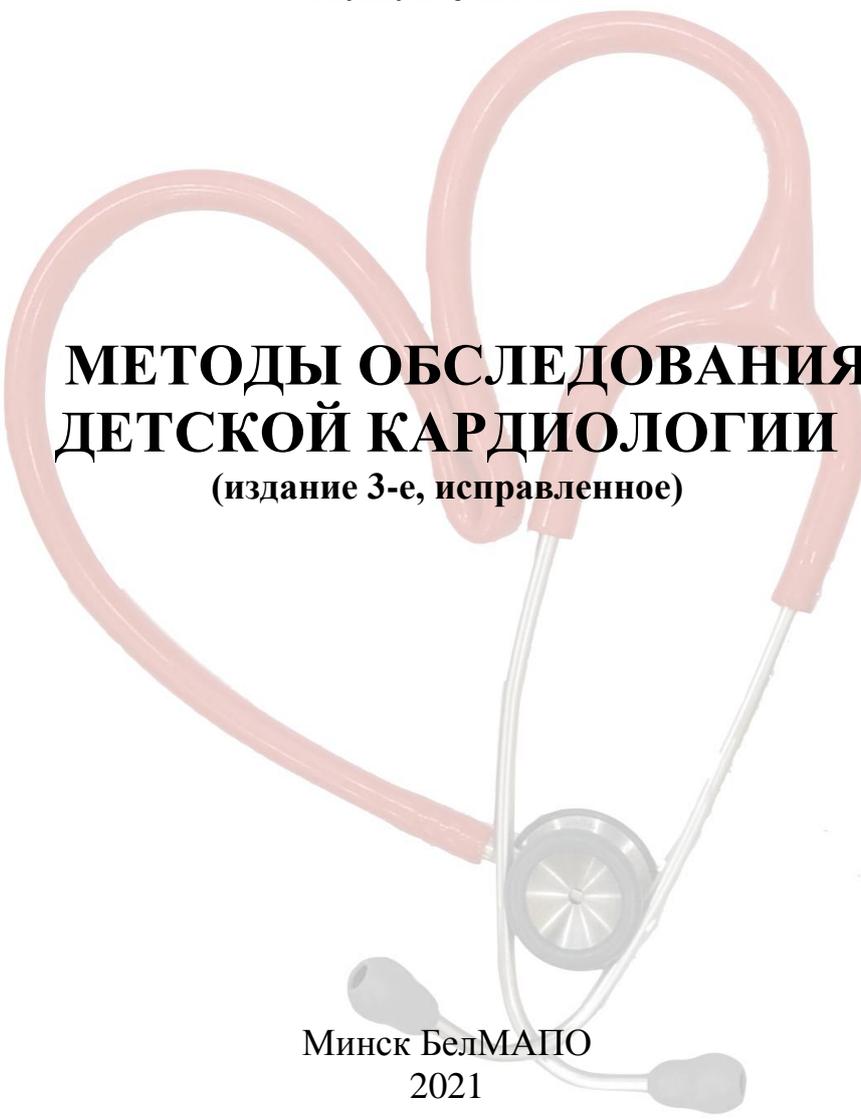


МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКАЯ МЕДИЦИНСКАЯ АКАДЕМИЯ  
ПОСЛЕДИПЛОМНОГО ОБРАЗОВАНИЯ»

Кафедра педиатрии

**А.П. РУБАН**



**МЕТОДЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ В  
ДЕТСКОЙ КАРДИОЛОГИИ**  
(издание 3-е, исправленное)

Минск БелМАПО  
2021