

Н. Г. Хотько, Ю. С. Денешчук, С. С. Горохов, Р. Ф. Ермолкевич

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ В КАРДИОЛОГИИ.

Сообщение 1

*ГУ «432 ордена Красной Звезды главный военный клинический медицинский центр
Вооруженных Сил Республики Беларусь»*

В статье приведен большой спектр современных функциональных методов исследований сердечно-сосудистой системы доступных сегодня большинству лечебно-профилактических организаций здравоохранения. Особое внимание обращено на показания и противопоказания к их проведению. Перечисленные методы функциональной диагностики при их целенаправленном использовании и правильной трактовке результатов исследования предоставляют практическому врачу достаточно большой объем ценной диагностической информации, в том числе не имеющей эквивалентов в клинических проявлениях болезни, что позволяет врачу оценить и объективизировать степень нарушений конкретной функции еще на доклинической стадии заболевания, оценить адекватность проводимой терапии, реабилитации. У здоровых лиц оценить функциональные резервы организма, прежде всего системы кровообращения, с целью прогноза и контроля индивидуальной адаптации человека к экстремальным условиям среды обитания, спортивным нагрузкам, при профессиональном отборе и медицинском наблюдении за водолазами, летчиками, и др.

Ключевые слова: функциональная диагностика, методы исследования, кардиология.

N. G. Hotko, Yu. S. Deneshchuk, S. S. Gorokhov, R. F. Ermolkevich

FUNCTIONAL METHODS OF DIAGNOSTICS IN CARDIOLOGY

The big range of modern functional methods of researches of cardiovascular system available to most the treatment-and-prophylactic organizations of health care is given today in article. Special attention is paid on indications and contraindications to their carrying out. The listed methods of functional diagnostics at their purposeful use and the correct interpretation of results of a research provide to the practical doctor rather large volume of the valuable diagnostic information including which does not have equivalents in clinical displays of a disease that allows the doctor to estimate objectively extent of violations of concrete function at a preclinical stage of a disease to estimate adequacy to the carried-out therapy, rehabilitations. At healthy faces to estimate functional reserves of an organism, first of all the blood circulatory systems, for the purpose of the forecast and control of individual adaptation of the person to extreme conditions of the habitat, to sports loadings, at professional selection and medical observation of divers, pilots, etc.

Key words: functional diagnostics, research methods, cardiology.

Диагностика коронарогенных и некоронарогенных поражений миокарда представляет одну из важных и трудных задач кардиологии. Перед врачами-кардиологами жизнь постоянно ставит задачи по оценке толерантности пациента к физическим нагрузкам и определению адекватности коронарного кровотока неинвазивными методами, применяемой терапии, прогнозированию течения патологического процесса, оценке проводимых реабилитационных мероприятий, осуществлению профессионального отбора, а также при разработке рекомендаций по распределению военнослужащих по воинским специальностям и т.д.

Сегодня, как и многие годы назад, самым доступным, достаточно информативным методом в диагностике заболеваний сердца (инфаркт миокарда, нарушения ритма и проводимости и др.) является электрокардиография.

ЭКГ (электрокардиография) – неинвазивный метод исследования работы сердца с помощью специального аппарата (электрокардиографа), регистрирующего электрические потенциалы работы сердца, графически отображая их на дисплее, а затем и на бумаге (рис. 1). Она дает возможность:

определить частоту и регулярность сердечных сокращений;

определить острое и хроническое повреждение миокарда;

выявить нарушения обмена калия, кальция, магния и других электролитов;

выявить нарушения сердечного ритма и внутрисердечной проводимости;

метод скрининга при ишемической болезни сердца; может дать информацию о внесердечных заболеваниях, таких как ТЭЛА и др.

Показания к проведению ЭКГ:

подозрение на заболевание сердца и высокий риск в отношении этих заболеваний;

ухудшение состояния больных с заболеваниями сердца, появление болей в области сердца, развитие или усиление одышки, возникновение аритмии;

предоперационная подготовка; заболевания внутренних органов, эндокринных желез, нервной системы, болезней уха, горла, носа, кожные заболевания и т.д. при подозрении на вовлечение сердца в патологический процесс;

экспертная оценка состояния здоровья специалистов профессий, сопряженных с высоким уровнем риска;

профилактические обследования работников различных профессий.

ЭКГ покоя в 12 стандартных отведениях необходимо регистрировать всем пациентам с подозрением на заболевания сердечно – сосудистой системы, при различных

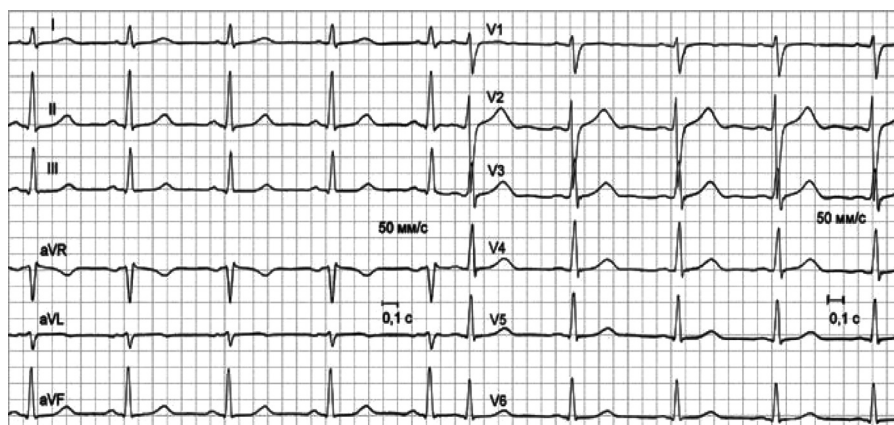


Рис. 1. Электрокардиограмма

острых терапевтических и хирургических заболеваниях, при проведении диспансеризации, профилактических обследований различных контингентов и т.д.

