

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной диагностики
ИПО

Заведующий кафедрой:

ДМН, проф. Матюшин Г. В.

Ответственный за ординатуру:

КМН, доцент, Кузнецова О. О.

Реферат на тему: Функциональные методы диагностики в кардиологии

Выполнил: ординатор 2 года обучения по
специальности Кардиология:

Шлейхер Е.В.

Проверил: ответственный за ординатуру,

КМН, доцент, Кузнецова О. О.

Красноярск 2023г.

СОДЕРЖАНИЕ:

Введение	3
Нагрузочные тесты в кардиологии: велоэргометрия, тредмил	4
Холтеровское мониторирование	8
Кардиоритмография	10
Электрофизиологическое исследование сердца - чреспищеводная стимуляция сердца (эфипэкс)	14
Реокардиография	15
Эхокардиографическое исследование	17
Литература.....	21

ВВЕДЕНИЕ

В практической работе врача функциональным пробам принадлежит одно из ведущих мест в оценке состояния миокарда, коронарного кровотока и его резервов, регуляции сердечно-сосудистой системы и ее компенсаторно-адаптивных возможностей. С помощью проб определяется не только нозологическая сущность страдания, но и объем терапии, выбор того или иного лечебного средства, которое во время пробы вызывало положительные сдвиги в состоянии больного и привело к улучшению ЭКГ.

На сегодня определены конкретные механизмы развития той или иной нозологии нозологической формы, и в зависимости от причины, вызывающей заболевание проводится целенаправленная терапия. Необходимо отметить, что важно определять именно нозологическую форму, поскольку внутри одной и той же нозологии имеется несколько форм, или типов (например, при пароксизмальной форме фибрилляции предсердий выделяют три типа - адренергический, ваготонический и смешанный). Соответственно, при разных нозологических формах одного и того же заболевания будет применяться различная лечебная тактика.

Таким образом, функциональная диагностика позволяет не только верифицировать нозологическую сущность заболевания, но также определить его нозологическую форму для определени максимально эффективной и безопасной для больного лечебной тактики.

НАГРУЗОЧНЫЕ ТЕСТЫ В КАРДИОЛОГИИ: ВЕЛОЭРГОМЕТРИЯ, ТРЕДМИЛ

Понятие “стресс-теста” в кардиологии включает в себя оценку функционального резерва и состояния сердечно-сосудистой системы при выполнении различных видов деятельности. Для чего следует проводить стресс-диагностику? Дело в том, что в состоянии покоя сердечно-сосудистая система может находиться в состоянии компенсации без признаков ее нарушений. Именно поэтому стандартная электрокардиограмма покоя (стандартная ЭКГ) может не обнаруживать признаков поражения тех или иных отделов сердца, что не исключает наличия у пациента тех или иных нозологических форм.

Аналогичным образом при эхокардиографии могут не визуализироваться определенные признаки (паттерны) нарушений сократимости миокарда (локальной или глобальной). Поэтому для выявления тех или иных паттернов, в медицинскую практику были введены пробы с физической нагрузкой (стресс-тесты).

В настоящее время в медицинской практике широкое распространение получили стресс-тесты с дозированной физической нагрузкой.

Дозированная физическая нагрузка – та нагрузка, мощность которой можно изменять согласно определенным задачам исследователя. Дозирование физической нагрузки стало возможным благодаря появлению специальных аппаратов, позволяющих изменять интенсивность физической нагрузки в определенных стандартных значениях. К ним относятся велоэргометры и беговые дорожки (тредмил).

Велоэргометр – позволяет дозировать физическую нагрузку, выраженную в Ваттах (Вт). Существует 2 типа велоэргометров: с электромагнитным и ремennым механизмами дозирования нагрузки.

Тредмил – позволяет дозировать физическую нагрузку путем изменения скорости движения и угла наклона движущегося полотна. Дозируется нагрузка при проведении тредмилэргометрии в метаболических эквивалентах (МЕТ), которая отражает энерготраты организма при выполнении работы, при этом 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.

Что можно диагностировать при помощи стресс-тестов?

Коронарная недостаточность – изначально в кардиологии пробы с физической нагрузкой применялись именно для этих целей. Стресс-тесты являются самыми информативными из неинвазивных методик в диагностике ишемической болезни сердца (ИБС). Чувствительность данной методики достигает 98%, а специфичность – 100%. Действительно, ИБС – не что иное, как несоответствие в потребности миокарда в кислороде с его доставкой. В покое данное несоответствие может быть компенсированным ввиду низких энерготрат организма, в результате чего на ЭКГ покоя может регистрироваться синусовый ритм без признаков ишемии миокарда. При выполнении какого-либо вида деятельности возрастают энерготраты организма, и как следствие, повышается нагрузка на миокард, возрастает его потребность в кислороде. При несоответствии потребности в кислороде с его доставкой возникает ишемия миокарда, что проявляется определенными паттернами на ЭКГ. В зависимости от степени поражения сосудистого русла, данное несоответствие может проявиться при различных по интенсивности нагрузках. Поэтому

использование ступенчатого протокола дозирования физической нагрузки позволяет оценить степень тяжести поражения сосудов, а применение определенных отведений ЭКГ – локализовать его анатомически.

Артериальная гипертензия – до сих пор артериальная гипертензия диагностировалась по одному основному критерию, а именно стойкому подъему уровня артериального давления (АД). Степень тяжести артериальной гипертензии (АГ) оценивалась по наличию определенных изменений в “органах-мишенях” - сердце (гипертрофия левого желудочка), мозге (гипертензивная энцефалопатия), почках (гипертензивная нефропатия). Однако наличие у пациента нормальных значений АД в покое не исключает АГ. Кроме того, большинство больных АГ получают антигипертензивную 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 частоты сердечных сокращений (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.

