

ГБОУ ВПО « Красноярский государственный медицинский университет им.
проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого

Министерства здравоохранения и социального развития Российской
Федерации»

Кафедра кардиологии, функциональной и клинико-лабораторной
диагностики ИПО

Зав.кафедрой: д.м.н. проф., Матюшин
Геннадий Васильевич

Велозргометрия

Выполнила: Врач-ординатор

Варзина Н.С.

Отделение: функциональной
диагностики

Красноярск, 2019г.

Цели ВЭМ:

1. ранняя диагностика ИБС;
2. выявление и идентификация нарушений сердечного ритма и проводимости;
3. оценка гемодинамической реакции на физическую нагрузку для выявления лиц с гипертензивной реакцией;
4. определение сохранности функциональных резервов у лиц старшей возрастной группы и с признаками соматической патологии;
5. оценка физической работоспособности (толерантности к физической нагрузке);
6. объективизация эффективности лечебно-оздоровительных мероприятий (оценка эффективности подобранной антигипертензивной и антиаритмической терапии).

Таким образом, ВЭМ в практике врачебно-летней экспертизы используется как в диагностических, так и прогностических целях. Противопоказания к проведению нагрузочного теста являются общими для функциональной диагностики как в общетерапевтической практике.

Наиболее частыми противопоказаниями для проведения ВЭМ во врачебно-летней экспертизе являются: текущие воспалительные заболевания, включая период продрома и реконвалесценции, неконтролируемая артериальная гипертензия. Требования к отделению функциональной диагностики (ОФД). Исследование должно проводиться только специально подготовленным медицинским персоналом, имеющим допуск к проведению стресс-тестов (врач и медсестра), владеющих необходимыми знаниями по функциональной диагностике и проведению сердечно-легочной реанимации.

Помещение должно быть достаточно просторным, чистым, хорошо освещенным, с минимальным уровнем шума. Оптимальной считается температура воздуха в помещении 19- 22°С, допустимо повышение температуры до 26°С при наличии вентиляции. Комфортная влажность воздуха – 50%. Для подготовки обследуемого к проведению теста должна быть ширма и выделено место для его одежды.

Помещение должно быть оснащено оборудованием (со своевременным прохождением метрологического контроля) и необходимыми медикаментами для оказания неотложной помощи. Дефибриллятор

должен быть включен до начала исследования. Подготовка обследуемого к велоэргометрии. Перед проведением ВЭМ врач отделения функциональной диагностики информирует обследуемого о сути методики, цели ее использования и возможных осложнениях. Обследуемый должен быть проинструктирован перед каждым проведением теста, даже если он его выполнял ранее. Образец письменного информированного согласия обследуемого представлен в Удобной формой информирования служит памятка по подготовке к нагрузочному тестированию, которая выдается обследуемому на руки. Необходимо предупредить пациента о вреде самолечения и самостоятельном приеме препаратов. Кроме того, следует учитывать следующие важные положения.

- Целесообразность отмены проводимой медикаментозной терапии при ВЭМ решается индивидуально в зависимости от цели исследования. Большинство лиц с артериальной гипертензией обследуется на фоне проводимого медикаментозного лечения.
- ВЭМ проводится в первой половине дня через 1,5-3 часа после обильного приема 5 пищи, т.е. не натощак.
- Обследуемый не должен употреблять алкогольные напитки накануне обследования.
- Не рекомендуется курение за 2-3 часа до обследования, а также употребление кофе и крепкого чая перед обследованием.
- Необходимо иметь свободную одежду и удобную спортивную обувь, не препятствующие выполнению нагрузки.
- Минимум за 12 часов до обследования исключаются сауна, баня и значительные физические нагрузки; необходим отдых перед ВЭМ.
- Рекомендуется выбрить волосы у обследуемого в местах наложения электродов.
- О возникновении неприятных ощущений в период проведения ВЭМ обследуемый должен информировать медицинского работника.
- Высота седла при ВЭМ должна быть подогнана по росту пациента так, чтобы при нахождении педалей в нижнем положении нога была полностью выпрямлена в коленном суставе.
- Обследуемому не разрешается приподниматься в седле велоэргометра при ВЭМ.

- Вращать педали необходимо со скоростью около 60 оборотов/мин (наиболее физиологичная нагрузка).
- Обследуемого просят сильно не сжимать руль велоэргометра, а держаться за него только для сохранения равновесия.

