

# ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ В КАРДИОЛОГИИ. ЛЕКЦИИ III, IV

Д.М.АРОНОВ, В.П.ЛУПАНОВ, Т.Г.МИХЕЕВА

FUNCTIONAL TESTS IN CARDIOLOGY. LECTURES III, IV

D.M.ARONOV, V.P.LUPANOV, T.G.MIKHEEVA

Государственный научно-исследовательский центр профилактической медицины Минздравмедпрома России, Институт клинической кардиологии им. А.Л.Мясникова Кардиологического научного центра РАМН, Москва

## ЛЕКЦИЯ III.

### ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБ. КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ

#### Изменения комплекса QRS

#### при проведении функциональных проб

**Изменения зубца R.** Колебания амплитуды зубцов R при физической нагрузке привлекают большое внимание исследователей. Поиск более надежных, чем снижение сегмента ST при нагрузке, критериев диагностики ИБС, кажется, завершается неожиданным результатом. Становится все более доказательным представление о том, что увеличение амплитуды зубцов R при нагрузке скорее отражает дисфункцию левого желудочка, точнее, увеличение его конечного диастолического объема.

В отношении изменений амплитуды зубца R (в комплексах без зубцов Q и QS) при функциональных пробах, данные литературы весьма противоречивы. Так, Н.Мiyakoda и соавт. (1990 г.) провели комплексное исследование с использованием коронарографии, левой вентрикулографии и инвазивное изучение гемодинамики. Они разработали критерии для диагностики ИБС на основании изменений зубца R при нагрузке. По их мнению, проба на выявление ИБС считается положительной, если: 1) амплитуда зубцов R на высоте нагрузки увеличивается на 1 мм и более и продолжает увеличиваться в восстановительном периоде или сохраняется на прежнем уровне; 2) амплитуда зубцов R при нагрузке снижается (на 1 мм и более), а в восстановительном периоде возрастает; 3) в восстановительном периоде амплитуда зубцов R прогрессивно увеличивается. У молодых здоровых людей при умеренной нагрузке авторы наблюдали увеличение амплитуды зубцов R, а при максимальной нагрузке — ее уменьшение. У больных ИБС, как указывалось, на высоте нагрузки амплитуда зубцов R возрастала, причем у больных с патологически большим объемом левого желудочка на высоте нагрузки величина зубцов R существенно уменьшалась, но, как и у дру-

гих больных ИБС, значительно увеличивалась в восстановительном периоде.

Проводя не менее тщательные и многосторонние исследования, M.Fross и соавт. (1987 г.) показали, что при сопоставимых нагрузках у здоровых лиц величина зубцов R при нагрузке снижается, у больных с кардиомиопатией не изменяется, а у больных ИБС возрастает. При этом у больных с низкой фракцией выброса и большим конечным диастолическим объемом левого желудочка в покое сумма амплитуд прекардиальных зубцов R при нагрузке уменьшается, а у больных с удовлетворительной фракцией выброса и малым конечным диастолическим объемом левого желудочка возрастает.

Как видно, результаты этих двух исследований не совсем согласуются, поэтому в понимании феномена изменений амплитуды зубца R при нагрузке заслуживают внимания результаты уникального исследования F.Feldman и соавт. (1986 г.). Они воспроизводили ишемию миокарда у больных ИБС, подлежащих баллонной ангиопластике, производя обтурацию коронарной артерии с помощью баллона в течение в среднем 53 с. До обтурации коронарной артерии и в последние 10 с обтурации производили запись ЭКГ и интракоронарной эпикардиальной электрограммы. Из 30 больных у 26 возник приступ стенокардии, у 22 произошел подъем сегмента ST. При этом ни у одного больного не наблюдалось повышения амплитуды зубцов R ни в одном из отведений, включая интракоронарные эпикардиальные отведения. Более того, сумма амплитуд зубцов R во время ишемии миокарда достоверно уменьшилась. Авторы вполне обоснованно утверждают, что повышение амплитуды зубцов R при нагрузке не является следствием ишемии миокарда, а обусловлено иными причинами.

Среди этих причин следует отметить анатомическое положение сердца во время пробы, изменение внутрисердечного объема, движение стенок левого желудочка, толщину миокарда, скорость внутрисердечной проводимости. По-видимому, могут иметь значение и экстракарди-

альные факторы, в частности изменение воздушности легких при нагрузке.

Учитывая полиэтиологичность изменений зубца *R* при нагрузке, а также плохую воспроизводимость величины зубца *R* и ее выраженную зависимость от колебания изоэлектрической линии, трудно согласиться с рекомендациями основываться в диагностике ИБС на динамике амплитуды зубцов *R* (пример изменений зубца *R* при нагрузке представлен на рис.1).

**Изменение зубца *Q*.** Следует различать изменения зубца *Q* в комплексах *QRS* с исходным наличием или отсутствием патологического зубца *Q*. Транзиторное появление патологического зубца *Q* (ширина не менее 0,03 с, глубина более 1 мм в основных и более 2 мм в грудных отведениях) при нагрузке и исчезновение его в течение нескольких минут по окончании пробы, во-первых, свидетельствуют о необходимости немедленного прекращения пробы, во-вторых, могут отражать транзиторную локальную ишемию миокарда (т.е. указывают на положительную пробу). Уверенность в этом заключении укрепляется, если транзиторный зубец *Q* появился при малой или умеренной нагрузке и если во время пробы не произошло значительного изменения электрической оси сердца.

Примерно у 10% больных, перенесших крупноочаговый инфаркт миокарда, при проведении пробы с нагрузкой появляются изменения комплекса *QRS* в виде:

- 1) перехода комплекса *QRS* (необходимо наличие зубца *R* более 1 мм) в комплекс *QS* (рис.2);
- 2) появления отсутствовавшего до нагрузки зубца *Q* шириной 0,03 с, амплитудой 1 мм и более;
- 3) увеличения амплитуды зубца *Q* в 2 раза и более (при исходном, до нагрузки зубце *Q* более 2 мм);
- 4) уширения зубца *Q* или комплекса *QS* на 0,02 с и более;
- 5) снижения амплитуды зубца *R* на 50% и более при исходном зубце *R*, равном 5 — 10 мм, или на 25% и более при зубце *R*, равном 11 мм или более;
- 6) увеличения амплитуды зубца *R* на 100% и более при исходном зубце *R*, равном 5 — 10 мм, или на 50% при зубце *R*, равном 11 мм или более.