Сердечная (миокардиальная) недостаточность – 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.

Артериальная недостаточность сосудов нижних конечностей – в настоящее время недостаточно используется ввиду того, что для оценки данного критерия стресс-тесты стали применяться недавно. 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. В последнее время появилась возможность объективизации ишемии нижних конечностей, что позволяет провести более точную диагностику еще до появления субъективных жалоб больного. В зависимости от интенсивности нагрузки, при которой проявилась артериальная недостаточность, можно оценить степень тяжести заболевания.

Итак, мы рассмотрели диагностические возможности стресс-тестов. Таким образом, исходя из них пациенты направляются для верификации диагноза или определения степени тяжести верифицированного заболевания.

Нагрузочные тесты являются серьезным диагностическим исследованием, поэтому необходимо учесть и противопоказания к их проведению.

АБСОЛЮТНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ.

- Застойная сердечная недостаточность
- Недавно перенесенный (текущий) инфаркт миокарда
- Нестабильная или прогрессирующая стенокардия
- Расслаивающая аневризма

- Политопная экстрасистолия
- Выраженный аортальный стеноз
- Недавно перенесенная (текущая) тромбоэмболия
- Недавно перенесенный (текущий) тромбофлебит
- Острое инфекционное заболевание

ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ.

- Частая (1:10 и более) желудочковая экстрасистолия
- Нелеченная тяжелая артериальная или легочная гипертензия
- Аневризма желудочка сердца
- Умеренно выраженный аортальный стеноз
- Плохо поддающиеся терапии метаболические заболевания (диабет, тиреотоксикоз и др.)

Итак, для проведения нагрузочных тестов наибольшее распространение получил протокол изотонической нагрузки с непрерывным ступенчатовозрастающим ее уровнем.

На чем предпочтительнее проводить нагрузочную пробу? В странах Запада широкое распространение получила тредмилэргометрия, в то время как в Европе используется велоэргометрия (ВЭМ). С физиологической точки зрения наиболее подходящей является тредмилэргометрия, однако из-за высокой стоимости аппаратуры в нашей стране распространена ВЭМ.

Для стресс-тестов вне зависимости от способа дозирования нагрузки, существуют общие принципы:

- Равномерность нагрузки – нагрузка от ступени к ступени не должна дозироваться хаотично, а равномерно возрастать, чтобы обеспечить должную адаптацию сердечно-сосудистой системы на каждой ступени, что позволит провести точную диагностику.
- Фиксированная длительность каждой ступени. Во всем мире общепринятой является длительность ступени нагрузки, равная 3 минутам.
- Начинать пробу нужно с минимальной нагрузки – для ВЭМ это величина, равная 20-40 Вт, а для тредмилэргометрии – 1,8-2,0 МЕТ.
- После того, как проведена нагрузочная проба, необходимо приступать к оценке полученных данных, которая включает в себя:
 - оценка коронарной недостаточности с определением функционального класса
 - оценка толерантности к физической нагрузке
 - рекомендации по коррекции терапии и двигательному режиму

А. ОЦЕНКА КОРОНАРНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

Суммарно проба оценивается по трем критериям: положительная, отрицательная и сомнительная.

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

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

Сомнительная проба ставится в том случае, если:

1. у пациента возник приступ стенокардии, но ишемических изменений на ЭКГ не выявлено;
2. не достигнут необходимый уровень нагрузки (субмаксимальная ЧСС или нагрузка < 7 МЕТ) без ишемических изменений на ЭКГ.

Если выставлена положительная проба, то необходимо определить функциональный класс и топическую локализацию ишемии.

Б. ВОЗМОЖНОСТИ НАГРУЗОЧНЫХ ПРОБ У БОЛЬНЫХ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ

В настоящее время артериальная гипертензия имеет большой удельный вес в структуре заболеваний сердечно-сосудистой системы. Большинство больных принимают антигипертензивную терапию и находятся в так называемой “нормотензивной зоне”, что существенно усложняет определение степени АГ, поскольку нормальные значения АД у больных АГ не являются критериями “излеченности”. У больных АГ создается ложное впечатление об отсутствии у них АГ, что является причиной отказа от приема антигипертензивных средств.

В комплексной оценке степени тяжести АГ большое значение имеют нагрузочные тесты, которые моделируют различные по мощности нагрузки. Это дает возможность оценить связь АД с нагрузкой в данной группе больных, что является важным при экспертизе трудоспособности.

Нами проведены исследования реакции на физическую нагрузку у больных артериальной гипертензией. Выявлена “пиковая” величина АД, т.е. та величина АД, которая достигнута на пике физической нагрузки. Если величина “пикового” уровня АД соответствовала 190/100 мм рт.ст. и более, то диагностировалась гипертензивная реакция на физическую нагрузку. В зависимости от того, на какой ступени нагрузки был достигнут пиковый уровень АД, т.е. метаболической “стоимости” нагрузки (в МЕТ), определялся функциональный класс гипертензивной реакции.

Таким образом, связь повышения АД сверх порогового значения (“гипертензивная реакция”) с физической нагрузкой позволяет установить “функциональный класс” АГ и помогает решать вопрос о коррекции антигипертензивных препаратов, а также экспертные вопросы в отношении трудоспособности пациентов.

В. ОЦЕНКА ТОЛЕРАНТНОСТИ К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

Если продолжительность последней ступени менее трех минут, то работоспособность рассчитывают по формуле:

$$W = W_{\text{нач}} + (W_{\text{посл}} - W_{\text{нач}})t/3, \text{ где}$$

W – общая работоспособность;

$W_{\text{нач}}$ – мощность предыдущей ступени нагрузки;

$W_{\text{посл}}$ – мощность последней ступени нагрузки;

t – время работы на последней ступени.

