

В ПОМОЩЬ ПРАКТИЧЕСКОМУ ВРАЧУ

© Коллектив авторов, 2009

Л.А. Калинин¹, О.В. Капущак², М.А. Школьникова¹

НАГРУЗОЧНЫЕ ПРОБЫ У ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

¹Детский научно-практический центр нарушений сердечного ритма на базе ФГУ МНИИ педиатрии и детской хирургии Росмедтехнологий; ²Детская инфекционная больница №12, Москва

Авторы описывают показания, противопоказания и методики проведения ЭКГ-проб с дозированной физической нагрузкой (ДФН) (велозергометрия, тредмил-тест), типы реакций гемодинамики на ДФН, критерии оценки изменений ЭКГ у детей и подростков с нарушениями сердечного ритма.

Ключевые слова: дети и подростки, нарушения сердечного ритма, ЭКГ, пробы с физической нагрузкой

Authors discuss indications and contraindications to such ECG with graduated physical exercise (GPE) as bicycle ergometry or treadmill ECG and describe type of circulation response on GPE, criteria for estimation of ECG changes in children and adolescents with cardiac rhythm disorders.

Key words: children and adolescents, cardiac rhythm disorders, ECG, tests with graduated physical exercise.

Физические нагрузки (ФН) оказывают на организм сложное и многообразное действие. Известна роль ФН в провоцировании наиболее опасных, жизнеугрожающих нарушений ритма сердца и внезапной смерти [1, 2]. Ежегодно в России, как и во всем мире, регистрируются случаи внезапной смерти детей во время занятий спортом или на фоне ФН [3, 4]. Все это свидетельствует об актуальности изучения влияния ФН на сердечно-сосудистую систему (ССС), в том числе на сердечные аритмии.

Физиологическое воздействие ФН на состояние ССС, определяющее области применения стресс-тестов в медицине, заключается в усилении симпатического тонуса, что проявляется увеличением частоты сердечных сокращений (ЧСС), повышением артериального давления (АД), усилением коронарного кровотока, могут провоцироваться нарушения ритма сердца (НРС).

В клинической практике основным методом исследования влияния ФН на сердечный ритм являются ЭКГ-пробы с дозированной ФН (ДФН): велозергометрия, тредмил-тест.

В педиатрии данные тесты проводятся с целью выявление НРС и их чувствительности к различным функциональным состояниям, оценки изменений в миокарде, выявления лиц с гипертоничес-

кой реакцией на ФН, определения физической работоспособности, а также оценки эффективности лечебных мероприятий.

Основные патологические состояния, при которых проводятся пробы с ДФН – это нарушения ритма и проводимости, артериальные гипо- и гипертензии, кардиалгии, неспецифические ST-T-изменения на ЭКГ покоя, синкопальные состояния неясного генеза.

В отличие от взрослой кардиологии, где наиболее частым показанием для проведения стресс-теста является ишемическая болезнь сердца, в детской практике более актуально использование его при различных НРС для уточнения прогноза, выбора тактики терапии и контроля за ее эффективностью.

В настоящее время в педиатрической практике применяется несколько вариантов стресс-теста [5, 6]. Велозергометрия заключается во вращении педалей стационарного велозергометра с постоянной скоростью около 60 об/мин при определенной (постоянной или меняющейся) нагрузке, задаваемой посредством изменения степени сопротивления педалей велозергометра. Тредмил-тест проводится на движущейся дорожке (тредмиле), скорость ходьбы задается скоростью движения дорожки. Увеличение нагрузки достигается измене-

Контактная информация

Калинин Леонид Алексеевич – к. м. н., зав. отделением функциональной диагностики Детского научно-практического центра нарушений сердечного ритма на базе ФГУ МНИИ педиатрии и детской хирургии Росмедтехнологий

Адрес: 125412, г. Москва, Талдомская ул., 2

Тел.: (495) 483-21-01, E-mail: arcenctr@pedklin.ru

Статья поступила 05.03.09, принятая к печати 10.06.09

нием скорости и угла подъема дорожки над полом. Преимуществом метода является его физиологичность, что позволяет обследовать даже детей дошкольного возраста, начиная с 3,5–4 лет. Нагрузка при проведении тредмил-теста – динамическая, в то время как при велоэргометрии присутствуют элементы статической нагрузки.