Обычно наличие на ЭКГ патологического зубца *Q* и комплекса *QS* связывается в нашем понимании с очаговыми изменениями миокарда (острыми или рубцового характера). Между тем, как указывалось, транзиторная ишемия миокарда иногда может проявляться изменениями, перечисленными в пунктах 1 — 4. В отличие от зубцов *Q* и комплекса *QS*, отражающих очаговые

изменения миокарда и имеющих стабильный характер, появляющиеся при нагрузке или усугубляющиеся при ней зубцы *Q* и комплексы *QS* бывают весьма кратковременными — через 5 — 6 мин после прекращения пробы они исчезают. Не исключено, что в ряде случаев подобные изменения бывают обусловлены изменением положения сердца в грудной клетке. Однако этот вариант возможен лишь при больших нагрузках, которые приводят к перегрузке отдельных камер сердца.

Возможно, что в ряде случаев указанные выше изменения комплекса *QRS* отражают ухудшение внутрижелудочковой проводимости сердца. В любом случае их появление служит отражением возникающего при проведении функциональной пробы неблагополучия в состоянии сердца и диктует необходимость прекращения пробы и дальнейшего наблюдения за больным. При попытке интерпретировать эти не совсем обычные и во всяком случае нечастые электрофизиологические находки во время пробы не следует замыкаться в рамках концепции коронарогенности указанных изменений, необходимо учитывать также возможность поражения миокарда иного характера (кардиомиопатия, миокардиты).

#### **Изменения зубца *T* при проведении функциональных проб**

Изолированное изменение зубца *T* при нагрузочных пробах имеет весьма низкую специфичность, т.е. встречается примерно с одинаковой частотой при различных состояниях и обстоятельствах, в том числе при сердечно-сосудистой патологии. Постоянная 24-часовая запись ЭКГ показывает, что приблизительно у 30% здоровых людей встречаются преходящие изменения зубца *T*. К ним относятся увеличение амплитуды зубца *T* в 2 раза и более или, наоборот, снижение его амплитуды вплоть до перехода зубца *T* в отрицательный. Эти изменения часто связаны с тахикардией, нервным возбуждением, умственной или физической активностью, изменением положения тела, приемом пищи, курением и т.д.

Однако появление в отведении *V* остроконечного симметричного и высокого зубца *T* (превышающего обычную, нормальную амплитуду в 3 раза) величиной 5 мм и более может указывать на тяжелую ишемию миокарда, хотя ряд авторов полагают, что подобные изменения могут быть связаны со снижением амплитуды зубца *R* или подъемом сегмента *ST*. Снижение амплитуды зубца *T* на 25% во время и после нагрузки по сравнению с исходной в покое вызывает подозрение, а снижение амплитуды этого зубца на 50% с большой вероятностью может указывать на коронарную недостаточность. Во всяком случае появление этих признаков при отсутствии других проявлений

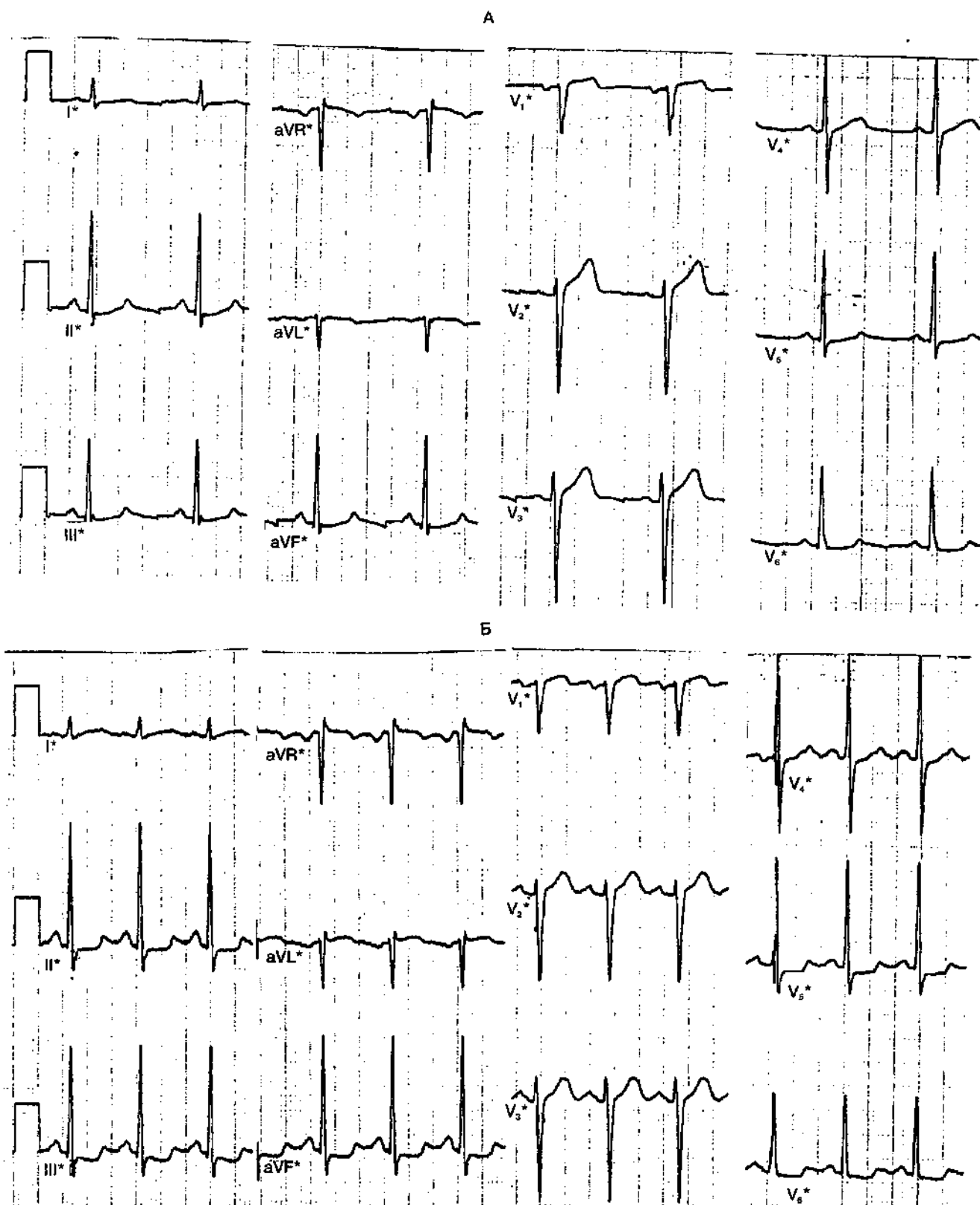


Рис.1. Данные тредмил-теста у больного С., 66 лет.