Для перенесших инфаркт миокарда и больных ИБС толерантность к физической нагрузке оценивается как “высокая”, если $W \geq 100$ Вт; “средняя” - при $W = 50-100$ Вт; “низкая”, если $W < 50$ Вт.

Согласно толерантности к физической нагрузке даются рекомендации по двигательному режиму.

Г. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НАГРУЗОЧНЫХ ПРОБ

Если в процессе проведения нагрузочной пробы выявлена коронарная недостаточность, то даются рекомендации по коррекции антиангинальной терапии и проведению коронарографии.

При возникновении гипертензивной реакции на физическую нагрузку необходимо указать на коррекцию антигипертензивной терапии и повторное проведение стресс-теста для оценки ее адекватности.

Если во время нагрузочной пробы возникла такие жалобы, как головокружение и боль в икроножных мышцах, то необходимо порекомендовать проведение доплерографического обследования сосудов головного мозга и нижних конечностей, поскольку это косвенно указывает на недостаточность мозгового кровообращения и артериальную недостаточность нижних конечностей.

ХОЛТЕРОВСКОЕ МОНИТОРИРОВАНИЕ

Методика длительной регистрации ЭКГ, предложенная в 1961 г. Норманом Холтером, на сегодня прочно вошла в кардиологическую практику. И действительно, стандартная ЭКГ позволяет регистрировать лишь фрагменты от нескольких секунд до нескольких минут, при этом исследование проводится в состоянии покоя, в результате чего на ЭКГ могут не проявляться признаки ишемии миокарда, различные аритмии. Этих недостатков лишен метод длительной регистрации ЭКГ (холтер-ЭКГ), который за рубежом получил название “амбулаторного мониторинга ЭКГ”. И действительно, как вытекает из названия, регистрация ЭКГ может проводиться в обычных для пациента “бытовых” условиях, при этом сохраняется обычная повседневная активность. Именно данный факт позволяет выявить генез изменений на ЭКГ с жалобами пациента: во время регистрации ЭКГ по Холтеру пациент ведет дневник суточной активности, где он указывает, в какое

время и какая нагрузка была выполнена, отмечает все жалобы, которые беспокоили его в течение всего периода регистрации.

В нашем отделении используется хотеровская система “Custo-Med”, Германия. Запись ЭКГ осуществляется на твердотельную память датчика (в отличие от “кассетных” способов регистрации, которые давали большое количество аппаратных артефактов). Аппарат крепится при помощи специального чехла на поясе пациента. Применяются одноразовые липкие электроды. Аппарат работает от алкалайновой батарейки. Процедура безопасна для больного и не затрудняет обычную активность пациента.

Области применения холтеровского мониторинга ЭКГ:

1. Диагностика нарушений ритма и проводимости – наиболее частое показание. Методом Холтера можно определить тип аритмии, его циркадную активность (дневную, утреннюю, ночную), а также определить возможные факторы ее провокации (физическая нагрузка, прием пищи, эмоциональные нагрузки и т.д.).

Показания:

- 1) Жалобы пациента на частые сердцебиения;
 - 2) Экстрасистолия (для выявления их общего количества за сутки и циркадной активности, связи с различными видами деятельности);
 - 3) Синдром предвозбуждения желудочков (WPW-синдром) – как манифестная, так и латентная формы;
 - 4) Дисфункция синусового узла (для исключения синдрома слабости синусового узла) – при ЧСС в покое 50 в минуту и менее;
 - 5) Синкопальные состояния – подлежат 100% мониторингованию ЭКГ для исключения их аритмогенной природы.
 - 6) Преходящая и постоянная форма фибрилляции предсердий.
2. Ишемическая болезнь сердца – является методом выбора в диагностике ИБС. В случае, если больной предъявляет жалобы на боли в области сердца – для их дифференциальной диагностики и верификации ИБС. Для верификации ИБС пациенту рекомендуется давать за сутки различные по интенсивности нагрузки, особенно такие, при которых он испытывает субъективные жалобы с обязательной их регистрацией в дневнике пациента.
- 1) Стенокардия напряжения – применяется, как правило, у больных, которые не могут выполнить нагрузочные пробы (нетренированность, заболевание суставов, тромбофлебит тромбофлебит и др.).
 - 2) Вазоспастическая стенокардия (стенокардия Принцметала) – является 100% показанием к проведению суточной регистрации ЭКГ. Вазоспастическая стенокардия, как правило, возникает у молодых пациентов, преимущественно мужчин. Приступ стенокардии связан не с атеросклеротическим поражением коронарных сосудов, а с их спазмом (“стенокардия на неизмененных коронарах”). Как правило, приступ стенокардии не связан с физической нагрузкой и возникает в ранние утренние часы, сопровождается элевацией сегмента ST на

ЭКГ (изменения ЭКГ по типу повреждения) – длится несколько секунд, иногда минуты. После приступа ЭКГ возвращается к исходному уровню (“синусовый ритм”).

3) Постинфарктный период.

Рассмотрим некоторые особенности заключений по результатам холтеровского мониторирования ЭКГ.

Итак, метод длительной регистрации позволяет оценить:

- 1) Пейсмекерную активность синусового узла (в норме не нарушена).
- 2) Эктопическую активность миокарда (в норме не выражена).
- 3) Пароксизмальные нарушения ритма.
- 4) Нарушения проводимости (преходящая блокада и т.п.).
- 5) Колебания сегмента ST – при диагностике ИБС. В норме на суточной ЭКГ не регистрируются значимые колебания сегмента ST.