При этом следует иметь в виду, что у 50% больных со стабильной стенокардией она может не иметь отклонений от нормы и не исключает наличие тяжелой ИБС (чувствительность метода 50–68%, специфичность – 72–90%).

ЭКГ, снятая в покое, имеет характерные для ИБС изменения чаще всего у лиц старшей возрастной группы либо при далеко зашедших формах болезни. Необходимо так же учитывать то, что неспецифические изменения ЭКГ, такие как смещение вниз от изолинии сегмента *ST* и отрицательный зубец *T* могут наблюдаться не только при ишемии миокарда, но и при интоксикациях, воспалительных, дистрофических, обменных нарушениях в миокарде и других состояниях.

Интервал QT ЭКГ и его вариабельность

В последние годы в клинической кардиологии проблемы удлиненного интервала *QT* привлекает к себе пристальное внимание отечественных и зарубежных исследователей как фактор, приводящий к внезапной смерти.

Интервал *QT* – электрическая систола желудочков, измеряется от начала *Q* (при его отсутствии от начала *R*) до конца зубца *T* (рис. 2). Он соответствует периоду от начала деполяризации до окончания реполяризации желудоч-

ков. Длительность интервала *QT* зависит от частоты сердечных сокращений и пола пациента. Поэтому используют не абсолютную, а скорректированную нормальную величину интервала *QT* (*QTc*), которую рассчитывают по формуле Базетта. Эта формула позволяет определить, каким является интервал *QT* у данного больного – нормальным или патологическим.

Удлинение интервала QT диагностируется в том случае, если длительность *QTc* превышает 0,44 с. Диагностическое значение имеет увеличение интервала *QT* по сравнению с должными величинами, свидетельствующее о нарушении сократительной функции миокарда.

Существуют специальные таблицы, в которых представлены нормативы *QT* в зависимости от пола и частоты ритма.

Дисперсия QT. Другое свойство интервала *QT*, заключающееся в том, что он изменяется от отведения к отведению. У здоровых людей значение интервала *QT* различается между отведениями на 50 мсек и является самым длинным в грудных отведениях *V₂* и *V₃*.

По мнению большинства авторов, максимальная величина *QT* составляет 0,42 с (0,35–0,44 с). Увеличение его более 0,44 с считается ненормальным независимо от возраста и ЧСС.

В настоящее время считают допустимыми различия в длительности интервалов *QT* в пределах: 30 мс у здоровых лиц; 60–80 (100) мс у больных инфарктом мио-

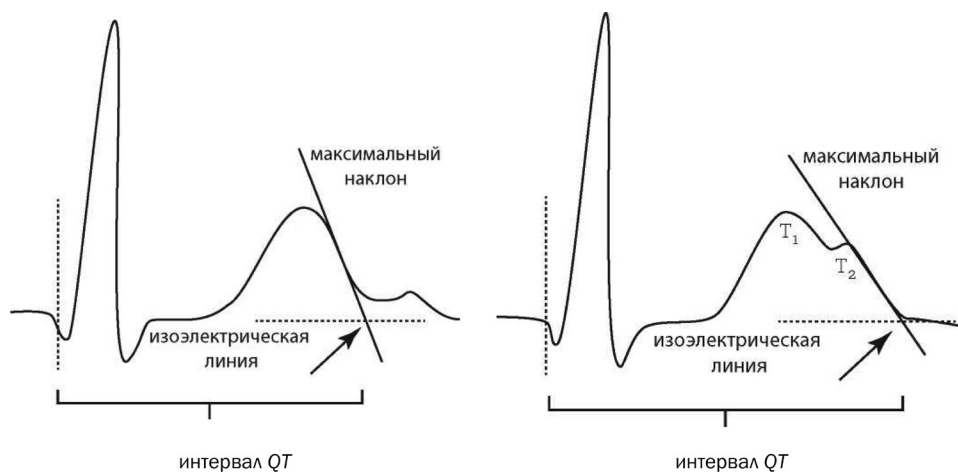


Рис. 2. Определение конечного отрезка волны Т путем пересечения линии максимального наклона волны Т с изоэлектрической линией

карда (ИМ); 150–200 мс у больных с синдромом удлиненного интервала QT.

Степень дисперсии интервала QT, являющаяся критической, в отношении аритмогенного действия варьирует в пределах 80–120 мс.

Прогностическое значение этого показателя является самостоятельным, независимым от других маркеров фатальных событий, таких как высокая ЧСС, гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ), снижение фракции выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ), изменения коронарной ангиограммы.

Исследование дисперсии интервала QT показано больным перенесшим ИМ, пациентам с дисфункцией ЛЖ, с синдромом удлиненного интервала QT; получающим антиаритмические препараты, влияющие на длительность интервала QT. Также известно, что удлинение интервала QT может наблюдаться при гипокалиемии, гипокальциемии, гипомagneмией; при применении петлевых и тиазидных диуретиков (фуросемид, торасемид), противогрибковых средств (флуконазол, кетоконазол), антибактериальных средств (макролиды, фторхинолоны, сульфаниламидные препараты), антигистаминных средств (терфенадин, астемизол), лидокаина, психотропных средств (галоперидол) и др.