Диагноз: ИБС; стенокардия напряжения III функционального класса; артериальная гипертензия; сахарный диабет II типа, легкая форма. А — исходные данные, до нагрузки: пульс 67 в минуту, АД 120/75 мм рт.ст.; Б — на высоте нагрузки: скорость 7 миль/ч, угол подъема дорожки 10%, время работы 1 мин 35 с, 3 МЕТ. Ишемическое снижение сегмента ST в III и aVF отведениях, менее выраженное во II, V<sub>1</sub> и V<sub>2</sub> отведениях, увеличение амплитуды зубца R в отведении V<sub>4</sub> с 16 до 22 мм; в отведении V<sub>5</sub> с 18 до 22 мм. Проба положительная, толерантность к физической нагрузке низкая. При коронароангиографии выявлено трехсосудистое поражение. Возможность отражения ишемии миокарда в виде увеличения амплитуды зубцов R в данном случае подтверждается выраженными ишемическими изменениями сегмента ST.

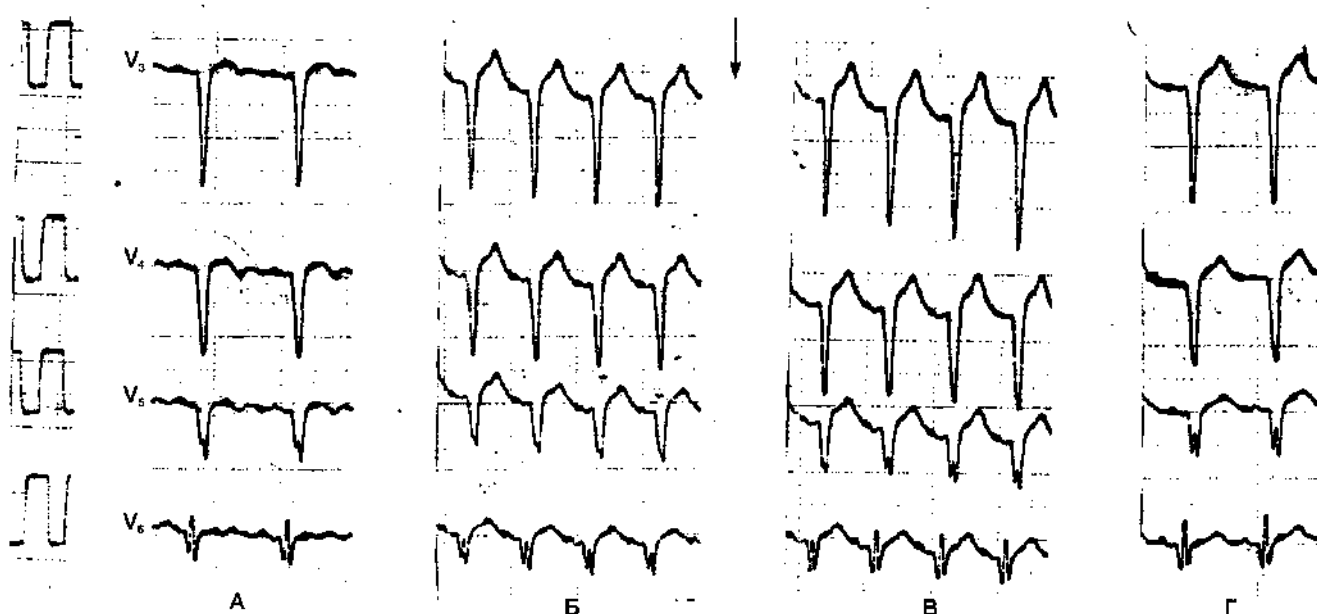


Рис.2. ЭКГ больного В., 59 лет.

Диагноз: ИБС, кардиосклероз после обширного переднего трансмурального инфаркта миокарда. А — ЭКГ до нагрузки: АД 125/80 мм рт.ст.; Б — ЭКГ на высоте нагрузки 750 кг/мин в течение 1 мин: ЧСС 148 в минуту, АД 170/100 мм рт.ст., переход комплекса *QRS* в комплекс *QS* в отведении  $V_6$ ; В — отдых 1 мин. Появление вновь зубца *R* в отведении  $V_6$ ; Г — отдых 5 мин. Коронароангиография: окклюзия в среднем сегменте передней нисходящей артерии, постокклюзионный отдел хорошо заполняется по внутрисистемным коллатералям. Вентрикулография: выраженных нарушений сократительной функции миокарда левого желудочка не выявлено. Фракция выброса 63%, конечное диастолическое давление 7 мм рт.ст.

ишемии или диссинергии миокарда должно насторожить врача и заставить его прибегнуть к дополнительным методам исследования больного. Значимость этих изменений зубца *T* подтверждается в случаях их сочетания с ишемическими изменениями сегмента *ST*. Характерно, что изолированные изменения зубца *T* редко сопровождаются типичную стенокардию напряжения.

Уплотнение зубца *T* после нагрузки, по-видимому, связано с различными причинами, чаще оно встречается у лиц, ведущих малоподвижный, сидячий образ жизни, в возрасте старше 40 лет, чем среди лиц, занимающихся физическим трудом. Значение этих изменений до сих пор точно не установлено, однако большинство исследователей не считают этот признак критерием ишемии миокарда.

Реверсия отрицательного зубца *T* (т.е. переход его из отрицательного в положительный) при ИБС встречается довольно часто. В прежние годы мы считали ее критерием прекращения пробы. Однако в настоящее время этот признак у большинства специалистов не вызывает особой настороженности в отношении ИБС. Механизм его происхождения остается неясным и, по-видимому, полиэтиологичным. В частности, придается значение усилению симпатического воздействия на миокард при нагрузке.

Появление отрицательного зубца *T* в постэкстрасистолическом комплексе скорее всего обусловлено самой экстрасистолой и не является признаком ишемии миокарда.

#### Изменение зубца *U* при проведении функциональных проб

В диагностике ИБС придается определенное значение инверсии зубца *U* при функциональных пробах. В одном из исследований сопоставлялась частота возникновения этого признака в 3 группах: а) у 72 обследованных без очаговых изменений миокарда, у которых при коронарографии был выявлен стеноз либо левой передней нисходящей артерии, либо ствола левой коронарной артерии; б) у 157 больных ИБС без поражения указанных артерий; в) у 82 здоровых лиц с нормальными коронарными артериями. Частота инверсии зубца *U* в группах равнялась 35, 4 и 1% (B.R.Chaitman, 1986 г.). Таким образом, появление инверсии зубца *U* во время пробы может конкретизировать наши представления о топике поражения коронарных артерий.