КАРДИОРИТМОГРАФИЯ

Это графическая визуализация интервалов RR в виде штрихов различной длины, зависящей от величины интервалов RR. Регистрация кардиоритмограммы осуществляется на специальной аппаратуре – кардиоритмографе. Кардиоритмография помогает не только установить характер нарушения ритма, но также состояние вегетативной нервной системы, ее влияние на аритмию с целью выбора тактики лечения конкретного больного (индивидуальный подбор терапии).

Так, синдром слабости синусового узла (СССУ) наглядно проявляется на ритмограмме, когда на ритмографической кривой внезапно появляется “провал”, при этом форма и амплитуда зубца Р на ЭКГ существенно не меняется.

Во время регистрации кардиоритмограммы (КРГ) происходит построение скаттерграммы (scatter – рассеивание). Скаттерграмма – графическое изображение пар интервалов RR (предыдущего и последующего) в двумерной координатной плоскости. Область точек, полученных таким образом, называется скаттерграммой.

Оценка скаттерграммы иногда позволяет выявить довольно специфическую патологию СА-узла – “отказ” определенной группы клеток СА-узла вырабатывать импульсы. При этом на скаттерграмме образуется “разрыв” в линейном перемещении точек вдоль биссектрисы. Отсутствие импульсов определенной частоты указывает на то, что клетки СУ, которые должны вырабатывать эти импульсы, не функционируют.

Кроме того, анализ показателей variability ритма сердца (BPC) позволяет разграничить три формы нарушения синусового ритма, иногда имеющие сходство: СА-блокаду с периодикой Самойлова-Венкебаха, синусовую дыхательную аритмию и постэкстрасистолическое торможение автоматизма СА-узла.

Для дифференциальной диагностики этих состояний можно использовать запись КРГ. На ритмограмме СА-блокада с периодикой Самойлова-Венкебаха регистрируется в виде характерных изменений кривой. Наблюдается постепенное снижение, отражающее прогрессирующее укорочение интервалов RR в соответствии с углублением нарушения СА-проводимости, затем следует резкий подъем при выпадении сердечного цикла в момент блокирования СА-проведения и вновь постепенное снижение кривой.

При предсердной экстрасистолии регистрируется резкое снижение кривой (укороченный предэкстрасистолический цикл), затем резкий подъем (постэкстрасистолическая пауза), последующее постепенное возвращение к исходному уровню (постэкстрасистолическая депрессия ритма).

Значительно облегчается дифференциальная диагностика СА-блокады и дыхательной аритмии. При дыхательной аритмии на ритмограмме видны плавные подъемы и спуски кривой, переходящие одни в другой.

Практически важно дифференцировать СССУ от его нейровегетативных “двойников” (ВДСУ). Поэтому важно проведение фармакологических проб и, в частности, проведение фармакологической блокады сердца с целью определения истинной или собственной частоты ритма СА-узла.

Истинным синусовым ритмом (ИСР) называют число импульсов, которое СА-узел вырабатывает за 1 минуту в условиях полного освобождения от влияний вегетативной нервной системы. Полная фармакологическая блокада сердца осуществляется по методике А. Jose в модификации I. Jordan. Внутривенно вводят раствор обзидана в дозе 0,2 мг/кг массы тела со скоростью 1 мг в минуту. У здорового человека адренэргическая блокада сопровождается урежением синусового ритма (уменьшением средней ЧСС) примерно на 10 ударов в минуту. Через 10 минут после введения обзидана в/в вводят раствор атропина из расчета 0,04 мг/кг массы тела. Спустя 5 минут обычно достигается полная вегетативная блокада СА-узла. ИСР рассчитывают по формуле:

$$\text{ИСР} = 118,1 - (0,57 \times \text{возраст})$$

Для людей моложе 45 лет отклонение от расчетной величины не должно превышать 14%, а старше 45 лет – 18%.

Величина ИСР, меньшая, чем нижняя граница нормы указывает на ослабление автоматической функции СА-узла органической природы (СССУ). До и после полной фармакологической блокады сердца проводят регистрацию КРГ, что значительно повышает ее диагностическую значимость.

Использование показателя ИСР с регистрацией КРГ позволяет верифицировать диагноз СССУ у больных, которым затруднено или противопоказано проведение Чреспищеводного электрофизиологического исследования (ЧПЭФИ).

Наглядно проявляется на ритмограмме желудочковая экстрасистолия. Но помимо верификации самой экстрасистолии есть возможность оценить ее вариант (ваготоническая, адренэргическая, смешанная). В зависимости от этого будет зависеть лечебная тактика (бета-блокаторы, ваготоники). Именно по результатам кардиоритмографии можно верифицировать парасистолию, которая на скатерграмме прорисовывается как “трилистник”, который символично “указывает” на доброкачественность парасистолии, которая не требует терапевтического лечения.

Особое место занимает кардиоритмографии при фибрилляции предсердий. Как сказал М.С. Кушаковский: “Среди факторов, реализующих готовность предсердий к фибрилляции, т.е. собственно этиологических факторов этой аритмии, на одно из первых мест я ставлю нейровегетативные влияния на сердце... именно эти воздействия – вагусные и симпатические – явились причиной почти эпидемического возрастания числа пароксизмов фибрилляций предсердий в наше время”.

Вагусная форма пароксизмальной ФП чаще встречается у мужчин; возникает во время сна, иногда днем; провоцируется приемом пищи, нарушением работы кишечника (запор, метеоризм), перееданием, резкими поворотами туловища или головы, вероятно, курением, т.е. факторами, приводящими к повышению тонуса вагуса. В спектре сердечного ритма преобладают быстрые волны (БВ).