Перед выполнением стресс-теста необходимо получить информированное согласие родителей ребенка.

Показания к проведению нагрузочных проб у детей делятся на 3 класса со снижением информативной ценности проведения исследования от I к III классу [7, 8].

I класс:

- оценка физической работоспособности у детей с ВПС после хирургической коррекции, при приобретенных болезнях клапанного аппарата или болезнях миокарда;
- оценка состояния детей с жалобами на боль в груди сосудистого генеза;
- наблюдение за работой электрокардиостимулятора при ФН;
- оценка симптомов, связанных с нагрузкой у молодых спортсменов.

II класс:

- оценка эффективности терапевтического, хирургического воздействия или радиочастотной аблации у детей с тахиаритмиями, выявленными при предыдущих пробах с нагрузкой;
- как дополнительный метод оценки тяжести врожденных или приобретенных поражений клапанов сердца, особенно при аортальном стенозе;
- оценка состояния ритма сердца при подозрении на связь аритмий с нагрузкой или при выявленных при нагрузочной пробе аритмиях.

III класс:

- обследование детей и подростков, имеющих родственников, внезапно умерших в молодом возрасте при ФН;
- наблюдение за детьми с заболеваниями сердца с возможным вовлечением коронарных артерий, такими как болезнь Кавасаки или системная красная волчанка;

• оценка частоты сокращения желудочеков на нагрузке и выявление желудочковых аритмий у детей с врожденной полной атриовентрикулярной блокадой;

• оценка прироста ЧСС на нагрузке у детей, получающих β-блокаторы, для исследования адекватности ограничению адренергического воздействия на сердце;

• оценка адаптации (укорочения или удлинения) интервала QTc на нагрузке как дополнительного средства дифференциальной диагностики молекулярно-генетического варианта врожденного синдрома удлиненного интервала QT;

• оценка реакции АД после операции по коррекции коарктации аорты;

• оценка степени насыщения крови кислородом на нагрузке у пациентов с относительно компенсированными цианотическими ВПС.

III класс:

- обследование перед направлением здоровых детей и подростков в спортивные секции;
- стандартное обследование при наличии болей в груди неясного генеза;
- оценка предсердных и желудочковых экстрасистолий у детей, не имеющих других заболеваний.

У детей с НРС выделяют 3 класса показаний к проведению стресс-теста (табл. 1): при аритмиях, относящихся к I классу показаний, нагрузочная проба обязательна; II класс – необходимость проведения пробы может вызывать расхождения мнений специалистов в оправданности и эффективности ее применения; III класс – применение методики мало дополняет диагноз, прогноз и тактику лечения, однако при соответствующем обосновании возможно ее проведение.

Противопоказания к проведению нагрузочных проб делятся на абсолютные и относительные, обусловленные риском развития жизнеугрожающих осложнений при проведении исследования [5]. Следует отметить, что диапазон относительных противопоказаний определяется уровнем оснащенности и специализацией медицинского

Таблица 1

Дифференцированные показания к проведению нагрузочных проб у детей с НРС

I класс	II класс	III класс
<ul style="list-style-type: none"> • Синдром слабости синусового узла • Хроническая непароксизмальная тахикардия • Синдром удлиненного интервала QT • АВ-блокады I–II степени • Желудочковая тахикардия • Желудочковая экстрасистолия высоких градаций (L_1–L_2) • Синдром Вольфа–Паркинсона–Уайта 	<ul style="list-style-type: none"> • АВ-блокада III степени • Желудочковая экстрасистолия (L_1–L_2) 	<ul style="list-style-type: none"> • Пароксизмальная тахикардия • Суправентрикулярная экстрасистолия • Мерцательная аритмия

учреждения. Противопоказаниями к проведению стресс-теста служат сердечная недостаточность IIБ и III степени, обструкция выводного тракта левого желудочка (гипертрофическая кардиомиопатия, стеноз аорты), воспалительные заболевания сердца (кардит, миокардит, эндокардит, перикардит) в острый период, выраженная дыхательная недостаточность.