Указывается, что отрицательный зубец *U* при нагрузке чаще наблюдается в отведениях с сохраненным зубцом *R* и при снижении сегмента *ST*. По данным K.Ikeda и соавт. (1989 г.), при использовании множественных (72) отведений ЭКГ среди 103 больных со стенозом коронар-

ных артерий (более 70% просвета) отрицательный зубец  $U$  во время нагрузочной пробы наблюдался у 37% (причем при ишемии передней стенки у 57%, при ишемии нижней стенки у 26%); при отрицательной нагрузочной пробе он не был зарегистрирован ни у одного больного. Иначе говоря, по результатам этого исследования, появление отрицательного зубца  $U$  при проведении нагрузочной пробы не имеет самостоятельного значения, оно не увеличивает информационности нагрузочной пробы у конкретного человека, и это при использовании сложной системы множественных отведений, компьютерной техники и наличии гемодинамически значимого стеноза.

Инверсия зубца  $U$  при нагрузке остается вне внимания специалистов еще и потому, что этот зубец плохо поддается идентификации из-за малой амплитуды, трудностей его дифференциации при неустойчивой изоэлектрической линии. Особенно затруднена идентификация зубца  $U$  при тахикардии (укорочение интервала  $T-P$ ). Указывается также, что инверсия зубца  $U$  в восстановительном периоде исчезает быстрее, чем ишемическое снижение сегмента  $ST$  (рис.3).

#### **Нарушения ритма и проводимости сердца при проведении функциональных проб**

Из этой группы признаков наиболее часто встречается экстрасистолия как в сочетании с ишемическими изменениями на ЭКГ, так и в чистом виде (рис.4). В первом случае ишемический генез нарушения ритма ясен, во втором аритмия (даже частая, высоких градаций по B.Low) остается нераспознанным проявлением болезни сердечно-сосудистой системы и требует дальнейшего более углубленного обследования больного. К некоронарогенным причинам аритмий сердца при функциональных пробах могут приводить воспалительные и аутоиммунные поражения миокарда, гипертрофическая и иные миокардиопатии (в том числе на самых начальных этапах развития болезни), тиреотоксикоз, пороки сердца, гипокалиемия, в частности индуцированная калийуретиками, нейроциркуляторная дистония, пролапс митрального клапана и другие причины.

Транзиторная блокада ножек пучка Гиса (частичная или полная) встречается крайне редко и не обязательно связана с ишемией миокарда и может быть отражением кардиосклероза любого генеза.

Указывается, что удлинение комплекса  $QRS$  во время функциональных проб является маркером ишемии миокарда. У лиц с нормальными коронарными артериями комплекс  $QRS$  укорачивался в среднем на 0,03 мс, у лиц со стенозом одной артерии — на 4,8 мс, двух артерий — на 7,8 мс и

трех артерий — на 13,5 мс. В то же время обнаружена более тесная связь удлинения комплекса  $QRS$  при проведении проб с числом асинергических сегментов миокарда (A.Michaelides и соавт., 1993 г.). Эти интересные наблюдения авторов заслуживают дальнейшего подтверждения.

#### **Клинические данные при проведении функциональных проб**

Главным клиническим признаком при выполнении функциональных кардиологических проб является приступ стенокардии. Имеются некоторые затруднения в оценке характера болевого приступа. Сомнений не возникает, если развившийся болевой приступ носит типичный для стенокардии характер. В этих случаях даже при отсутствии изменений на ЭКГ, подтверждающих ишемию миокарда, пробу прерывают, имея четкий критерий ее прекращения. Если болевой приступ, даже атипичный, сопровождается ишемическими изменениями ЭКГ, это также недвусмысленный критерий прекращения пробы. Гораздо сложнее, когда развившийся во время пробы болевой приступ носит атипичный характер и нет других критериев прекращения пробы. В этих случаях пробу следует прекратить, но результат ее во многом будет сомнительным. Перед проведением пробы следует уточнить свойственный конкретному больному характер болевого синдрома и в дальнейшем принимать его за эталон.

В зависимости от тяжести поражения коронарных артерий сердца и интенсивности нагрузки частота возникновения приступов стенокардии при проведении пробы с нагрузкой у больных ИБС варьирует от 30 до 70%. При коронароангиографически документированном стенозирующем атеросклерозе коронарных артерий сердца примерно у  $\frac{1}{3}$  больных приступ стенокардии во время нагрузочной пробы не развивается. В то же время возможно развитие типичной стенокардии напряжения до появления ишемических изменений на ЭКГ или вовсе без них. У наблюдавшихся нами больных ИБС с выраженным коронарным атеросклерозом развитие приступа стенокардии без электрокардиографического подтверждения ишемии миокарда наблюдалось в случаях отсутствия коллатерального кровотока при стенозировании коронарных артерий.

Критерий "приступ стенокардии" довольно значим для прекращения функциональных проб, но не для объективной оценки результатов пробы. Типичная стенокардия может развиваться при отсутствии существенных изменений ЭКГ, при неизмененных артериях сердца (особенно у женщин). Иначе говоря, этот критерий имеет низкую специфичность и часто дает ложноположительный результат.