Адренергическая форма пароксизмальной ФП наиболее характерная для женщин, обычно около 50 лет. Пароксизмы ФП начинаются по утрам после пробуждения ото сна, либо в течение дня, по вечерам. Провоцируются физической нагрузкой или психоэмоциональным возбуждением, употреблением кофе. Началу ФП предшествует учащение синусового ритма, порядка 90 в минуту. В структуре сердечного ритма преобладают медленные волны короткого периода (МВ2), соотношение БВ/МВ больше 2.

Смешанная форма занимает промежуточное положение, когда ни по клиническим, ни по кардиоритмографическим признакам она не укладывается ни в одну форму. В этом случае необходимо исключить:

1. электролитные нарушения (гипокалиемию, гипокалигистию, гипомагниемию);
2. исследовать функцию щитовидной железы (тиреотоксическая форма ФП);
3. исключить ИБС, КМП, СССУ (синдром Шорта), порок сердца;
4. исключить “аритмию праздничных дней”, или алкогольно-токсическую форму ФП.

Таким образом, больным со смешанной формой ФП необходимо провести комплекс обследований: эхокардиографию (размеры и объем левого предсердия, размеры и геометрию левого желудочка, состояние клапанного аппарата и митрального кольца, оценку систолической и диастолической функции ЛЖ), при необходимости – велоэргометрию (для исключения ИБС), определить электролиты крови и, при необходимости, гормоны щитовидной железы (ТТГ).

Все эти варианты должны приниматься во внимание при обследовании variability ритма сердца у больных с пароксизмальной формой ФП, вне приступа.

Если после обследования с учетом клинических данных принято решение о начале противорецидивной терапии, целесообразно с учетом типа ФП (вагусный, адренергический, смешанный) назначать как препарат первого ряда (С.Г. Канорский, 1999):

- при вагусной форме – этацизин (50 мг на ночь, 100-150 мг/сутки) или аллапинин (25 мг на ночь, 50-75 мг/сутки). Полезным может оказаться прием беллоида (беллатаминала). Необходимо, по возможности, блокировать вагусные рефлексы к предсердиям.
- При адренергической форме целесообразнее принимать амиодарон, начиная с насыщающей дозы 600 мг/сутки, а по мере снижения ЧСС и при отсутствии приступов ФП

переходят на поддерживающую дозу – 300-400 мг/сутки в 2 приема. Возможно назначение пропafenона – 300 мг/сутки.

- При смешанной форме – сочетание амиодарона с аллапинином или с этацизином.

Особняком стоит т.н. “алкогольная” форма ФП. В этом случае при выходе из абстиненции назначают пропранолол, а через несколько дней переходят на антиаритмическую терапию, в зависимости от баланса отделов вегетативной нервной системы (С.Г. Канорский, 1997).

Не меньшее значение имеет кардиоритмография и при постоянной форме ФП.

Различия между интервалами RR – один из важнейших признаков ФП, зависящие от состояния АВ-проводения. В 1981 г. Е.А. Березный предложил определять условия АВ-узлового проведения по данным скаттеграммы и выделил пять типов ФП. Определяются типы постоянной ФП по скаттерграммам.

1. Мономодальный симметричный – значительное число сердечных циклов имеет почти одинаковую величину. Этот вариант встречается нечасто, у пациентов с относительно удовлетворительными показателями гемодинамики и благоприятным прогнозом.
2. Мономодальный асимметричный тип – встречается при назначении препаратов, замедляющих АВ-проводимость. Наблюдается у больных с удовлетворительной гемодинамикой, но с замедлением АВ-проводения (например, при назначении препаратов наперстянки).
3. Амодальный тип – означает полную независимость длительности любого сердечного цикла от длительности предыдущего (абсолютная аритмия). Встречается у больных, принимающих препараты наперстянки без удовлетворительного гемодинамического эффекта. Проведение электроимпульсной терапии таким больным не показано.
4. Полимодальный тип – отражает меняющуюся проводимость в АВ-соединении, когда проводимость в нем затруднена, а “сверху” поступает слишком много импульсов. Чаще такой вариант встречается при некоторой передозировке препаратов наперстянки и других препаратов, замедляющих АВ-проводимость. Считается, что 4-й тип ФП наиболее перспективен для восстановления синусового ритма (медикаментозным или электроимпульсным путем).
5. Мономодальный инвертированный тип – встречается при синдроме Фредерика (водителем ритма становится АВ-соединение). Чаще всего встречается при передозировке препаратов наперстянки и в острой стадии инфаркта миокарда.

Итак, показатели скаттерграммы при регистрации ритмограммы отражают степень утраты регуляторных воздействий на ритм сердца при мерцательной аритмии: достаточное сохранение при первом типе, меньшее при втором, наименьшее при третьем. Переходной формой между трепетанием и мерцанием предсердий является четвертый тип.

У пациентов с МА при умеренном темпе лечения урежающими ритм препаратами целесообразно удерживать следующие параметры: ЧСС 62-68 в мин., R-R_{мин}. 420-580 мс, R-R_{макс}. 1260-1600 мс, R-R_{макс}-R-R_{мин} – 900-1160 мс. Выход за эти пределы рассматривается как проявление неадекватной дозировки препаратов (А.В. Недоступ, 1975).

Трудно недооценивать роль кардиоритмографии у больных артериальной гипертензией. Так, в зависимости от того, какой механизм регуляции сердечного ритма превалирует у данного больного, будет зависеть терапевтическая тактика в отношении антигипертензивных препаратов.

В случае преобладание парасимпатических влияний на регуляцию сердечного ритма препаратом выбора будут являться антагонисты кальция (ретардные формы дигидопиридинов, амлодипиновый ряд и др.).

При превалировании симпатических влияний показано назначение на первом этапе бета-блокаторов (пропранолол, атенолол, метопролол, конкор).