Систолический показатель (СП) – следующий важный электрокардиографический показатель, предложенный Л. И. Фогельсоном и И. А. Черногоровым.

Он вычисляется по формуле: $СП = \frac{QT}{RR} \times 100\%$

Этот показатель указывает, какую часть сердечного цикла занимает электрическая систола желудочков. Он дает полезную информацию о взаимоотношении времени работы и отдыха миокарда, т.е. какая часть сердечного цикла (RR) приходится на работу (QRST) и на отдых. Нормальное значение СП (для данного субъекта) находят по таблице. Для практических целей составлена таблица определения длительности электрической систолы и систолического показателя в зависимости от длительности сердечного цикла и пола пациента.

Увеличение СП по сравнению с должными величинами косвенно свидетельствует о снижении сократительной функции миокарда, и наблюдается при тех же состояниях, при которых удлиняется интервал QT.

Изменение длительности электрической систолы (ее несоответствие длительности сердечного цикла) больше чем на 0,03 с указывает на нарушение функционального состояния миокарда и снижении его сократительной способности.

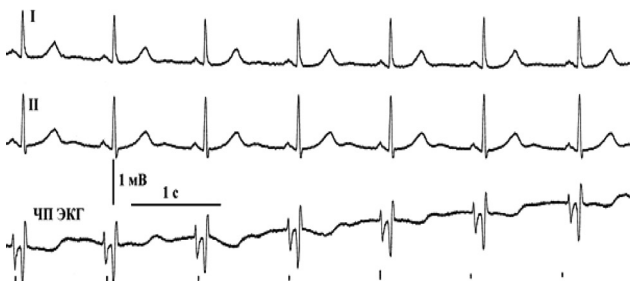


Рис. 3. Пример синхронной регистрации I и II стандартных отведений и монополярной ЧпЭКГ на фоне синусового ритма с ЧСС 60 в 1 мин. (подключение одного из электродов к грудному кабелю электрокардиографа)

Чреспищеводная электрокардиограмма (ЧпЭКГ)

На ЭКГ, зарегистрированной в общепринятых 12 отведениях, не всегда четко идентифицируется зубец P и определяется его взаимоотношение с желудочковым комплексом. Вследствие этого установить правильную форму тахикардии представляется не всегда возможным. В этих случаях электрическая активность биопотенциалов предсердий и желудочков, их взаимоотношение хорошо выявляются с помощью ЧпЭКГ. Для ее регистрации необходимы специальные электроды и электрокардиограф, обеспечивающий регистрацию ЭКГ, как минимум, на двух каналах (рис. 3).

На основании полученных результатов регистрации ЧпЭКГ в большинстве случаев можно дифференцировать различные виды тахикардии, особенно в случаях, протекающих с широкими (> 120 мс) желудочковыми комплексами, идентифицировать суправентрикулярную и желудочковую тахикардию (СВТ и ЖТ).

Для узловой реципрокной АВ тахикардии характерно расположение зубца P сразу позади комплекса QRS или он «погружен» в желудочковый комплекс (время вентрикулоатриального проведения составляет обычно 70–100 мс). Следует иметь в виду редкую форму скрытого синдрома WPW, когда ДПП расположен парасептально, и тогда время вентрикулоатриального проведения может не превышать 100 мс. Если зубец P расположен дискретно по отношению к комплексу QRS и время вентрикулоатриального проведения составляет более 100 мс (чаще около 150 мс), то больше оснований думать об узловой реципрокной тахикардии.

Обнаружение зубца P во второй половине интервала RR, перед комплексом QRS, более характерно для предсердной тахикардии (в дальнейшем уточняется электрофизиологический механизм, лежащий в ее основе, – re-entry, аномальный автоматизм). В 10% случаев АВ реципрокные тахикардии представлены тахикардией необычного (fast-slow) типа, когда зубец P регистрируется во второй половине интервала RR, в этом случае необходимо исключить ортодромную тахикардию при скрытом WPW.

Среди тахикардий, протекающих с уширенным QRS, дифференциальный диагноз проводится между наджелудочковыми тахикардиями с абберрантным проведением (или исходным нарушением внутривентрикулярной проводимости), антидромной тахикардией при синдроме WPW, ЖТ. Наличие устойчивой взаимосвязи между зубцами P и комплексами QRS, интервалами PR (ЭКГ) и RP (ЧпЭКГ) указывает на наджелудочковое происхождение тахикардии.

Последующий анализ взаиморасположения составляющих ЧпЭКГ элементов позволяет идентифицировать форму тахикардии. Одним из редких вариантов реципрокной узловой тахикардии, протекающей с уширенными QRS, является антидромная тахикардия, обусловленная проведением импульса в антероградном направлении по ДПП. В этом случае $RP > \frac{1}{2}$ интервала RR, что обуславливается медленным проведением импульса в ретроградном направлении по АВ соединению.

Предсердно-желудочковая диссоциация (зубцы P следуют в одном ритме, желудочковые комплексы – в другом, с большей частотой) указывает на желудочковое происхождение тахикардии. Вентрикулоатриальное проведение 1:1 возможно и при ЖТ, но, как правило, ее частота в таких случаях не превышает 120–140 в 1 мин, что для наджелудочковых реципрокных тахикардий не характерно. В этих случаях нередко наблюдается периодика Самойлова –

Венкебаха в ретроградном проведении без купирования приступа ЖТ. ЧпЭКГ признаки двух независимых тахикардий (одна из форм наджелудочковой и желудочковой) указывают на наличие так называемой «дублированной» ЖТ.