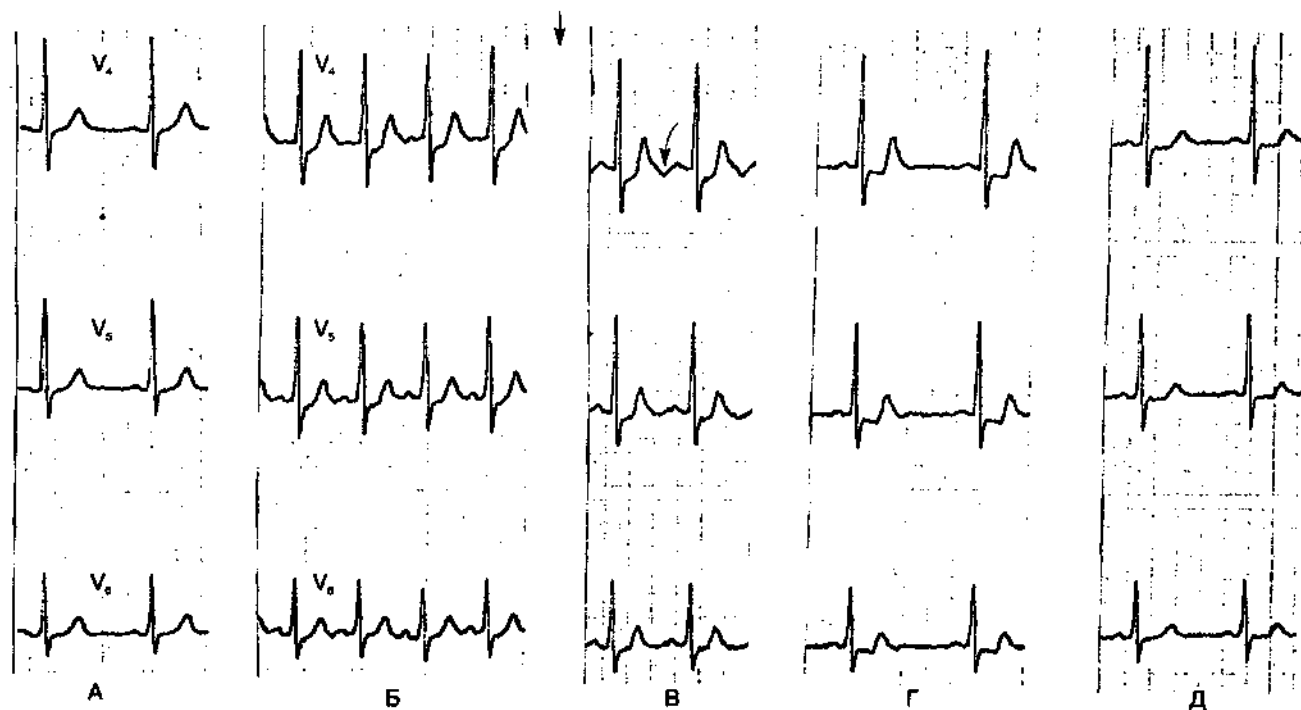


Рис.3. ЭКГ больного X.

А — ЭКГ до нагрузки без особенностей; Б — 3-я минута нагрузки на велоэргометре 600 кгм/мин: появилась боль за грудиной, нагрузка прекращена; В — 1-я минута отдыха: медленное косовосходящее снижение сегмента *ST* в отведении  $V_4$  и в меньшей степени в отведении  $V_5$  сочетается с появлением отрицательного зубца *U* (указано стрелкой); Г — 3-я минута отдыха: косонисходящее снижение сегмента *ST* в отведениях  $V_4 - V_6$ ; Д — 5-я минута отдыха: восстановление исходной ЭКГ. Ишемический генез преходящей отрицательной волны *U* подтверждается приступом стенокардии и ишемическими изменениями сегмента *ST*.

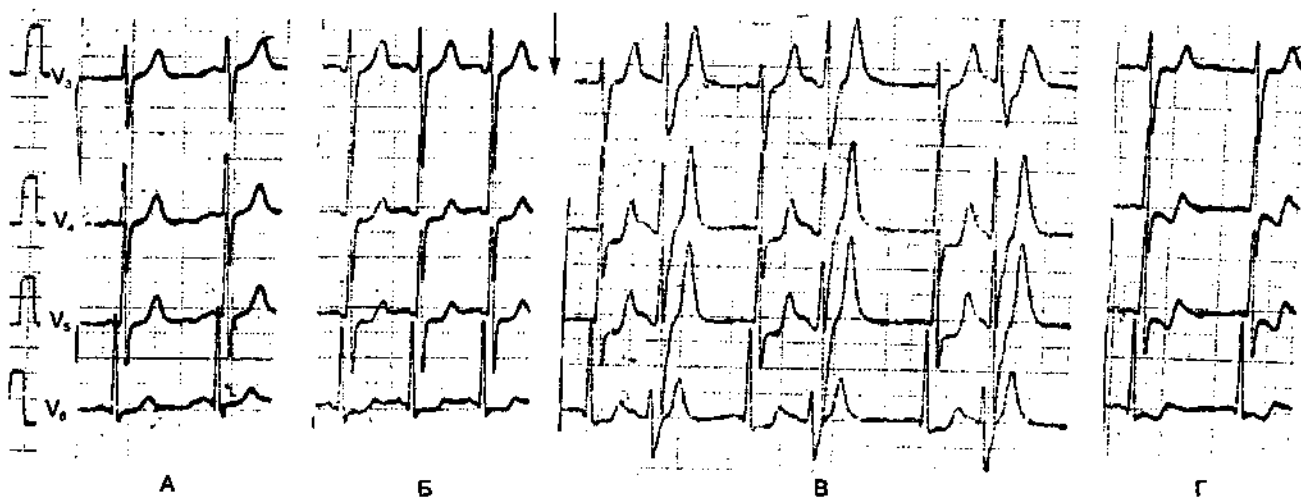


Рис.4. ЭКГ больного С, 53 лет.

А — ЭКГ до нагрузки без особых изменений; Б — на высоте нагрузки (450 кгм/мин в течение 1 мин): снижение сегмента *STB* отведениях  $V_4 - V_6$  до 2 мм; В — прекращение нагрузки: появление частой желудочковой экстрасистолы (бигеминия); Г — 3-я минута отдыха: ишемические изменения на ЭКГ после нагрузки (косонисходящее снижение сегмента *ST* более 1 мм в отведениях  $V_3 - V_6$ ). Проба положительная, толерантность к физической нагрузке низкая. Коронароангиография: левый тип коронарного кровообращения. Оклюзия передней нисходящей артерии в проксимальном отделе. Стеноз огибающей артерии в дистальном отделе на 80%. Стеноз правой коронарной артерии в проксимальном отделе на 80%. Ишемический генез желудочковой бигеминии в данном случае подтверждается приступом стенокардии и ишемическим снижением сегмента *ST* при проведении пробы.

Если проба с субмаксимальной нагрузкой проводится у лиц без предшествующего инфаркта миокарда и во время пробы на ЭКГ определяется горизонтальное или косонисходящее снижение сегмента *ST*, то появление одновременно с этими изменениями типичного приступа стенокардии позволяет обнаружить гемодинамически значимый стеноз коронарных артерий у мужчин в 95% случаев, при "возможном" приступе стенокардии в 85%, при появлении во время пробы неспецифического болевого синдрома в 40% и при отсутствии во время пробы болевого синдрома в 30% случаев. У женщин эти показатели еще ниже — соответственно 50, 25, 10 и 5% (B.R.Chaitman, 1986 г.).

В практическом плане важно контролировать начало болевого приступа и его динамику с целью предотвращения возможных осложнений при проведении проб. В.И.Метелица и соавт. (1988 г.) адаптировали классификацию G.Bord (1970 г.) по выраженности стенокардии: один балл (+) — слабая боль за грудиной, не требующая прекращения нагрузки; два балла (++) — выраженная боль за грудиной, требующая прекращения или уменьшения нагрузки; три балла (+++) — сильная боль, требующая приема нитроглицерина. При выраженности стенокардии 2 балла нагрузку следует немедленно прекратить.