Относительные противопоказания имеют место у больных с аневризмами, артериальной гипертензией выше 180/100 мм рт. ст. у детей старше 11 лет и более 160/80 мм рт. ст. у детей младше 11 лет, тяжелыми НРС (мерцание или трепетание предсердий, пароксизмальная желудочковая тахикардия, фибрилляция желудочков в анамнезе с синкопе или без них, полная АВ-блокада с ЧСС менее 40 уд/мин), пороками сердца (определенается степенью сердечной недостаточности), а также при гипертермии и в период реконвалесценции после острых и обострения хронических инфекционных заболеваний в течение 1 месяца.

Стандартное оснащение кабинета функциональной диагностики для проведения проб с ФН помимо специального оборудования – тредмила или велоэргометра – включает многоканальный электрокардиограф (оптимально – 12-канальный) с малоинерционной, помехоустойчивой записью (нередко входит в состав диагностической стресс-тест-системы), аппарат для регистрации АД и средства оказания неотложной помощи. Во время проведения пробы осуществляется постоянный мониторный контроль ЭКГ. Обязательна регистрация ЭКГ на ленте на стадии преднагрузки, на пике нагрузки и в периоде восстановления, а также дополнительно по решению врача. При наличии одноканального электрокардиографа оптимальный контроль изменений ЭКГ обеспечивается в отведении V_5 ; при наличии 3 каналов – в отведениях II, aVF, V_5 ; при многоканальной записи – в отведениях II, aVF, V_2 , V_4 , V_5 .

Для повышения качества записи ЭКГ электроды с конечностями (красный, желтый, зеленый,

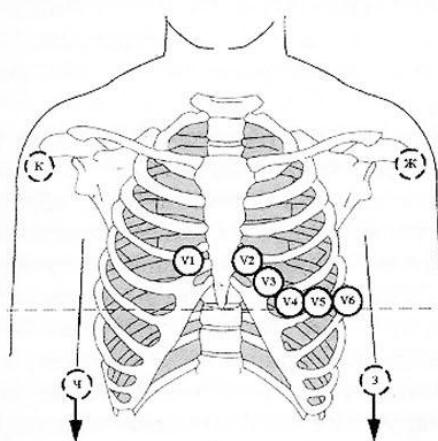


Рис. 1. Схема наложения ЭКГ-электродов при проведении пробы с ФН.

Таблица 2

Стандартный протокол нагрузочной пробы (протокол Bruce)

Ступени нагрузки	Велоэргометр,* 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

*При проведении велоэргометрии скорость вращения педалей должна составлять 60 об/мин, так как необходимая мощность нагрузки обеспечивается только при такой скорости вращения педалей.

черный) накладывают на спину [9]. В этих случаях характеристики биопотенциалов сердца наибольее близки к классической ЭКГ. Красный и желтый располагаются в области плеч, черный и зеленый – на пояснице (рис. 1).

Оборудование и набор медикаментов для оказания неотложной помощи и реанимации включает дефибриллятор, портативный респиратор для ИВЛ (мешок Амбу). Кабинет должен быть оснащен подводкой кислорода и набором медикаментов для оказания при необходимости экстренной медицинской помощи: 0,1% раствор атропина, АТФ, адреналин, преднизолон, мезатон, лидокаин, новокаинамид, изоптин, раствор панангина или 2% и 4% раствор калия хлорида, изотонический раствор натрия хлорида, нитроглицерин.

Выделяют **3 основных этапа проведения стресс-теста**: преднагрузку, максимальную нагрузку и период восстановления (5–10 мин). Как правило, в клинической педиатрической практике применяется протокол Bruce (табл. 2) с непрерывно возрастающей ступенчатой нагрузкой. Продолжительность каждой ступени – 3 мин. Мощность нагрузки при велоэргометрии оценивается в Ваттах, при проведении тредмил-теста – в км/ч и угле наклона дорожки, а также в метаболических единицах. На практике мощность нагрузки на тредмиле можно переводить в Ватт-эквиваленты. При велоэргометрии мощность первой ступени составляет 25 Вт с прибавлением на каждой последующей ступени по 25 Вт.

Пациент должен быть проинструктирован о необходимости немедленно сообщить врачу о любых жалобах (усталости, слабости, головокружении, головной боли и др.), возникших во время пробы.