При выполнении нагрузки плечевой пояс должен быть расслаблен, чтобы не возникали изометрические нагрузки и нагрузки на преодоление сопротивления. Это особенно важно при измерении уровня артериального давления (АД). Методика проведения ВЭМ. Перед ВЭМ проводится осмотр обследуемого врачом авиационной организации или врачом-терапевтом экспертом ВЛЭК: сбор анамнеза (самочувствие, сон, прием препаратов) и физикальный осмотр с измерением АД и ЧСС, выявляются противопоказания к проведению нагрузки. Относительным противопоказанием для проведения ВЭМ в гражданской авиации являются величина АД 150/90 мм рт. ст. и более; ЧСС – 90 уд./мин. и более. Оформляется направление в ОФД (образец см. Приложение 4). В ОФД регистрируется исходная стандартная ЭКГ покоя в 12 отведениях в горизонтальном положении пациента и сидя на велоэргометре. При выполнении ВЭМ грудные электроды накладываются в стандартном положении, электроды с ног переносятся на поясничную область, а с рук – под углы лопаток или на плечевой пояс. Во время нагрузки постоянно мониторируется ЧСС и ЭКГ с визуальным контролем, оцениваются клинические симптомы (одышка, утомляемость и т.д.). Запись 5 комплексов ЭКГ и измерение АД проводят в конце каждой ступени нагрузки, на высоте 6 нагрузки, сразу после ее окончания и в период восстановления каждые 2 мин до восстановления исходных показателей, при необходимости - чаще. На ЭКГ отмечают уровень нагрузки и ее продолжительность. Методика дозирования физической нагрузки (выбор начальной ступени и шага увеличения нагрузки). ВЭМ в практике ВЛЭ проводится по стандартной методике – ступенчатая непрерывно возрастающая нагрузка с длительностью каждой ступени 3 мин. Использование качественного стандартного (единообразного) протокола обследования позволяет сопоставлять результаты тестирования в последующем и ставит освидетельствуемых в «равные» условия. Проведение ВЭМ длительностью более 12 мин не целесообразно.

Субмаксимальная ЧСС – расчетный показатель, который зависит от пола и, главным образом, возраста и соответствует достижению 85% от максимальной ЧСС. Для расчета можно использовать упрощенную формулу: субмаксимальная ЧСС у мужчин = 200 – возраст (полных

лет); диапазон значений $\pm 5\%$. Для женщин используется следующая схема расчета субмаксимальной ЧСС: максимальная ЧСС = $210 - \text{возраст}$ (полных лет); субмаксимальная ЧСС соответствует 85% от максимальной ЧСС; диапазон значений $\pm 5\%$. Если обследуемый принимает медикаменты, то в протоколе должны быть указаны название, дозы и кратность приема препаратов.

Как правило, у лиц с артериальной гипертензией отмена антигипертензивных средств не требуется. В случае применения препаратов с пульсурежающим действием (β -адреноблокаторы, антагонисты кальция: верапамил и дилтиазем) субмаксимальная ЧСС при выполнении ВЭМ может быть не достигнута. В этих случаях важным показателем переносимости нагрузки будет максимальная мощность выполненной нагрузки. После достижения одного или нескольких критериев прекращения ВЭМ ее уровень уменьшают до 20% от достигнутой мощности (обычно 20-40 Вт) и продолжают не менее 2-7 мин, в первую очередь для предотвращения резкого снижения АД. Для решения вопросов врачебно-летной экспертизы основным критерием выполнения нагрузки является достижение субмаксимальной ЧСС.

Абсолютные критерии прекращения ВЭМ (субмаксимальная нагрузка)

1. Возникновение типичного приступа стенокардии.
2. Появление аритмий (мерцательная аритмия или пароксизмальная тахикардия).
3. Появление новых нарушений проводимости (СА, АВ и/или внутрижелудочковые блокады).
4. Изменения комплекса QRS в виде резкого снижения амплитуды зубца R, углубление и расширение ранее существовавших зубцов Q и QS, переход зубца Q в QS.
5. Повышение САД более 230 мм рт. ст., ДАД – более 120 мм рт. ст.
6. Смещение сегмента ST на 2 мм и более вверх или вниз от изоэлектрической линии (по сравнению с исходным показателем).
7. Снижение САД на 20 мм рт. ст. (по сравнению с уровнем на предыдущей ступени нагрузки).
8. Появление приступа удушья или выраженной одышки (частота дыхания 30 и более в 1 мин).

9. Развитие головокружения, тошноты, головной боли и другой неврологической симптоматики.

10. Появление признаков периферической гипоперфузии (бледность, цианоз кожных покровов).

11. Невозможность мониторингирования ЭКГ и АД (технические проблемы).

12. Отказ пациента от дальнейшего продолжения пробы из-за усталости, слабости, болей в ногах, суставах.