Диагностические суждения по данным ЭКГ и ЧпЭКГ заметным образом облегчаются при наличии ЭКГ, зарегистрированных в межприступном периоде (наличие феномена WPW, внутрижелудочковых блокад и деформаций QRS).

Электрокардиотопография ЭКТГ-60

Наиболее распространенным методом диагностики ишемии миокарда до настоящего времени остается ЭКГ. Между тем возможности общепринятых ЭКГ-методик в выявлении локальных ишемических процессов в сердечной мышце, характерных ИБС, не превышают 75–79%. В покое на ЭКГ выявлялись признаки ишемии только у 23% больных ИБС, в остальных случаях они возникают при использовании нагрузочных проб. Но возможности общепринятых ЭКГ-методик в выявлении локальных ишемических процессов в сердечной мышце, характерных для ИБС, ограничены по причине малого количества используемых отведений и недостаточной информативности общепринятых ЭКГ – критериев ишемии.

Электрокардиографическая информация, представленная стандартной 12-тиканальной ЭКГ, может быть расширена при помощи кардиограммы с большим количеством отведений, т.е. поверхностного многоканального ЭКГ-картирования. Он позволяет определить локализацию и размеры зон ишемии и инфарктирования миокарда всех отделов левого желудочка и прилежащих отделов правого желудочка, оценить состояние кровообращения в бассейне левой огибающей, межжелудочковой и правой коронарных ар-

терий. Метод электрокардиотопографии ЭКТГ-60 (метод ЭКГ-картирования) разработан в Белорусском НИИ кардиологии (В. В. Мирончик и соавт., 1987). Метод представляет собой ЭКГ-систему регистрации потенциалов сердца с помощью однополюсных отведений с 60 точек поверхности грудной клетки, абдоминальной и поясничной области. ЭКГ регистрируется грудными электродами при значении $1 \text{ мВ} = 10 \text{ мм}$ при скорости записи 50 мм/с . Электроды располагаются в шести горизонтальных рядах по 10 электродов в каждом (10 вертикальных рядов). Запись ЭКГ производится при одновременном наложении шести электродов по вертикали последовательно по десяти линиям с помощью многоканального электрокардиографа (рис. 4). Полученные параметры сегмента ST, зубцов Q, R, T заносят в специальные картограммы, вычисляют суммарные показатели, индексы площадей ишемического повреждения. Авторы методики разработали также дипиридамо-л-стресс-ЭКТГ-60. Методы ЭКТГ-60 и дипиридамо-л-стресс-ЭКТГ-60 позволяют локализовать зону ишемии и некроза, уровень поражения коронарных артерий, оценить площадь зоны ишемии или некроза миокарда.

Электрокардиотопография компьютерная – картирование поверхности тела – (картография 260 – отведений) – это регистрация множественных отведений с поверхности грудной клетки и живота для получения наиболее полной информации о состоянии электрического поля сердца. Она позволяет зарегистрировать 260 сигналов с поверхности тела, включая зоны сердца, недоступные для стандартной ЭКГ. Задача метода – точно определить локализацию и распространенность ИМ, выявить преходящую ишемию миокарда, оценить эффективность проводимого лечения.