В том случае, если преобладают гуморально-метаболические влияния на регуляцию сердечного ритма (связанные с активацией ренин-ангиотензиновой системы), показано назначение ингибиторов АПФ (эналаприл, диротон, корприл и др.).

Немаловажную помощь кардиоритмография может оказать у больных ишемической болезнью сердца. Так, кардиоритмография может не только оказать помощь в дифференцированном подборе антиангинальной терапии, но также выявить передозировку бета-блокаторов, осуществить подбор максимально эффективной дозы.

И, наконец, кардиоритмография помогает определиться в отношении дальнейшего прогноза у кардиологических больных. Так, принято выделять 5 классов ритмограмм по Жемайтите.

1-й класс – характеризует нормальные значения вариабельности ритма сердца и встречается у практически здоровых лиц.

2-й класс – характеризуется преобладанием парасимпатического отдела ВНС. Если у кардиологических больных регистрируется ритмограмма 2-го класса, то это говорит о благоприятном прогнозе у данных больных.

3-й класс – характеризуется преобладанием симпатической нервной системы. Чаще всего регистрируется при развитии острых стостояний.

4-й класс – характеризуется переходом на гуморально-метаболическое влияние на регуляцию сердечного ритма. Данный класс ритмограммы регистрируется у больных со срывом компенсаторно-адаптивных возможностей и в случае неадекватной терапии возможен неблагоприятный исход.

5-й класс ритмограммы – “авариабельный” ритм (ригидный ритм) – свидетельствует о полной автономности работы сердца. Если у кардиологических больных регистрируется ритмограмма 5-го класса, то высок риск летального исхода от основного заболевания. Таким больным показана срочная коррекция терапии.

ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРДЦА - ЧРЕСПИЩЕВОДНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ СЕРДЦА (ЭФИ-ЧПЭКС)

В настоящее время нам стали известны многие механизмы возникновения аритмий сердца. Достижения современной физиологии прочно вошли в кардиологическую

практику, дали возможность не только иметь знания о механизмах возникновения аритмий, но и измерять электрофизиологические параметры для того, чтобы осуществлять целенаправленную медикаментозную терапию или хирургическую коррекцию.

Метод чреспищеводной стимуляции сердца относится к неинвазивным методикам (в отличие от эндокардиального ЭФИ) и стал возможным благодаря наличию анатомической близости левого предсердия к пищеводу с возможностью осуществления его стимуляции для оценки электрофизиологических свойств пейсмекерно-проводящей системы сердца.

В нашем отделении используется чреспищеводный кардиостимулятор “Сетал”, который позволяет проводить качественную диагностику нарушений ритма и проводимости в соответствии с общепринятыми в электрофизиологии подходами.

Перед чреспищеводной стимуляцией сердца проводится запись чреспищеводной ЭКГ, которая позволяет более точно, чем поверхностная, вычислять продолжительность интервалов и диагностировать нарушения, не видимые на обычной ЭКГ.

Именно по результатам чреспищеводного электрофизиологического исследования сердца (ЭФИ-ЧПЭС) определяются показания либо к терапевтическому, либо к хирургическому лечению нарушений ритма и проводимости.

ПОКАЗАНИЯ К ПРОВЕДЕНИЮ ЭФИ:

1. Дисфункция синусового узла (при холтеровском мониторировании ЭКГ минимальная ЧСС днем менее 50 в минуту; ночью – менее 40 в минуту);
2. Синкопальные состояния неясной этиологии;
3. Синдром предвозбуждения желудочков (WPW-синдром);
4. Жалобы на частые сердцебиения, не документированные другими способами (ЭКГ, Холтер);
5. Пароксизмальные нарушения ритма;
6. Ишемический тест у больных ИБС (если больной не смог выполнить нагрузочную пробу) – для верификации диагноза и установления функционального класса ИБС;
7. Восстановление синусового ритма (у больных с трепетанием предсердий I типа, пароксизмальными суправентрикулярными тахикардиями – ПРАВУТ, ПРОАВТ, ПРАВТ).

Проведению ЭФИ должна обязательно предшествовать регистрация ЭКГ по Холтеру (холтеровское мониторирование). Уже на этапе холтеровского мониторирования ЭКГ можно дифференцировать вегетативную дисфункцию синусового узла от синдрома слабости синусового узла.

РЕОКАРДИОГРАФИЯ

Реокардиография широко используется во всем мире как методика оценки параметров центральной гемодинамики. Метод позволяет достаточно точно определить величину сердечного выброса. Величины ударного объема сердца, получаемые при помощи реокардиографии сопоставимы с таковыми при инвазивном его определении путем

разведения по Фику (“золотой стандарт” определения величины ударного объема сердца) и превышает по точности эхокардиографию.

- Методом реокардиографии можно определить:
- Величину сердечного выброса
- Тип центральной гемодинамики
- Инотропную функцию миокарда (сократимость)

Что это дает на практике?

Определение типа центральной гемодинамики с высокой степенью достоверности можно определить только методом реокардиографии. Это имеет большое значение у больных артериальной гипертензией.

Существует три типа центральной гемодинамики:

- Эукинетический (нормальные величины сердечного выброса и общего периферического сопротивления сосудов);
- Гипокинетический (низкий сердечный выброс при повышенном общем периферическом сопротивлении сосудов);
- Гиперкинетический (высокий сердечный выброс при нормальном или пониженном общем периферическом сопротивлении сосудов).

В зависимости от типа системной (центральной) гемодинамики определяется антигипертензивный препарат выбора:

- Эукинетический тип – показаны диуретики (арифон), либо ингибиторы АПФ, особенно когда на кардиоритмограмме определяется преобладание гуморально-метаболических влияний на регуляцию сердечного ритма;
- Гипокинетический тип – препаратом выбора являются антагонисты кальция (ретардные дигидропиридины, амлодипины), особенно когда преобладают парасимпатические влияния на регуляцию сердечного ритма. Если преобладают гуморально-метаболические влияния, то необходимо применять ингибиторы АПФ;
- Гиперкинетический тип – препарат выбора – бета-блокаторы (чаще – атенолол, конкор).