Относительные критерии прекращения ВЭМ (субмаксимальная нагрузка)

1. Достижение субмаксимальной ЧСС.

2. Общая резкая слабость, выраженное утомление.

3. Отсутствие прироста САД на двух и более ступенях нагрузки.

4. Появление частой (более 10 в 1 мин.), политопной, групповой желудочковой экстрасистолии. Критерии прекращения нагрузки должны быть обязательно отражены в заключении о результатах ВЭМ.

Оценка результатов ВЭМ. Оценка результатов ВЭМ включает клинические данные (жалобы, внешний вид, психологическая переносимость нагрузки), гемодинамические показатели (АД, ЧСС), ЭКГ данные, оценку достигнутой мощности выполненной нагрузки.

Результаты заносятся в протокол заключения велоэргометрии.

Особенностью контингента гражданской авиации является отсутствие жалоб, редуцированный (неполный) анамнез, поэтому более значимыми являются ЭКГ-критерии, динамика ЧСС и АД, данные внешнего вида пациента.

1. Оценка внешнего вида обследуемого является косвенным признаком его клинического состояния. Признаки периферической гипоперфузии (холодный пот, периферический цианоз, бледность кожи) могут указывать на снижение сердечного выброса и вторичную периферическую вазоконстрикцию. Снижение периферического сосудистого резерва является проявлением неадекватности нагрузки и может быть поводом для ее прекращения. Перевод в положение лежа в этом случае может усилить явления сердечной дисфункции. Необходимо усадить обследуемого, продолжить контроль за его состоянием. Общая слабость, утомляемость также могут быть проявлением физической детренированности обследуемого.

2. Анализ ЭКГ изменений. Изначально методика нагрузочного тестирования была предложена для провокации транзиторной ишемии миокарда с целью ее оценки при помощи данных ЭКГ. Предлагались многочисленные способы оценки патологических изменений ЭКГ с использованием разных ее элементов, но наиболее информативным для диагностики ИБС является оценка изменений сегмента ST. Поэтому в качестве ЭКГ-критерия оценки теста используют изменения сегмента ST (чувствительность - 68%, специфичность - 77% при использовании критерия положительного теста - депрессия или подъем ST на 1мм; при депрессии 2 мм специфичность теста у мужчин увеличивается до 95%). При распечатке данных ЭКГ достаточно регистрации 5 комплексов на исходной ЭКГ, на всех ступенях нагрузки и в период отдыха.

Депрессия сегмента ST – основной признак субэндокардиальной ишемии. Местом перехода комплекса QRS в сегмент ST служит точка j (junction, англ.- соединение). Вправо от нее на расстоянии 0,06-0,08 с находится точка i (ischemic, англ. – ишемия). Оценивается смещение сегмента ST в точке i по сравнению с исходным положением сегмента ST относительно изоэлектрической линии. При отсутствии зубца S точка j находится на пересечении нисходящего колена зубца R с началом сегмента ST. В комплексах типа QS точка j располагается на пересечении восходящего колена QS с сегментом ST. О направлении смещения сегмента ST судят по расстоянию между точками j и i. Различают следующие типы смещений сегмента ST: горизонтальное – изоэлектрическая линия до точки j = до точки i и составляет 1 мм и более, косонисходящее - точка i находится ниже точки j; смещение на 1 мм и более при горизонтальной и косонисходящей депрессии – высокая вероятность ишемии, косовосходящее - точка j находится ниже точки i, • косовосходящее медленное (ST-slope) считается ишемическим, если точка i находится ниже изоэлектрической линии на 1,5 мм и более, • косовосходящее быстрое - точка i не смещена, только точка j ниже изоэлектрической линии; такое смещение сегмента ST не имеет патологического значения и является вариантом нормального ответа на нагрузку, корытообразное (U-образное, провисающее) смещение сегмента ST может наблюдаться в отведениях без зубца S, следовательно, без точки j. В этих случаях измеряют глубину смещения по отношению к изоэлектрической линии. За ишемическое принимается состояние надир (дна) сегмента ≥ 1 мм (рис.1в).

Таким образом, критериями ишемического смещения сегмента ST являются: • горизонтальная или косонисходящая депрессия на 1 мм и более, • медленное косовосходящее смещение сегмента ST, при

условии, что точка i находится ниже изоэлектрической линии на 1,5 мм и более, • подъем сегмента ST (j и $j+0,08$ с) более 1 мм считается ишемическим.