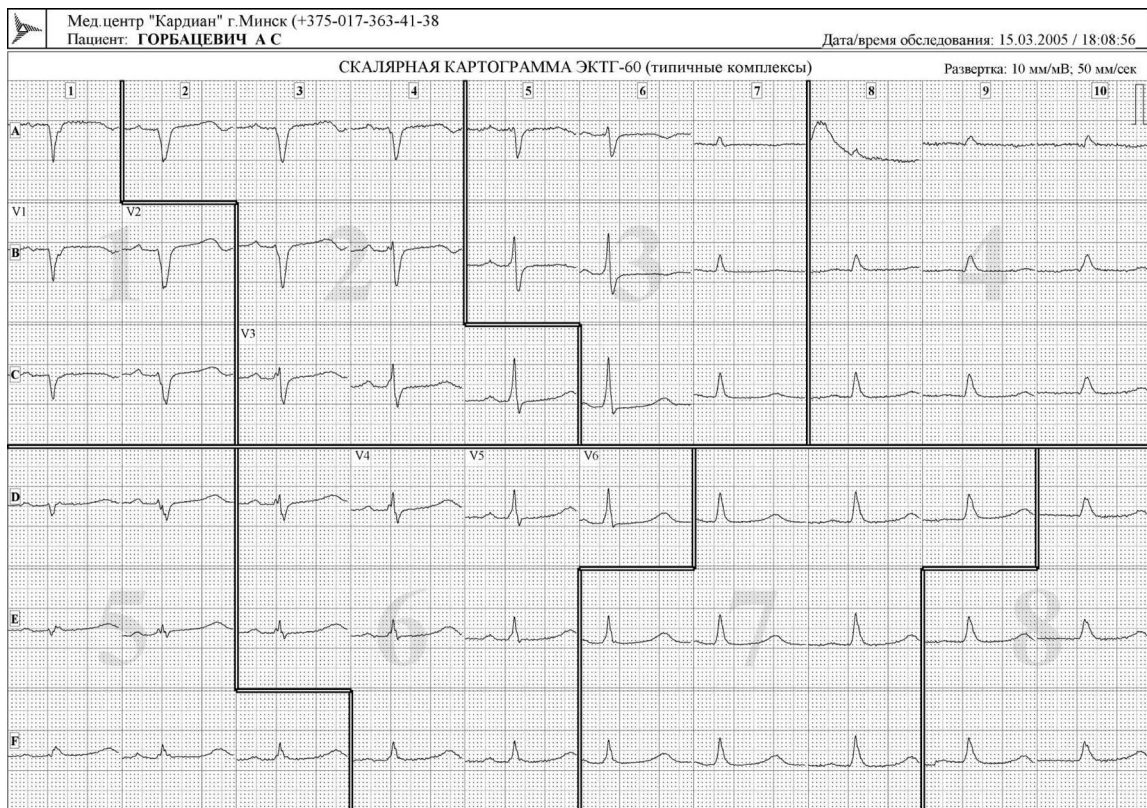


Рис. 4. Картограмма ЭКТГ-60

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ЭКГ

Классификация функциональных проб, применяемых в кардиологической практике (Д. М. Аронов, 1995 г., с дополнениями, 2007 г.)

1. Физические нагрузки: динамические, статические, смешанные, комбинированные – повышают потребление кислорода миокардом и организмом в целом.

Применяются для диагностики ИБС, функциональной характеристики больного, контроля состояния больного в динамике.

2. Электрическая стимуляция предсердий: прямая, чрезпищеводная – повышение потребления кислорода только миокардом.

Применяется для диагностики ИБС, функциональной характеристики больного, контроля состояния больного в динамике.

3. Психоэмоциональные пробы: счет в уме, запоминание чисел, компьютерные задания.

Диагностика ИБС, выявление эмоциогенных нарушений сердечно-сосудистой системы.

4. Моделирование уменьшения венозного возврата крови к сердцу:

ортостатическая проба: активная, пассивная – создание отрицательного давления на нижнюю часть тела. Уменьшение преднагрузки.

Уточнение состояния гемодинамики вообще и насосной функции сердца в частности.

5. Локальные воздействия на нервные окончания: холодовая проба (провоцирование спазма коронарных артерий), воздействие на барорецепторы аорты (воздействие на уровень АД).

Диагностика вазоспастической стенокардии, выявление нарушений регуляции АД.

6. Воздействие на внешнее дыхание: проба Вальсальвы, гипервентиляционная проба, гипоксемическая проба. Провоцирование гипоксии и ишемии миокарда.

Диагностика ИБС. Дифференциальная диагностика ложноположительных проб, выявление вазоспастического компонента стенокардии.

7. Лекарственные воздействия:

провокационные пробы для диагностики ИБС:

а) **эргометриновая** (эргоновиновая) – провоцирование спазма коронарных артерий;

б) **дипиридамоловая** (курантиловая) – провоцирование феномена «обкрадывания» с развитием ишемии миокарда;

в) **изопротереноловая** (изадриновая) – гиперсимпатикотония и ишемия миокарда;

г) **добутаминовая** – β – адреностимулирующий эффект, приводящий к повышению ЧСС, сократительной способности миокарда и, в итоге, к увеличению работы сердца, повышению потребности миокарда в кислороде;

разрешающие пробы:

а) **нитроглицериновая** – улучшение кровоснабжения и метаболизма миокарда. Дифференциальная диагностика болевого синдрома при подозрении на ИБС;

б) **фентоламиновая** (реджитиновая) – блокада α – адренергических рецепторов, расширение артериол и прекапилляров, снижение АД. Диагностика феохромоцитомы;

в) **с β-адреноблокаторами** – уменьшение адренергических влияний на миокард. Дифференциальная диагностика характера изменений конечной части комплекса QRST ЭКГ;

г) **калиевая** – улучшение метаболизма миокарда;

д) **атропиновая** – положительное хроно- и дромотропное воздействие. Дифференциальная диагностика синдрома слабости синусового узла (СССУ), нарушений внутрисердечной проводимости;

е) **каптоприловая** – диагностика ренинзависимой артериальной гипертензии (АГ);

ж) **изопротереноловая** (изадриновая) – гиперсимпатикотония. Дифференциальная диагностика атриовентрикулярной блокады;

з) **фуросемидовая** – стимуляция ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. Дифференциальная диагностика АГ.

ПРОБЫ С ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ («СТРЕСС-ТЕСТ») – ВЕЛОЭРГОМЕТРИЯ, ТРЕДМИЛ-ТЕСТ

Нагрузочные пробы с регистрацией ЭКГ в последние десятилетия стали одними из ведущих неинвазивных способов оценки состояния коронарного кровообращения.

Понятие «стресс-теста» в кардиологии включает в себя оценку функционального резерва и состояния сердечно-сосудистой системы при выполнении различных видов деятельности.

Среди данных проб на первом месте стоят велоэргометрическая проба (ВЭП) и тредмил-тест (ТТ).

Основная цель нагрузочных тестов – оценить функциональное состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Физическая нагрузка повышает сократимость миокарда, преднагрузку и постнагрузку, вследствие чего повышается потребность миокарда в кислороде.

Потребность миокарда в кислороде пропорциональна двойному произведению (ЧСС × систолическое АД).

Поскольку повышение потребности миокарда в кислороде происходит в основном за счет ЧСС, нагрузку оценивают именно по ней. Проба считается выполненной, если ЧСС достигла 75–85% максимальной для соответствующего возраста (220 – возраст).