Прекращение нагрузочной пробы возможно по достижении максимального значения ЧСС. При проведении пробы по методике PWC170 (physical working capacity – толерантность к ФН – ТФН) исследование прекращается по достижении

ЧСС 170 уд/мин. Этот подход, предложенный T. Sjostrand (1947), основан на определении, согласно которому у здоровых людей при ЧСС 170 уд/мин достигается максимальное потребление кислорода (МПК), т.е. максимальная физическая работоспособность. Существует ряд других пороговых значений ЧСС. Так, по рекомендациям ВОЗ, максимальная прогнозируемая ЧСС определяется по формуле: 220 – возраст. Медицинская организация American Heart Association определяет максимальную прогнозируемую ЧСС следующим образом [7, 8]:

- для возраста <25 лет: 160 уд/мин;
- для возраста >75 лет: 115 уд/мин;
- для возраста 25–75 лет: ЧСС=160 – (возраст – 25) · 45/50.

В зависимости от поставленных задач нагрузка может проводиться до ЧСС, составляющей 75–90% от максимальной прогнозируемой.

Другими критериями прекращения нагрузочной пробы служат следующие [5]:

- клинические критерии: появление болей в области сердца, сильная одышка, удушье, усталость, головная боль, головокружение, бледность, цианоз, слабость, холодный пот, отказ больного от дальнейшего исследования;
- гемодинамические критерии: подъем систолического АД (САД) более 160 (моложе 11 лет) – 180 (11 лет и старше) мм рт. ст.; подъем диастолического АД (ДАД) более 90–100 мм рт. ст.; падение ДАД более 10 мм рт. ст. ниже исходного;
- ЭКГ-критерии: появление или усугубление потенциально опасных нарушений ритма и проводимости (парные желудочковые экстрасистолы, ранние желудочковые экстрасистолы, желудочковая тахикардия (рис. 2), приступ пароксизмальной тахикардии, мерцательная аритмия, фибрилляция желудочков); депрессия или подъем сегмента ST по сравнению с исходным более 2 мм.

Проба с ДФН является наиболее простым и широко доступным способом **определения физической работоспособности**, оценка которой включает в себя анализ целого ряда гемодинамических показателей. Так, Cooper (1975) предло-

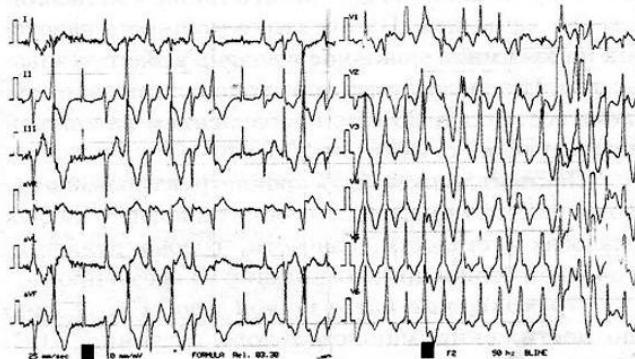


Рис. 2. ЭКГ ребенка 8 лет: залп полиморфной желудочковой тахикардии на высоте ФН при проведении стресс-теста.

жил рассчитывать хронотропный и инотропный резервы сердца, а Robinson (1967) ввел «индекс двойного произведения» [10].

Формула расчета хронотропного резерва (ХР): ХР=ЧСС последней ступени – ЧСС исходная. Нормальный ХР составляет 75–90 уд/мин. Формула расчета инотропного резерва (ИР): ИР=САД последней ступени – САД исходное. В норме у взрослых ИР составляет 70–75 мм рт. ст.

В клинических условиях эквивалентом поглощения кислорода миокардом принято считать двойное произведение (ДП). Формула расчета ДП, или индекса Робинсона: ДП = (САД последней ступени · ЧСС последней ступени)/100. Результат выражается в условных единицах. У здоровых мужчин этот индекс равен 290–310 усл. ед.

Доказано, что величина ДП коррелирует с величиной МПК: чем больше ДП, тем выше у пациента МПК в мл/мин/кг или в МЕТ-эквивалентах и, следовательно, выше физическая работоспособность.