#### **Оценка результатов функциональных проб**

Исторически сложилось так, что функциональные пробы применялись для выявления скрытой коронарной недостаточности или подтверждения диагноза в сомнительных случаях. До сих пор эта задача является главной в функциональной диагностике, хотя сфера применения проб значительно расширилась.

В связи со стоящими перед исследователем задачами изменяются и критерии оценки результатов, о чем будет рассказано в последующем. Сейчас же остановимся на оценках результатов проб, проводимых с диагностической целью.

Следует различать: 1) отрицательную пробу (а — определенно отрицательную, б — отрицательную, но с особенностями; 2) сомнительную пробу; 3) неинформативную (незавершенную) пробу.

Об определенно (недвусмысленной) отрицательной пробе можно говорить в случаях, когда испытуемый достиг заданной возрастной ЧСС, но, несмотря на естественное утомление, не возникает ни клинических, ни объективных инструментальных критериев ишемии или дисфункции миокарда.

В пределах отрицательной пробы можно выделить вариант — отрицательную пробу, но с особенностями, когда при достигнутой возрастной ЧСС во время пробы отмечаются нечастая экстрасистолия (менее 4 в минуту), коллаптоидное состояние, головокружение или головная боль, существенное повышение АД (более 250/120 мм рт.ст.), реверсия или инверсия зубца *T*, выраженная одышка, боли в мышцах ног. Перечисленные признаки могут быть и следствием ИБС, но в основном они связаны с физической детренированностью и отсутствием опыта выполнения относительно больших нагрузок, не встречающихся в обычной жизни. Как признаки ИБС они крайне неспецифичны.

Проба считается сомнительной, если при ее выполнении у больного: 1) развился болевой синдром в грудной клетке, типичный для стенокардии или напоминающий ее (атипичный), но при этом не было ишемических изменений на ЭКГ; 2) наблюдалось горизонтальное снижение сегмента *ST* на 0,5 мм, медленно восходящее снижение сегмента *T* до 1 мм; 3) обнаружены нарушения ритма и проводимости (частая или политопная экстрасистолия, развитие атриовентрикулярных или внутрижелудочковых нарушений проводимости, появление пароксизмов наджелудочковой или желудочковой тахикардии); 4) произошло падение АД на 20 мм рт.ст. и более на высоте действия провоцирующего фактора.

О положительной пробе говорят в случаях, когда во время пробы появляются объективные признаки ишемии миокарда, независимо от одновременного развития или отсутствия приступа стенокардии. В данном случае под объективными признаками ишемии миокарда в первую очередь подразумеваются электрокардиографические критерии. Однако если проба проводилась под контролем других методов исследования, то при эхокардиографическом контроле учитываются нарушения сократимости миокарда в двух сегментах и более, при сцинтиграфии миокарда с <sup>201</sup>Tl локальное нарушение перфузии миокарда от 40% и более по сравнению с исходным состоянием.

Под незавершенной (неинформативной) подразумевают пробу, не доведенную до намеченной ЧСС, при этом отсутствуют какие-либо клинические или электрокардиографические признаки ишемии или дисфункции миокарда. К этой группе могут быть отнесены также пробы с существенными погрешностями в регистрации ЭКГ, не позволяющие анализировать ее.

Диагностическая ценность нагрузочной пробы определяется ее чувствительностью (способностью метода давать наименьшее число ложноотрицательных результатов) и специфичностью (способность метода давать наименьшее число ложноположительных результатов), что зависит от интенсивности нагрузки и критериев оценки изменений ЭКГ при нагрузке. Чем выше специфичность пробы, тем лучше она определяет ис-

тинно отрицательные результаты и дает меньшее число ложноположительных. Вместе с тем высокая чувствительность пробы позволяет избегать ложноотрицательных результатов и выявлять наибольшее число истинно положительных.

Ложноположительный результат пробы выявляется довольно часто при нейроциркуляторной дистонии, а также при гипертрофии левого желудочка или пролапсе митрального клапана, у лиц, применяющих эстрогены, сердечные гликозиды, препараты, влияющие на электролитный баланс, при синдроме Лауна — Ганона — Левайна. У женщин частота ложноположительных результатов пробы значительно выше, чем у мужчин (R.Shlant и соавт., 1986 г.).

Частота ложноотрицательных проб, по различным данным, колеблется от 10 до 37%. При любой нагрузке возможно получение ложноотрицательных результатов. Даже при максимальной нагрузке наблюдается определенный процент больных с ангиографически документированной коронарной болезнью сердца и неизменной ЭКГ во время нагрузки. И все же процент ложноотрицательных проб снижается у больных с выраженным поражением коронарных артерий. Чем тяжелее и распространеннее стенотические изменения коронарных артерий, тем выраженнее изменения ЭКГ при проведении пробы. Вероятность двух-трехсосудистого стенотического поражения коронарных сосудов достаточно велика при: 1) косонисходящем смещении сегмента *ST* более чем на 2 мм; 2) раннем появлении ишемических признаков на ЭКГ (т.е. при низкой физической нагрузке — 150 — 300 кгм/мин); 3) появлении ишемических изменений на ЭКГ в трех отведениях и более; 4) сохранении ишемических изменений сегмента *ST* после прекращения нагрузки в течение более 5 мин; 5) появлении ишемических признаков на ЭКГ при ЧСС ниже 120 в минуту (при условии отсутствия приема  $\beta$ -блокаторов); 6) появлении подъема сегмента *ST* на 2 мм и более (в отведениях, где нет зубцов *Q* и *QS*).

Следует остановиться на феномене так называемой безболевой или "немой" ишемии миокарда. Речь идет о том, что при суточном или многочасовом мониторинге ЭКГ у больных ИБС выявляются эпизоды преходящих ишемических изменений сегмента *ST* (чаще всего в виде горизонтального или косонисходящего его снижения на 2 — 5 мм и даже более), не сопровождающиеся болевым приступом. Такая же картина может наблюдаться у больных ИБС и во время нагрузочной пробы, причем при малых ее уровнях и в самом начале нагрузки. Следует учесть, что речь идет о больных с клинически явно выраженной ИБС с инфарктом миокарда

или без него в анамнезе. Сопоставление с данными радионуклидной скintiграфии не оставляет сомнения в истинном ишемическом происхождении изменений сегмента *ST* на ЭКГ, а при селективной коронарографии у таких больных выявляется стеноз ствола левой коронарной артерии либо выраженное поражение нескольких коронарных артерий. При длительном наблюдении за больными с "немой" ишемией и больными с ишемией миокарда, сопровождающейся болевым компонентом, более частое развитие инфаркта миокарда, фибрилляции желудочков, коронарной смерти отмечено у больных первой группы (B.Sharma, 1987 г.; D.Weiner и соавт., 1987 г.). Таким образом, так называемая "немая" ишемия миокарда у больных ИБС является довольно неблагоприятным диагностическим и прогностическим признаком.