Физическая нагрузка позволяет объективно оценить переносимость пациентом нагрузки, что имеет важное прогностическое значение. Прогноз при стабильной стенокардии в значительной мере определяется переносимостью физической нагрузки и уровнем нагрузки, при которой возникает ишемия.

Физическая нагрузка позволяет выявить хронотропную недостаточность миокарда: неспособность достичь 85% максимальной ЧСС при максимально переносимой физической нагрузке в отсутствие лечения средствами с отрицательным хронотропным действием. Это плохой прогностический признак.

Восстановление ЧСС – важный прогностический признак в течении ИБС.

Его оценивают по снижению ЧСС через 1 минуту после прекращения нагрузки.

В норме ЧСС за 1 минуту снижается на 12 ударов, более низкие значения указывают на неблагоприятный прогноз.

Велоэргометр (рис. 5) позволяет дозировать физическую нагрузку, выраженную в ваттах (Вт).

Тредмил (рис. 6) дозирует физическую нагрузку путем изменения скорости движения и угла наклона движущегося полотна в метаболических эквивалентах (МЕТ), которые отражают энерготраты организма при выполнении работы.

1 МЕТ = 1,2 кал/мин или 3,5–4,0 мл потребленного кислорода в минуту на 1 кг массы тела.

Велоэргометры и тредмилы обеспечивают так называемую изотоническую нагрузку, т.е. ту нагрузку, при выполнении которой задействуется большая группа мышц.



Рис. 5. Велозергметрия



Рис. 6. Тредмил-тест

Помимо ВЭП при ИБС могут применяться также проба Мастера, степ-тест, ненормированная физическая нагрузка в виде подъема по лестнице, приседаний, бега, ходьбы, кистевая изометрическая нагрузка (КИН), тест с шестиминутной ходьбой (ТШХ), модифицированная лестничная проба, нагрузочная проба с помощью чрезпищеводной электрокардиостимуляции, острые фармакологические тесты, провоцирующие ишемию миокарда и др.

Общепринята непрерывно ступенеобразно возрастающая ВЭП до конечных критериев – субмаксимальной ЧСС или положительных критериев пробы.

ВЭП выполняется в кабинете нагрузочных проб, оснащенный необходимым набором медикаментов, аппаратуры (дыхательная, дефибриллятор) и инструментария для оказания неотложной помощи. Медицинский персонал (врач и медсестра, проводящие исследование) должен владеть навыками проведения реанимационных мероприятий. Нагрузочный тест проводится под постоянным контролем ЭКГ, АД и состояния пациента.

Показания к проведению тестов с дозированной физической нагрузкой:

- кардиалгии (боли в области сердца);
- неспецифические изменения на ЭКГ в покое;
- артериальная гипертензия и артериальная гипотония (для выявления скрытой сосудистой гиперреактивности);
- выявление и идентификация нарушений ритма сердца;
- нарушение липидного обмена;
- состояние после перенесенных сердечно-сосудистых заболеваний (миокардит, ревматизм);
- дифференциальная диагностика ИБС и отдельных ее форм;
- определение индивидуальной толерантности к физической нагрузке у больных с установленным диагнозом ИБС;
- оценка эффективности лечебных (в том числе хирургических) и реабилитационных мероприятий по результатам динамического исследования больных;
- профессиональный отбор (для работ, требующих высокой физической работоспособности).

Что можно диагностировать при помощи стресс-тестов?

1. Коронарную недостаточность – изначально в кардиологии пробы с физической нагрузкой применялись именно для этих целей. Стресс-тесты являются самыми информативными из неинвазивных методик в диагностике ИБС. Суммарно проба оценивается по трем критериям: положительная, отрицательная и сомнительная.

Положительная проба оценивается, если во время проведения исследования возникли ЭКГ-признаки ишемии миокарда. При появлении признаков ишемии миокарда без приступа стенокардии (ангинозные боли) указывается на безболевою ишемию миокарда.

Отрицательная проба ставится на основании отсутствия критериев ишемии при условии достижения необходимого уровня нагрузки (субмаксимальная ЧСС или нагрузка, соответствующая 10 MET и более).

Сомнительная проба ставится в том случае, если: у пациента возник приступ стенокардии, но ишемических изменений на ЭКГ не выявлено; пациентом не достигнут необходимый уровень нагрузки (субмаксимальная ЧСС или нагрузка < 7 MET) без ишемических изменений на ЭКГ.

Если проба оценена как положительная – необходимо определить функциональный класс и топическую локализацию ишемии.

2. Артериальную гипертензию – до сих пор артериальная гипертензия диагностировалась по одному основному критерию, а именно стойкому подъему уровня АД. Степень тяжести артериальной гипертензии (АГ) оценивалась по наличию определенных изменений в «органах-мишенях» - сердце (ГЛЖ), мозге (гипертензивная энцефалопатия), почках (гипертензивная нефропатия).

Однако наличие у пациента нормальных значений АД в покое не исключает АГ. Кроме того, большинство больных АГ получают гипотензивную терапию и возникают проблемы с определением степени тяжести заболевания.

В этом отношении нагрузочные пробы имеют высокое диагностическое значение, поскольку при выполнении работы возрастает нагрузка не только на сердце, но и всю сердечно-сосудистую систему, что проявляется ростом ЧСС и уровня АД.