Оценка положения сегмента ST возможна при наличии на ЭКГ участка с не менее чем тремя рядом расположенными на одном уровне комплексами QRS. У части обследуемых лиц трудно или даже невозможно интерпретировать результаты ВЭМ. Оценка ЭКГ данных затруднена при наличии полной блокады левой ножки пучка Гиса, синдроме ранней реполяризации желудочков, выраженной гипертрофии миокарда левого желудочка, WPW. В этих случаях целесообразно проведение нагрузочной сцинтиграфии миокарда.

Косвенная оценка состояния коронарного кровоснабжения. По результатам ВЭМ на выявление ИБС проба может быть расценена как положительная, отрицательная, сомнительная (неопределенная).

- **Неинформативной** считается проба, в ходе которой не достигнута субмаксимальная ЧСС и при этом не выполнена полная мощность нагрузки (четыре ступени нагрузки) и отсутствуют критерии положительной или сомнительной пробы. В таком случае возможность оценить физическую работоспособность сохраняется, а в заключении указывается, что проба прекращена до достижения критериев ее оценки.
- **Отрицательная проба** (определенно отрицательная): достигнута заданная возрастная субмаксимальная ЧСС при заданной мощности нагрузки без ЭКГ-признаков ишемии и ее клинических проявлений. Отрицательные результаты пробы не позволяют исключить ИБС, но являются признаком хорошего коронарного резерва.
- **Отрицательной с особенностями** считается проба, при проведении которой у пациента:
 - регистрируется нечастая экстрасистолия (до 5 в 1 мин);
 - на ЭКГ зарегистрирована реверсия или инверсия Т-волны;
 - значение АД превысило 230/120 мм рт. ст.; развилось коллаптоидное состояние, снижение САД на 10-20 мм рт. ст. на высоте нагрузки;
 - появилось головокружение или головная боль;
 - имеется жалоба на одышку;
 - возникли боли в ногах, послужившие причиной ее прекращения.

- **Сомнительной проба** считается в следующих случаях:

1. имеется подъем или депрессия сегмента ST ишемического типа от 0,8 до 1 мм (1,3-1,5 мм для медленной косовосходящей депрессии);
2. выявлены нарушения ритма и проводимости (частая – 5 и более в 1 мин желудочковых и/или наджелудочковых экстрасистол, СА-, АВ-блокада или внутрижелудочковая блокада);
3. появились отрицательные или двухфазные зубцы Т при отсутствии других ЭКГизменений;
4. зарегистрированы пароксизмальная тахикардия, мерцательная аритмия;
5. произошло снижение САД на 20 мм рт. ст. и более на высоте нагрузки при отсутствии значимой динамики ЭКГ;
6. развился атипичный болевой синдром.

Положительной (во ВЛЭ) считается проба, при которой возник типичный приступ стенокардии и/или появились следующие ЭКГ-критерии:

1. горизонтальное, косонисходящее или корытообразное смещение сегмента ST на 12 1 мм и более длительностью не менее 0,06-0,08 с по сравнению с исходным уровнем;
2. медленное косовосходящее смещение сегмента ST при смещении точки i на 1,5 мм и более по сравнению с исходным уровнем;
3. подъем сегмента ST на 1 мм и более от исходного уровня. К ишемическим изменениям сегмента ST следует относить изменения его не только во время нагрузки, но и в течение 8-10 мин. периода восстановления.

Оценка физической работоспособности и уровня тренированности.

Индивидуальная толерантность к физической нагрузке – один из важнейших и надежных прогностических показателей нагрузочного тестирования, более значимый, чем шкальные оценки риска (SCORE, Framingham). Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний за 6-летний период наблюдения выше у мужчин 40-59 лет с пониженной толерантностью к физической нагрузке по данным тредмилметрии. Толерантность к физической нагрузке зависит от коронарного и миокардиального резервов, физической тренированности. Для оценки

толерантности к физической нагрузке используют следующие показатели.

1. Максимальное потребление кислорода при нагрузке (спироэргометрические исследования существенно повышают временные затраты и стоимость исследования, при этом незначительно увеличивая его клиническую информативность).
2. Пороговое двойное произведение (индекс напряжения, индекс Робинсона).

Двойное произведение (ДП) косвенно оценивает потребление кислорода, т.к. инотропная функция сердца прямо пропорциональна величине ДП и отражает потребление кислорода. При одной и той же мощности нагрузки один человек может выполнять нагрузку с меньшим напряжением миокарда, тогда как другой – с большим. ДП вычисляется по формуле: $\text{ДП (у. е.)} = \text{ЧСС} \times \text{САД} \times 10^{-2}$ и 13 нагрузки не менее 2 мин 30 с (150 Вт); сниженной – прекращение нагрузки на 1-2 ступени (менее 120 Вт) или ранее двух минут 3-ей ступени.