Междуд величиной потребления кислорода и количеством выполненной работы имеется прямая корреляция, доказанная многочисленными исследованиями как в спортивной медицине, так и в кардиологии. Оба эти показателя у здоровых лиц прямо коррелируют с достигнутой ЧСС. Метод прямого измерения количества потребленного кислорода во время нагрузки – спироэргометрия требует специальной аппаратуры (газоанализаторов открытого типа с автоматическим измерением поглощения кислорода и выделения углекислого газа). Методика обременительна для пациента и персонала и в практической медицине распространения не получила. Предложены косвенные способы оценки потребления кислорода с использованием номограмм, таблиц и формул.

Широкое распространение получила формула расчета PWC170, предложенная В.Л. Карпманом [11]. Методика проведения теста следующая: выполняется не менее двух ступеней нагрузки, чтобы достичь разницы ЧСС на 1-й и 2-й ступенях не менее 40 уд/мин. После этого рассчитывается $PWC170 = H_1 + (H_2 - H_1) \cdot (170 - CCS_1) / (CCS_2 - CCS_1)$, где H_1 и H_2 – 1-й и 2-й уровень нагрузки, CCS_1 – ЧСС 1-го уровня нагрузки; CCS_2 – ЧСС 2-го уровня нагрузки.

Физическая работоспособность может рассчитываться в единицах мощности (Вт, кгм/мин) или по величине сделанной работы (кгм, кДж). Кроме того, об уровне физической работоспособности можно судить по продолжительности стандартного теста. МПК в МЕТ может быть вычислено по следующей формуле: $(90 + (3,44 \cdot W)) / P$, где W – мощность последней ступени в Вт; P – вес в кг. В случае, если используется стресс-тест-система, рассчитывающая нагрузку в МЕТ, возможен обратный пересчет в Вт по формуле: $(MET \cdot P \cdot 90) / 3,44$ [12].

В клинической практике принято считать, что нормальная физическая работоспособность здорово-

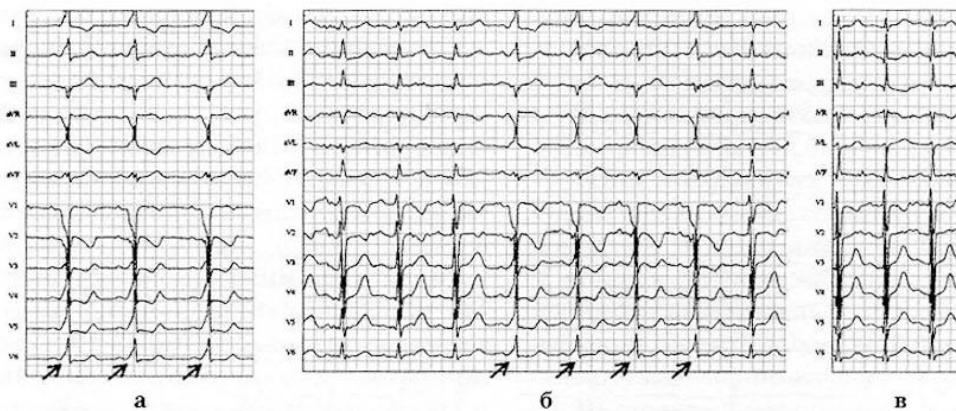


Рис. 3. ЭКГ ребенка 5 лет: исчезновение феномена преэкзитации желудочков у ребенка с ЭКГ-феноменом ВПУ при проведении стресс-теста: а – преднагрузка: синусовый ритм, ЧСС 88–96 уд/мин, ЭКГ-феномен ВПУ (указано стрелками); б – нагрузка, 1-я ступень: синусовый ритм, ЧСС 108–114 уд/мин, транзиторный ЭКГ-феномен ВПУ (указано стрелками); в – нагрузка, 2-я ступень: синусовый ритм, ЧСС 136–137 уд/мин, нормальное АВ-проводение.

вых детей составляет 2–3 Вт/кг. При значениях менее 2 Вт/кг говорят о пониженной толерантности к ФН (ТФН), более 3 Вт/кг – о повышенной [5]. Возможно использование различных значений нормальной ТФН в зависимости от возраста: у детей 6–7 лет – 1–1,5 Вт/кг; 8 лет – 1,5–2,5 Вт/кг; 9–14 лет – 2–3 Вт/кг; 15–17 лет – 2,5–3,5 Вт/кг [13, 14].