Если при выполнении работы определенной интенсивности возникает чрезмерное повышение АД, то это и служит «диагностическим ключом» при постановке АГ.

В зависимости от интенсивности нагрузки, при которой произошел патологический прирост АД, можно оценить и степень тяжести АГ.

3. Сердечную (миокардиальную) недостаточность, которая также хорошо верифицируется при проведении стресс-тестов.

При выполнении работы определенной интенсивности у больных с сердечной недостаточностью (СН) возникает истощение функционального резерва, что субъективно

выражается в появлении выраженной одышки. Используя газовый анализ выдыхаемого воздуха на специальных газоанализаторных приставках, можно объективизировать появление миокардиальной дисфункции, что повышает диагностическую ценность нагрузочных тестов в диагностике СН.

4. Артериальную недостаточность сосудов нижних конечностей – по аналогии с коронарной недостаточностью, при повышении интенсивности нагрузки, в работающих мышцах повышается потребность в кислороде. Если возникает несоответствие между потребностью в кислороде и его доставкой (что имеет место при облитерирующем атеросклерозе сосудов нижних конечностей), то возникают субъективные жалобы на боль в ногах.

5. Выявить больных с высоким риском сердечно-сосудистых осложнений.

При результатах пробы, указывающих на высокий риск осложнений, годовая смертность превышает 5%.

6. Оценить эффективность лечения. В этом случае антиангинальные средства перед проведением пробы не отменяют и проводят максимальную нагрузочную пробу, чтобы оценить возможности больного.

Признаки высокого риска осложнений ИБС по данным ЭКГ проб с физической нагрузкой:

- неспособность пройти 6 мин. по протоколу Брюса;
- раннее появление признаков ишемии (менее 3 мин);
- резко положительная проба (депрессия сегмента ST более 2 мм);
- депрессия сегмента ST, сохраняющаяся дольше 3 мин после прекращения нагрузки;
- косонисходящая депрессия сегмента ST;
- ишемия миокарда при низкой ЧСС (менее 120 в мин.);
- снижение или отсутствие прироста АД во время нагрузки;
- угрожающие жизни желудочковые аритмии при ЧСС менее 120 в мин.

Физическая нагрузка с регистрацией электрокардиограммы – наиболее физиологичный и самый простой и доступный диагностический метод.

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЫ

При невозможности выполнения пациентом физической нагрузки (при тяжелых заболеваниях легких, перемежающейся хромоте, плохой физической подготовке и других состояниях, препятствующих выполнению нагрузки) используют фармакологические пробы.

Проба с дипиридамолом. Препарат является мощным вазодилататором, расширяет непораженные атеросклерозом коронарные артерии и не расширяет суженные атеросклерозом. В результате этого происходит еще большее снижение кровотока в ишемизированных зонах миокарда, что известно под названием «феномена обкрадывания» и проявляется приступом стенокардии или изменением ЭКГ ишемического типа. Дипиридамолом вводят внутривенно из расчета 0,75 мг на 1 кг веса тела по соответствующей методике.

Проба с добутамином. Добутамин (добутрекс) в большой дозировке (20–40 мкг/кг/мин) повышает ЧСС, систолическое АД и сократимость миокарда, вызывая, таким образом, вторичное повышение миокардиального кровотока, провоцируя ишемию. Изменения ЭКГ при пробе с добутамином имеют примерно то же прогностическое значение, что и при пробе с физической нагрузкой.

Недостатки – это возможные осложнения при проведении проб: мерцательная аритмия, желудочковая та-

хикардия или артериальная гипотензия, что требует прекращения пробы. Чаще всего это бывает при аортальном стенозе, систолической дисфункции ЛЖ и митральном стенозе, поэтому у этих больных проба с добутамином обычно не используется. Хотя побочные эффекты во время инфузий добутамина возникают довольно часто, тест признан относительно безопасным даже у пожилых пациентов.

Добутамин, обладая положительным инотропным и хронотропным действием, обычно применяется совместно с эхокардиографией (стресс-ЭхоКГ).

В кардиологической практике применяются также и другие медикаментозные пробы с ЭКГ, в частности пациентам с подозрением на ИБС и с измененной конечной частью желудочкового комплекса ЭКГ.

Проба с калием. При даче калия у больных с нарушением метаболизма в миокарде отмечается улучшение обменных процессов и нормализация конечной части желудочкового комплекса. Поэтому проба положительная бывает при функциональных нарушениях в миокарде. Проба с калием противопоказана лицам старше 60 лет, больным с нарушением атрио-вентрикулярной и внутрижелудочковой проводимости. Больному после легкого завтрака дают 5–6 г хлористого калия, растворенного в 100 мл воды. Контрольная ЭКГ изучается через 30, 60, 90 минут.

Нитроглицериновая проба. При даче нитроглицерина у больных ИБС наблюдается улучшение конечной части желудочкового комплекса. Поэтому положительная проба указывает на наличие ИБС. Больному дают 2–3 капли 1% раствора нитроглицерина под язык или 1 таблетку нитроглицерина. Контрольную ЭКГ снимают через 5 и 10 минут. Для предупреждения коллаптоидных реакций проба выполняется в горизонтальном положении.

Проба с анаприлином (обзиданом). Проба положительна при функциональных нарушениях со стороны сердца и связана с блокадой β_1 - β_2 -адренорецепторов. Проба проводится утром натощак, больному дают 40–60 мг обзидана или анаприлина. Контрольную ЭКГ снимают через 30, 60, 90 минут после приема препарата.