Таким образом, при подборе антигипертензивной терапии необходимо учитывать в комплексе данные реокардиографии и кардиоритмографии. В этом случае мы получим максимально эффективное и безопасное для больного лечение.

Итак, при реокардиографии определяется ударный объем сердца методом тетраполярной грудной реографии по Кубичеку. Однако, определение ударного объема (УО) не является конечной целью реокардиографии. Его можно рассматривать лишь как в заветную дверь системной гемодинамики. Минимальным целесообразным объемом, необходимым для ее оценки используют следующие количественные показатели: минутный объем кровообращения (МОК), его нормализованный эквивалент – сердечный индекс (СИ),

показатели периферического сопротивления сосудов – общее периферическое сопротивление (ОПС) и удельное периферическое сопротивление (УПС), а также объемная скорость выброса (ОСВ) и мощность сокращения сердечной мышцы (МСС). Расчет этих показателей осуществляется по специальным формулам.

В нашем отделении используется компьютерная реокардиография с автоматическим расчетом основных параметров центральной гемодинамики.

ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ.

Варианты эхокардиографического исследования

1. Двухмерная эхокардиография - изображение сердца по длинной или короткой оси в реальном времени. Двухмерная эхокардиография (В - режим) позволяет в реальном времени оценить размеры полостей сердца, толщину стенок желудочков, состояние клапанного аппарата, подклапанных структур, глобальную и локальную сократимость желудочков, наличие тромбоза полостей и т. д.

2. М - режим - графическое изображение движения стенок сердца и створок клапанов во времени. М- режим позволил впервые в реальном времени оценить размеры сердца и систолическую функцию желудочков. В настоящее время применяется как вспомогательный режим при проведении эхокардиографического исследования преимущественно для измерений. В том случае, когда в парастернальной позиции курсор М-режима располагается строго перпендикулярно изображению сердца, измерения могут быть проведены с большой точностью. Если изображение сердца и курсор расположены под углом, все размеры камер сердца будут значительно завышены и могут быть неправильно истолкованы. Эта ошибка встречается у специалистов с небольшим стажем работы. Поэтому следует проводить измерения в В- режиме в конце диастолы в том случае, если М-режим не может быть применен. В настоящее время ряд фирм предложили использовать анатомический М- режим, позволяющий изменить угол курсора.

На графике М-разверстки по вертикали откладывается расстояние, по горизонтали – время. В зависимости от положения курсора на экране, можно получить график колебания серии точек, расположенных вдоль курсора, вытянутый во времени, т.е. проследить за их колебанием в систолу и в диастолу.

3. Допплер – эхокардиография - импульсный, непрерывно - волновой, цветовой, цветовой М - режим, энергетический, тканевой цветовой, тканевой импульсный, тканевой С - режим и т. д. - метод, позволяющий неинвазивно оценить параметры центральной гемодинамики. Активное применение методики в медицине можно отнести к началу 80-х годов.

Проведение доплеровского исследования подразумевает высокий технический навык в проведении двухмерного исследования, знание топографической анатомии и гемодинамики сердца.

В эхокардиографии используют следующие варианты доплера:

Импульсный доплер (PW - pulsed wave).

Импульсный высокочастотный доплер (HFPW - high frequency pulsed wave).

Постоянноволновой доплер (CW - continuouse wave).

Цветовой доплер (Color Doppler).

Цветовой М-модальный доплер (Color M-mode).

Энергетический доплер (Power Doppler).

Тканевой скоростной доплер (TissueVelocity Imaging).

Тканевой импульсный доплер (Pulsed Wave TissueVelocity Imaging).

Импульсный доплер (Pulsed Wave, или PW).

Графическая разверстка импульсно - волнового доплера отражает характер кровотока в конкретной данной точке, в месте установки контрольного объема. Точка установки контрольного объема называется базовой линией. По вертикали на графике откладывается скорость потока, по горизонтали – время. Все потоки, которые в конкретной данной точке движутся к датчику располагаются на графике выше базовой линии; все потоки, которые движутся от датчика – ниже нулевой линии. Помимо формы и характера кровотока на графике можно зафиксировать щелчки открытия и закрытия створок клапанов, дополнительные сигналы от хорд створок и стенок сердца. Импульсный доплер имеет скоростной предел (не более 2,5 м/с), поэтому с его помощью нельзя зарегистрировать потоки, имеющие высокую скорость.

Импульсный высокочастотный доплер (HFPW - high frequency pulsed wave).

Несколько контрольных объемов располагаются один за другим на различной глубине. Это позволяет регистрировать кровотоки, скорость которого превышает 2,5 м/с.

Постоянно-волновой доплер (CW - Continuous Wave Doppler).

Позволяет регистрировать высокоскоростные потоки. Недостаток метода состоит в том, что на графике регистрируются все потоки по ходу луча. Методика CW доплеровского исследования позволяет произвести расчеты давления в полостях сердца и магистральных сосудов в ту или иную фазу сердечного цикла, рассчитать степень значимости стеноза и т.д.

Основным уравнением CW является уравнение Бернулли, позволяющее рассчитать разницу давления или градиент давления. С помощью уравнения можно измерить разницу давления между камерами в норме и при наличии патологического, высокоскоростного кровотока.

Цветовой доплер (Color Doppler).

Цветовой доплер – аналог импульсного доплера, где направление и скорость кровотока картируется различным цветом. Так кровоток к датчику принято картировать красным цветом, от датчика – синим цветом. Турбулентный кровоток картируется сине-зелено-желтым цветом.