Как показывает коллективный опыт многих исследователей, результаты пробы с нагрузкой варьируют в весьма широких пределах. трактовка их неоднозначна и не всегда проста, порой требуются глубокое обдумывание найденного и сопоставление с результатами других методов исследования. С учетом всего изложенного следует считать, что проба с физической нагрузкой является лишь дополнительным методом обследования, имеет определенный диагностический предел и не может во всех случаях ответить четко "да" или "нет" на вопрос о наличии у обследуемого коронарной недостаточности. При диагностике ИБС необходимо учитывать весь комплекс данных о больном — клинические данные, результаты инструментальных и биохимических исследований. Только при многостороннем подходе к диагностике коронарной недостаточности можно избежать ошибок, связанных с механическим, формальным толкованием пробы с нагрузкой.

#### ЛЕКЦИЯ IV. ПРОБЫ С ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ: МАКСИМАЛЬНАЯ И СУБМАКСИМАЛЬНАЯ. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОБ

**Максимальная нагрузочная проба** предназначена для выявления ранних признаков ИБС и уточнения состояния физической работоспособности практически здоровых людей. Кроме того, она применяется при обследовании спортсменов, профессиональном отборе на работу, требующую полного здоровья и высокой физической работоспособности.

**Показания.** Диагностическая максимальная нагрузочная проба показана практически здоро-



вым людям или лицам с сохранной физической работоспособностью, но имеющим какие-либо отклонения, заставляющие предположить наличие у них ранних проявлений ИБС или других заболеваний. К таким проявлениям относятся: 1) болевой синдром, напоминающий редкие приступы стенокардии больших усилий, но не сопровождающийся ишемическими изменениями на обычной ЭКГ; 2) болевой синдром, напоминающий спонтанную (вазоспастическую) стенокардию у людей с сохранной физической работоспособностью, не сопровождающийся ишемическими изменениями ЭКГ; 3) болевой синдром типа кардиалгии, но с некоторыми чертами, напоминающими стенокардию, сопровождающийся неспецифическими изменениями ЭКГ; 4) изменения ЭКГ с подозрением на ишемические при отсутствии жалоб и сохранной физической работоспособности; 5) гиперлипидемия у практически здоровых лиц.

**Противопоказания.** Максимальная нагрузочная проба противопоказана: 1) больным с установленным диагнозом ИБС II — IV функционального класса; 2) больным с очаговыми (рубцовыми) изменениями ЭКГ; 3) всем лицам со сниженной толерантностью к физической нагрузке при мощности переносимой нагрузки менее 750 кгм/мин по данным предшествующих велоэргометрических исследований или при неспособности переносить в быту быструю ходьбу (темп 120 — 130 шагов в минуту) или подъем на 4-й этаж по лестнице; 4) лицам с склонностью к обморочным состояниям; 5) лицам с нарушениями ритма и проводимости сердца, за исключением единичной экстрасистолы, атрио-вентрикулярной блокады I степени; 6) лицам с тромбозом, варикозным расширением вен или тромбозом в анамнезе; 7) лицам с неврологической мозговой симптоматикой; 8) лицам с миопией высоких степеней с угрожающей отслойкой сетчатки глаза, свежими кровоизлияниями в глазное дно; 9) лицам старше 60 лет (это противопоказание является относительным).

**Методика проведения пробы.** При использовании велоэргометрии в России наиболее привычен протокол исследования с назначением ступенчатых нагрузок: 300 кгм/мин 3 мин; 600 кгм/мин 3 мин; 900 кгм/мин 3 мин; 1200 кгм/мин 3 мин; 1500 кгм/мин 3 мин; 1800 кгм/мин 3 мин и т.д. Возможна также велоэргометрия с ежеминутным непрерывным наращиванием нагрузки (по 300 кгм/мин). При использовании тредмилла рекомендуется немодифицированная методика R.Brice. Следует помнить, что внезапное прекращение большой нагрузки довольно часто приводит к коллаптоидному состоянию. Во избежание

этого после достижения максимального уровня нагрузки и при необходимости ее прекращения следует просить испытуемых продолжать работу еще в течение 3 — 4 мин при условии значительного (50% от максимальной в первые минуты отдыха, 25% — на 2-й минуте, 10% — на следующей минуте) ее снижения и постепенного полного прекращения.

#### **Критерии прекращения максимальной нагрузочной пробы**

1. Достижение 100% возрастной ЧСС по Ап-терсен и соавт. (1970 г.).

2. Ишемическое снижение сегмента ST на 2 мм и более.

3. Подъем сегмента ST на 2 мм и более.

4. Развитие типичного приступа стенокардии, при котором больной больше не может, не хочет или боится продолжать пробу (в случаях отсутствия ишемических изменений ЭКГ).

5. Появление высоких градаций желудочковых нарушений ритма по классификации V.Lowp (частая, политопная желудочковая экстрасистолы, "пробежки" желудочковой тахикардии).

6. Повышение систолического АД более 250 мм рт.ст., диастолического — более 120 мм рт.ст.

7. Снижение систолического АД на 20 мм рт.ст. от исходного или отсутствие его адекватного прироста, начиная с III ступени нагрузки.

8. Появление неврологической мозговой симптоматики (головокружение, нарушение координации движений, головная боль).

9. Развитие перемежающейся хромоты.

10. Появление удушья или тяжелой одышки (число дыханий более 40 в минуту).

11. Выраженное утомление.

12. Отказ больного от дальнейшей нагрузки при отсутствии всех перечисленных выше признаков.

13. Предосторожность со стороны врача.

Максимальная нагрузочная проба, несомненно, наиболее информативна в плане выявления ИБС. Однако она же сопряжена с более высоким риском развития осложнений, поэтому к ней следует прибегать в особых случаях, в полном соответствии с теми показаниями и противопоказаниями, о которых говорилось выше.

#### **Субмаксимальная нагрузочная проба проводится при:**

— наличии атипичного болевого синдрома, локализующегося в грудной клетке;

— наличии неспецифических изменений ЭКГ, снятой в покое, при отсутствии болевого синдрома или атипичном его характере;

— наличии нарушений липидного обмена при отсутствии типичных клинических проявлений коронарной недостаточности: в этих случаях выявление "скрытой" коронарной недостаточности

может указать на начальное развитие атеросклероза коронарных артерий;

— массовых эпидемиологических исследованиях населения и профилактических осмотрах здоровых людей;

— определении индивидуальной толерантности больных ИБС к физической нагрузке;

— подборе и оценке эффективности лечебных и реабилитационных мероприятий.