Проба с изопренилином. Препарат стимулирует β_1 - и β_2 -адренорецепторы, повышает частоту сердечных сокращений и потребность миокарда в кислороде. Изопренилин (изадрин) 0,5 мг (1 ампула) разводится в 250 мл физиологического раствора или 5% раствора глюкозы. Препарат вводят внутривенно капельно до достижения частоты пульса 130–140 ударов (более правильно до субмаксимальной частоты: 200 – возраст в годах). После достижения необходимой частоты пульса в течение 3 минут удерживают ее. После окончания пробы и через 5 и 10 минут снимают контрольную ЭКГ. Оценка пробы проводится так же, как при пробе с ФН.

Во время пробы может наблюдаться артериальная гипертензия и желудочковая экстрасистолия. Проба проводится в специализированном отделении.

Проба с эргометрином. Эргометрин повышает тонус гладкой мускулатуры, в том числе коронарных сосудов, выявляет вариантную стенокардию Принцметала. Эргометрин вводят внутривенно струйно 0,15 и 0,3 мг, между введением должен быть 5-минутный перерыв. Проба проводится под постоянным ЭКГ-контролем во время проведения пробы и через 15 минут после ее окончания.

Оценка пробы такая же, как при проведении велоэргометрии. Проба проводится в специализированном отделении.

Менее информативны для выявления ИБС пробы с задержкой дыхания, ортостатическая и сахарная пробы.

Проба с задержкой дыхания. Проба выполняется в положении лежа на спине. Снимается исходная ЭКГ. Обследуемый делает глубокий вдох и задерживает дыхание. Определяют длительность задержки дыхания и в конце задержки снимают контрольную ЭКГ. При наличии ИБС появляются отрицательные Т. В норме минимальное время задержки дыхания 30 секунд.

Ортостатическая проба. Вызывает повышение тонуса симпатической нервной системы и рефлекторную тахикардию. Учащение сердечных сокращений способствует повышению потребности миокарда в кислороде и появлению коронарных нарушений.

Исходная ЭКГ записывается в горизонтальном положении, затем больного просят встать и записывают ЭКГ в вертикальном положении через 30 секунд, 3, 5 и 10 секунд.

Сахарная проба. Сахарную пробу выполняют натощак. Обследуемому снимают исходную ЭКГ и внутривенно вводят 40 мл 40% раствора глюкозы. Контрольные ЭКГ снимают сразу после введения глюкозы и с интервалом 10 минут в течение часа. У больных ИБС на ЭКГ регистрируются отрицательные зубцы Т. Механизм изменения зубцов Т не ясен, по-видимому он связан с увеличением потребления кислорода сердечной мышцей, который необходим для утилизации глюкозы в сердечной мышце.

Частота положительных проб нарастает при увеличении степени тяжести атеросклеротического кардиосклероза.

Литература

1. Аронов, Д. М. Функциональные пробы в кардиологии / Д. М. Аронов, В. П. Лупанов. – М.: МЕДпресс информ, 2007. – 328 с.
2. Бова, А. А. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Учебное пособие / А. А. Бова, С. С. Горохов. – Мн.: БГМУ, 1997. – 128 с.

3. Бова, А. А. Современные нагрузочные пробы в диагностике ишемической болезни сердца / А. А. Бова // Медицинские новости. – 1996. № 6. – С. 44–48.

4. Бова, А. А. Функциональная диагностика в практике терапевта. Руководство для врачей / А. А. Бова, Ю. С. Денещук, С. С. Горохов. – М.: МИА, 2007. – 240 с.

5. Воробьев, А. С. Электрокардиография. Новейший справочник. / А. С. Воробьев. – М.: «Эксмо», – 2003. – 543 с.

6. Де Луна, А. Б. Руководство по клинической электрокардиографии. / А. Б. Де Луна. – М.: Медицина, – 1993. – 704 с.

7. Инструментальные методы исследования в кардиологии (Руководство) / Под науч. ред. Г. И. Сидоренко. – Мн.: 1994. – 272 с.

8. Корнеев, Н. В. Функциональные нагрузочные пробы в кардиологии / Н. В. Корнеев, Т. В. Давыдова. – С.-Пб.: МЕДИКА, – 2007. – 128 с.

9. Липовецкий, Б. М. Функциональная оценка коронарного кровотока у человека / Б. М. Липовецкий. – Ленинград: Наука, ЛО. – 1985. – 164 с.

10. Орлов, В. Н. Руководство по электрокардиографии, 7-е издание / В. Н. Орлов. – М.: МИА, – 2012. – 540 с.

11. Пархоменко, А. Н. Интервал QT ЭКГ: значение его дисперсии в качестве маркера аритмогенеза / А. В. Шумаков, О. И. Иркин // Кардиология. – 2001. – № 4. – С. 83–86.

12. Пономаренко, И. Н. Алгоритм для объективной оценки функционального класса хронической сердечной недостаточности у больных ишемической болезнью сердца / И. Н. Пономаренко, А. Г. Булгак // Военная медицина. – № 4. – 2008. – С. 56–60.

13. Тавровская, Т. В. Велозерометрия / Т. В. Тавровская. – С.-Пб.: МЕДИКА, 2007. – 134 с.

14. Толстов, А. Н. Основы клинической чреспищеводной электрической стимуляции сердца / А. Н. Толстов. – М.: «Оверлей», 2001. – 164 с.