Цветовой М-модальный доплер (Color M - mode).

Сопоставление М-модального режима и цветового доплера при проведении курсора через ту или иную плоскость, позволяет разобраться в фазах сердечного цикла и патологическим кровотоком.

Энергетический доплер (Power Doppler).

Применяется для регистрации низкоскоростного кровотока, поэтому в кардиологии он пока не находит активного применения. При использовании энергетического доплера теряется направление кровотока. В настоящее время энергетический доплер используют в сочетании с контрастными веществами (левовист и др.) для изучения перфузии миокарда.

Тканевой доплер (Tissue Velocity Imaging).

Принцип данного метода основан на картировании направления движения тканей определенным цветом. Таким образом красным цветом обозначают движение к датчику, синим – от датчика. Изучая направления движения стенок левого и правого желудочков в систолу и диастолу с помощью TVI можно обнаружить скрытые зоны нарушения локальной сократимости. Совмещение двухмерного исследования в режиме TVI с М-модальным увеличивает точность диагностики.

Тканевой импульсный доплер (Pulsed Wave Tissue Velocity Imaging).

Позволяет оценить графически характер движения стенки желудочков в конкретной данной точке. Выделяют систолический компонент, ранний и поздний диастолический компоненты. Данный вариант доплера позволяет проводить картирование миокарда и увеличивает точность диагностики у больных с ишемической болезнью сердца.

Таким образом, доплеровские методики позволяют получить большой объем информации без применения инвазивных методов исследования.

4. Чреспищеводная эхокардиография (моно-, би-, и мультиплановая). Исследование сердца через пищевод с использованием специальных датчиков. Информативность метода очень высокая. Противопоказанием служит наличие стриктуры пищевода.

5. Стресс - эхокардиография (с использованием физической нагрузки, чреспищеводной электростимуляции или медикаментозной нагрузки). Широко применяется у больных с ишемической болезнью сердца.

6. Трехмерное и четырехмерное моделирование сердца - компьютерный анализ изображения и построение объемного изображения камер сердца, створок клапанов, кровотока и т. д.

7. Внутрисосудистый ультразвук - исследование коронарных артерий с использованием специального внутрисосудистого датчика малого диаметра. Инвазивный ультразвуковой метод. Используется параллельно с коронарографией.

8. Контрастная эхокардиография - применяется для контрастирования правых камер сердца при подозрении на дефект, или левых камер сердца для исследования перфузии миокарда. Информативность метода контрастирования левых камер сердца сопоставима со сцинтиграфией миокарда. Положительным фактором является отсутствие лучевой нагрузки на больного. Отрицательными факторами являются инвазивный характер метода и высокая цена препарата (левовист, альбунекс и т.д.).

Современные эхокардиографические приборы

В настоящий момент на рынке представлены ультразвуковые приборы от самых простых до сверхсложных с возможностью с возможностью трех- и четырехмерного моделирования.

Скрининговое исследование сердца можно провести на любом ультразвуковом приборе, при наличии соответствующего кардиологического датчика и В – и М – режимов. При этом можно использовать недорогие ультразвуковые сканеры. Уровень диагностики и процент ошибки в этом случае во многом зависят от квалификации специалиста.

Современное эхокардиографическое исследование должно включать, помимо В– и М–режимов, цветовой доплер, импульсноволновой доплер и неперывноволновой доплер. При наличии патологии, только неперывноволновой доплер позволит измерить высокоскоростные патологические потоки, провести все необходимые расчеты и измерения, оценить гемодинамику.

Объем получаемой информации зависит от возможности датчика. Внутрисосудистые датчики применяются параллельно с ангиографическим исследованием, используются кардиохирургами. Чреспищеводные датчики могут быть моноплановыми, биплановыми и мультиплановыми.

Современные технологии (тканевой доплер, контрасты) позволяют во много раз повысить информативность исследования, особенно, у больных с патологией миокарда.

За рубежом широко развиваются программы работ с эхоконтрастами, однако, в нашей стране это направление в ультразвуке представлено недостаточно.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Кардиология [Электронный ресурс] : нац. рук.. - Режим доступа: <http://www.rosmedlib.ru/book/ISBN9785970428450.html>
ред. Е. В. Шляхто
М. : ГЭОТАР-Медиа, 2019.
ЭМБ Консультант врача
2. Эхокардиография в практике кардиолога [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.books-up.ru/read/ehokardiografiya-v-praktike-kardiologa-8>
Е. В. Резник, Г. Е. Гендлин, Г. И. Сторожаков
3. Руководство по кардиологии [Электронный ресурс]. Т. 4. Заболевания сердечно-сосудистой системы (II). - Режим доступа: <https://www.books-up.ru/read/rukovodstvo-po-kardiologii-v-chetyreh-to>
ред. Е. И. Чазов
4. Кардиология. Клиническая ординатура [Электронный ресурс] : сб. метод. указаний для обучающихся к практ. занятиям. - Режим доступа: [https://krasgmu.ru/index.php?page\[common\]=elib&cat=catalog&res_id=367](https://krasgmu.ru/index.php?page[common]=elib&cat=catalog&res_id=367)
сост. Г. В. Матюшин, Н. С. Веселкова, Е. А. Савченко [и др.]
5. Внутренние болезни [Электронный ресурс] : учебник. Т. 2. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970433119.html>
ред. В. С. Моисеев, А. И. Мартынов, Н. А. Мухин
6. Внутренние болезни [Электронный ресурс] : учеб. для мед. вузов. Т. 1.. - Режим доступа: <https://www.books-up.ru/ru/read/vnutrennie-bolezni-v-2-t-t-1-2990917/>
ред. С. И. Рябов