Выделяют следующие *типы реакции гемодинамики на ФН* [5]:

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

В ходе нагрузки в норме может происходить изменение ряда параметров ЭКГ. Так, например, наблюдается укорочение интервалов PQ и QT соответственно нарастанию ЧСС, увеличение амплитуды зубца Р. Амплитуда зубца R в отведениях V₅–V₆ может увеличиваться на стадии «врабатывания», в дальнейшем нормализуется или уменьшается. Возможно увеличение амплитуды зубца U. Подъем сегмента ST, наблюдавшийся при синдроме ранней реполяризации желудочков, может существенно уменьшаться. Все эти изменения отражают нормальную адаптацию электрофизиологических процессов в условиях стресс-теста.

Критерии оценки изменений ЭКГ у детей с НРС зависят от вида аритмии.

Феномен Вольфа–Паркинсона–Уайта (ВПУ), обусловлен наличием преэкзитации желудочков вследствие функционирования дополнительных предсердно–желудочных проводящих путей. Исчезновение признаков преэкзитации при ФН является благоприятным прогностическим критерием, так как отражает нормализацию АВ-проведения при симпатической стимуляции (рис. 3). В этом случае можно с высокой вероятностью исключить риск развития жизнеугрожающих аритмий. В ряде случаев ЭКГ-феномен ВПУ сохраняется, что требует проведения дальнейшего обследования с целью стратификации риска.

При желудочковых аритмиях первостепенное значение имеет оценка динамики аритмии на фоне ФН. Прогностически благоприятным является исчезновение желудочковой тахикардии на высоте ФН. Аритмии могут также возникать или усиливаться как при ФН, так и в восстановительном периоде (обычно в первые 3 мин). Это характерно для НРС на фоне органических заболеваний сердца (ишемическая болезнь сердца, кардиомиопатии, стеноз аортального клапана и др.) и ряде патологических состояний (дигиталисная интоксикация, гипокалиемия), однако также могут регистрироваться и так называемые идиопатические желудочковые аритмии. В ряде случаев только стресс-тест позволяет выявить желудочковые нарушения ритма (рис. 4).

При стабильной экстрасистолии покоя, которая более характерна для детей раннего возраста, на фоне стресс-теста у детей в половине случаев восстанавливается синусовый ритм или достоверно уменьшается количество экстрасистол, что подтверждает вагозависимый характер аритмии. В группе больных с лабильной экстрасистолией преобладают дети старшего возраста. Восстановление синусового ритма на высоте ФН отмечается в подавляющем большинстве случаев. Повышение

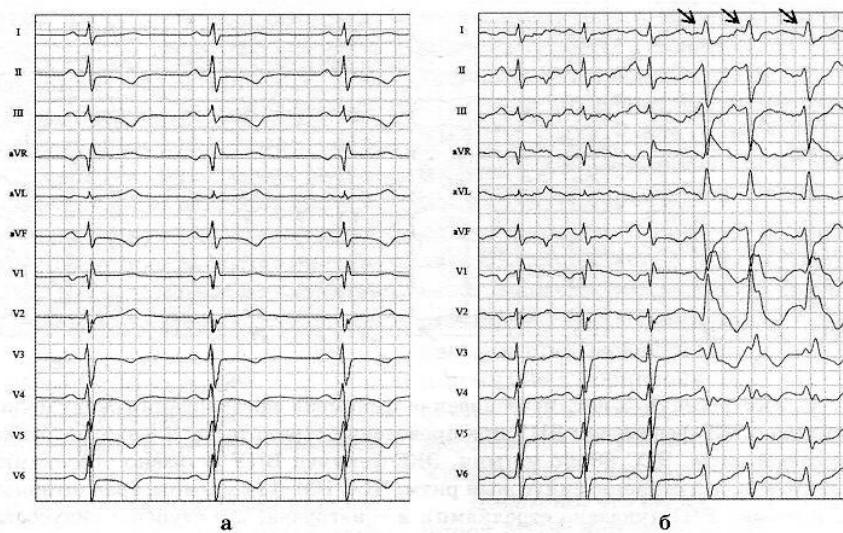


Рис. 4. Фрагменты ЭКГ ребенка 11 лет при проведении стресс-теста: провокация мономорфной желудочковой тахикардии ФН: а – преднагрузка: синусовый ритм, ЧСС 67–68 уд/мин, нарушение процесса деполяризации; б – нагрузка, 2-я ступень: на фоне синусового ритма с ЧСС 129–131 уд/мин регистрируется залпы мономорфной желудочковой тахикардии с ЧСС 170–172 уд/мин (указано стрелками).