**Абсолютными противопоказаниями** к проведению пробы являются: острая стадия инфаркта миокарда (менее 3 нед от начала заболевания), нестабильная стенокардия, предынсультное состояние, острый тромбоз, недостаточность кровообращения II и III стадий, выраженная легочная недостаточность. **Относительными противопоказаниями** являются аневризма сердца или сосудов, выраженная гипертония (систолическое АД более 220 мм рт.ст. или диастолическое АД 130 мм рт.ст. и более), тахикардия неясного генеза (частота пульса более 100 в минуту), наличие указаний в анамнезе на серьезные нарушения ритма сердечной деятельности или обморочные состояния. Не рекомендуется проводить пробу при наличии лихорадочных заболеваний. Блокада ножек пучка Гиса является относительным противопоказанием (в связи с невозможностью оценить изменения конечной части желудочкового комплекса при нагрузке).

**Методика проведения пробы.** Проба проводится на **велозерометре** в положении больного сидя в седле. Следует стремиться к проведению пробы на "чистом" фоне, чтобы исключить влияние лекарств и других факторов на ее результаты. С этой целью перед проведением пробы отменяют все назначения: нитраты пролонгированного действия — за 6 — 8 ч до проведения пробы, все остальные лекарства (сердечные гликозиды, р-блокаторы, антагонисты кальция, мочегонные средства, анаболические препараты) — минимум за 2 сут до исследования. Нельзя прерывать лечение антикоагулянтами, антидиабетическими средствами. Больным, получающим в течение длительного времени клофелин (гемитон) во избежание развития "синдрома отмены", пробу проводят на фоне приема препарата; в противном случае дозу клофелина следует постепенно уменьшить до минимума в течение 1 нед и прекратить прием препарата за 1 день до велозерометрии. Необходимо также добиться прекращения курения за несколько часов до проведения пробы. **Велозерометрия** проводится не ранее чем через 2 ч после еды. Выполнение пробы натошак не рекомендуется.

Нагрузка во время пробы повышается непрерывно ступенчато: мощность на I ступени составляет 150 кгм/мин, на II ступени — 300 кгм/мин, на III ступени — 450 кгм/мин, на IV ступе-

ни — 600 кгм/мин, на V ступени — 750 кгм/мин, на VI ступени — 900 кгм/мин и т.д. Продолжительность каждой ступени должна составлять 5 мин для достижения состояния устойчивого равновесия. Проба прекращается либо при достижении испытуемым субмаксимальных величин ЧСС (75 или 85% от возрастной максимальной частоты), либо при появлении клинических или электрокардиографических критериев прекращения пробы.

**Критерии прекращения пробы.** Субмаксимальная проба с нагрузкой должна быть прекращена при:

- 1) достижении 75% возрастной ЧСС;
- 2) развитии типичного приступа стенокардии;
- 3) появлении угрожающих нарушений ритма (частая, или политопная, или залповая желудочковая экстрасистолия, пароксизмальная тахикардия или пароксизмальная мерцательная аритмия);
- 4) появлении нарушений проводимости (блокада ножек пучка Гиса, атриовентрикулярная блокада);
- 5) ишемическом смещении сегмента ST вверх или вниз от **изоэлектрической** линии на 1 мм;
- 6) повышении систолического АД более 220 мм рт.ст., диастолического — более 110 мм рт.ст., снижении систолического АД на 20 мм рт.ст.;
- 7) появлении неврологической симптоматики (головокружение, нарушение координации движений, головная боль);
- 8) возникновении перемежающейся хромоты;
- 9) появлении выраженной одышки (число дыханий более 30 в минуту) или приступа удушья;
- 10) развитии резкого утомления больного, его отказе от дальнейшего выполнения пробы;
- 11) в целях предосторожности по решению врача.

#### **Обеспечение безопасности нагрузочных проб**

При проведении проб с нагрузкой важное значение имеют вопросы обеспечения их безопасности. Даже при самом скрупулезном выполнении всех требований возможно развитие серьезных осложнений во время нагрузочных проб. Одни из них связаны с психологической неподготовленностью обследуемого к выполнению пробы, другие — с вегетососудистыми реакциями (в основном в виде коллапса) на саму нагрузку, ортостаз и гипервентиляцию, развивающуюся при мышечной работе. Эти осложнения не угрожают жизни больных и поэтому не считаются опасными. Они наблюдаются преимущественно у молодых, вегетативно лабильных людей. Наибольшую опасность представляет возможность провоцирования тяжелой коронарной недостаточности у лиц со скрыто протекающей патологией сердца (ИБС, пороки сердца, кардиомиопатии). Описаны слу-

чаи внезапной коронарной смерти, развития инфаркта миокарда, отека легких, фибрилляции желудочков сердца при нагрузочных пробах. Приступ стенокардии, купируемый нитроглицерином или проходящий спонтанно при прекращении нагрузки, не считается осложнением пробы. По данным, обобщающим результаты 634 275 нагрузочных проб, при проведении этих исследований возникло 10 инфарктов миокарда, в 17 случаях развился отек легких, в 52 — фибрилляция сердца, в 17 наступил летальный исход (М. Kaltenbach, 1982 г.). Тем не менее пробы с физической нагрузкой в целом гораздо более безопасны, чем, например, инвазивные методы исследования. Информация же, получаемая при их использовании, крайне ценна в клиническом отношении, а иногда имеет решающее значение.

Все это свидетельствует, что функциональные пробы, в том числе с физической нагрузкой, у больных ИБС являются серьезной процедурой и к их выполнению следует относиться с максимальной ответственностью. Проведение нагрузочных проб следует поручать врачам, знающим в совершенстве электрокардиографию и реанима-

ционное дело. Пробу можно выполнять только в том случае, если в лаборатории, где она проводится, существует полная гарантия оказания срочной реанимационной помощи. В помещении, где проводится проба, постоянно должно быть готовым к применению следующее оборудование: дефибриллятор, воздухоотводы оральные и трахеальные, ручной масочный респиратор, стерильный лоток со шприцами и иглами (в том числе для пункции сердца), ларингоскоп. Кроме того, необходимы растворы следующих лекарств: морфина (промедол), нитроглицерина, мезатона (норадреналин), преднизолона, лидокаина, новокаинамида, индерала, строфантина (коргликон), лазикса, гидрокарбоната натрия, 5% раствор глюкозы.

Правильный отбор больных, пунктуальное соблюдение показаний и противопоказаний к проведению пробы, постоянное мониторное наблюдение за ЭКГ, тщательное соблюдение методики выполнения пробы гарантируют безопасность и эффективность проб с физической нагрузкой.

Поступила 15.02.95