представленности экстрасистолии на ФН следует расценивать как экстрасистолию напряжения. Она чаще встречается у детей в пубертатном возрасте и отражает повышение чувствительности миокарда к катехоламинам. В противоположность желудочковой тахикардии, течение заболевания часто носит доброкачественный характер. В период проведения нагрузочной пробы не отмечается существенных объективных отклонений и жалоб.

У детей с суправентрикулярной непароксизматической тахикардией (ХНТ) возвратного типа анализ изменения сердечного ритма во время нагрузки служит одним из критерий при выборе тактики медикаментозной терапии. Исчезновение залпов тахикардии под влиянием ФН предполагает заинтересованность в механизме аритмии недостаточности активирующих симпатических влияний на сердце. По нашим данным [15], у 96% детей с ХНТ возвратного типа отмечается положительная динамика сердечного ритма в виде уменьшения или полного исчезновения залпов тахикардии на высоте ФН, что подтверждает роль недостаточной активности адренергического звена вегетативной нервной системы в генезе этой аритмии. Отрицательный эффект в виде учащения и удлинения залпов тахикардии с высокой вероятностью свидетельствует о неэффективности вегетотропной терапии. Стресс-тест не рекомендуется детям с ХНТ постоянного типа, так как это нарушение ритма не прекращается при ФН. К НРС, при которых стресс-тест не дает дополнительной диагностической информации, можно отнести пароксизматическую суправентрикулярную тахикардию.

При синдроме слабости синусового узла (СССУ) критериями оценки результатов стресс-теста являются провоцирование или исчезновение ЭКГ-признаков синдрома на пике ФН, а также степень максимального прироста ЧСС на пробе. Адекватным считается прирост ЧСС более чем на 50 уд/мин, при этом максимальная ЧСС должна достигать не менее 150 уд/мин. Показатель относительного прироста ЧСС мало пригоден для оценки адекватности учащения ритма, так как при этой патологии имеет место значительная, не зависящая от возраста, вариабельность в исходной частоте синусового ритма. При I варианте СССУ в подавляющем большинстве случаев достигается адекватное увеличение ЧСС. В периоде восстановления могут появляться нарушения ритма, не регистрируемые на стадии преднагрузки (миграция водителя ритма, экстрасистолия). При II варианте СССУ адекватный прирост ЧСС достигается в 70–85% случаев. На начальных этапах стресс-теста могут провоцироваться нарушения ритма, отсутствовавшие на стадии преднагрузки (миграция водителя ритма, экстрасистолия, ускоренные эктопические ритмы), которые наряду с другими аритмиями, как правило, исчезают при максимальной нагрузке. Этот процесс отражает замедленный, но все же реализуемый механизм адаптации синусового узла. Кроме того, возникают разнообразные нарушения ритма в восстановительном периоде: миграция, залпы тахикардии, АВ-блокады, АВ-диссоциация, увеличение количества экстрасистол. При III и IV вариантах СССУ, как правило, адекватный прирост ЧСС не достигается в 70%

случаев, а более чем у половины детей ФН усугубляет исходные нарушения ритма и проведения. В восстановительном периоде возможно возникновение стойкой эктопической тахикардии, усугубление брадикардии, экстрасистолии по типу аллоритмии и парных экстрасистол. Появление в восстановительном периоде нарушений ритма, не регистрируемых на стадии преднагрузки, является неблагоприятным прогностическим признаком.

При синдроме удлиненного интервала QT (СУИQT) проба с ФН проводится только детям, не имеющим в анамнезе синкопальных состояний. На пробе оценивают длительность интервала QT и корректированного интервала QT (QTc), адекватность изменений этих интервалов при увеличении ЧСС, а также наличие признаков альтернации Т-волны при ФН и в восстановительном периоде. У части больных с СУИQT отмечается недостаточный прирост ЧСС при ФН, что может быть обусловлено поражением синусового узла. При нарастании ФН интервал QT укорачивается, как и у здоровых детей, однако не нормализуется соответственно ЧСС. Интервал QTc парадоксально увеличивается у больных с первым молекулярно-генетическим вариантом синдрома и превышает исходные значения на высоте ФН, в то время как у здоровых детей QTc остается практически постоянным или уменьшается. Предполагается, что значительное увеличение интервала QTc у больных с СУИQT объясняется усилением асимметрии в симпатической иннервации сердца. Таким образом, для больных с врожденным СУИQT характерно недостаточное укорочение интервала QT при

увеличении ЧСС и парадоксальное увеличение интервала QTc, что может быть использовано для диагностики в сомнительных случаях. Альтернация зубца Т является неблагоприятным прогностическим признаком для больных с данной патологией.

При *нарушениях проводимости* критериями оценки являются степень блокады на стадии преднагрузки и динамика при ФН. При АВ-блокаде I степени функциональный (вагозависимый) характер ее подтверждается нормализацией АВ-проводения при ФН. При АВ-блокаде II степени оценивают изменение степени проведения. АВ-блокада III степени, как правило, сохраняется при ФН. У пациентов с врожденной или приобретенной после коррекции врожденного порока сердца АВ-блокадой стресс-тест может выявить несостоятельность хронотропной функции сердца, при которой необходима постановка кардиостимулятора.

По результатам проведения стресс-теста составляется *заключительный протокол нагрузочной пробы*, включающий оценку следующих параметров:

- толерантность к ФН (в Вт или Вт/кг);
- тип реакции гемодинамики на ФН;
- динамика ЭКГ (ЧСС, аритмии, ST-T, другие ЭКГ-феномены) на стадии преднагрузки, при максимальной ФН и в периоде восстановления;
- критерии прекращения пробы.

Таким образом, стресс-тесты являются неотъемлемой частью стандартного протокола обследования ребенка с НРС. Учет специфичных для каждого НРС критериев оценки стресс-теста повышает эффективность диагностики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Maron BJ. Cardiovascular risks to young persons on the athletic field. Ann. Intern. Med. 1998; 129 (5): 379–386.
2. Maron BJ. Sudden death in young athletes. N. Engl. J. Med. 2003; 349 (11): 1064–1075.
3. Hillis WS, McIntyre PD, Maclean J et al. ABC of Sports Medicine: Sudden death in sport. BMJ. 1994; 309: 657–660.
4. Gabbe BJ, Finch CF, Cameron PA, Williamson OD. Incidence of serious injury and death during sport and recreation activities in Victoria, Australia. Br. J. Sports. Med. 2005; 39: 573–577.
5. Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей. М.: Медицина, 1987.
6. Washington RL, Bricker JT, Alpert BS et al. Guidelines for exercise testing in the pediatric age group. From the Committee on Atherosclerosis and Hypertension in Children, Council on Cardiovascular Disease in the Young, the American Heart Association. Circulation, 1994; 90: 2166–2179.
7. ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing: Executive Summary. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee on Exercise Testing). Circulation. 1997; 96: 345–354.
8. ACC/AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing: Summary Article. A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). Circulation. 2002; 106: 1883.
9. Exercise Standards for Testing and Training. A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association. Circulation. 2001; 104: 1694–1740.
10. Орлова А.Ф., Лейтес И.В., Черникова И.В. Методическое пособие по велоэргометрии. Барнаул, 2002.
11. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, 1988.
12. Guidelines for clinical exercise testing laboratories. Circulation. 1995; 91 (3): 912–921.
13. Детская спортивная медицина: Руководство для врачей. Под ред. С.Б. Тихвинского и С.В. Хрущева. М.: Медицина, 1991.
14. Дубровский В.И. Спортивная медицина. М.: Издательский центр «Владос», 2005.
15. Школьникова М.А. Жизнеугрожающие аритмии у детей. М.: Нефтяник, 1999.