3. Продолжительность тестирования (продолжительность нагрузки).
4. Суммарная мощность выполненной работы.
5. Максимально достигнутая ЧСС, реакция АД.

Наиболее частыми причинами низкой физической работоспособности являются неадекватная антигипертензивная терапии и детренированность. У лиц со сниженной физической работоспособностью для исключения ИБС целесообразно проведение дополнительного обследования (сцинтиграфии миокарда с нагрузкой, мультиспиральной компьютерной томографии с контрастированием коронарных артерий, коронарной ангиографии). Высокая физическая работоспособность отмечается при занятиях физической культурой и активном образе жизни. 4. Оценка гемодинамической реакции на нагрузку. Большое значение имеет оценка реакции АД и ЧСС на нагрузку.

Оценка ЧСС

ЧСС покоя зависит от возраста, пола, уровня физической тренированности, положения тела (лежа, сидя). Прирост ЧСС в ходе нагрузки (особенно ЧСС на пике нагрузки) имеет наиважнейшее значение. Нормальным считается прирост ЧСС на 15-30 ударов в 1 минуту на каждой ступени в зависимости от тренированности

обследуемого. Как правило, на 1 ступени нагрузки ЧСС составляет 90-130 уд./мин. (в среднем 114), а на 3 ступени – 140-160 уд./мин..

Недостаточный прирост ЧСС во время нагрузки может быть вызван:

- приемом пульсурежающих препаратов (чаще всего β -адреноблокаторов),
- снижением хронотропного резерва сердца (например, синдромом слабости синусового узла),
- высокой физической работоспособностью; при этом должны присутствовать и другие признаки: хорошая переносимость нагрузки, выполнение нагрузки высокой мощности.

Отсутствие причин для замедленной пульсовой реакции и неспособность достижения субмаксимальной ЧСС может указывать на снижение хронотропных резервов.

Причины избыточной пульсовой реакции (на начальных ступенях нагрузки):

- детренированность,
- нейроциркуляторная дистония,
- синдром отмены β -адреноблокаторов,
- прием медикаментов (некоторые антагонисты кальция),
- гипертиреоз,
- анемия,
- сердечная или дыхательная недостаточность.

Во всех перечисленных случаях может быстро достигаться субмаксимальная ЧСС, что отражает плохую переносимость физической нагрузки. Динамика ЧСС в восстановительном периоде также имеет важное значение. Скорость восстановления, которая определяется как разница между ЧСС на пике нагрузки и 1 мин после прекращения нагрузки, можно считать замедленной при величине менее 12 уд./мин. 4.2. Оценка динамики АД. Во время физической нагрузки величина АД возрастает, причем реакция АД на нагрузку у мужчин более выражена, чем у женщин и увеличивается с возрастом.

Существуют следующие варианты реакции АД на физическую нагрузку.

- **Нормотонический** – повышение САД на 20-30 мм рт. ст. на каждой ступени нагрузки (но не более 230 мм рт. ст.) или прирост на 70-75 мм рт. ст. по сравнению с исходным уровнем при отсутствии динамики или незначительном приросте ДАД на 20% от исходного уровня (но не более 110 мм рт. ст.). В результате пульсовое давление повышается. Восстановительный период занимает 5-6 мин. Этот тип реакции АД на нагрузку характерен для здоровых людей.

- **Гипотонический** – незначительное повышение САД на нагрузку (чаще 140- 150/80-90 мм рт. ст. на высоте нагрузки), прирост САД менее 60 мм рт. ст. по сравнению с уровнем до нагрузки, при неизменном ДАД, чаще при избыточной пульсовой реакции. Прирост пульсового давления незначителен (менее 15% от исходного пульсового давления) или снижен. Восстановление ЧСС и АД замедлено. Такой тип реакции на нагрузку является неблагоприятным, т.к. свидетельствует о снижении миокардиального (инотропного) резерва. Гипотоническая реакция АД может отмечаться также у детренированных лиц, на фоне приема ряда медикаментов (иАПФ, β -адреноблокаторы).

- **Гипертонический** (варианты – систолический, систоло-диастолический, диастолический) – повышение САД более 230 мм рт. ст., ДАД более 110 мм рт. ст. При гипертоническом типе реакции АД на нагрузку проба может быть завершена до достижения субмаксимальной ЧСС. Нагрузочное тестирование позволяет выявить скрытые гипертензивные состояния и предсказать риск развития АГ в будущем (неадекватно высокий подъем АД). Также гипертензивный ответ на нагрузку ассоциируется с более высокой распространенностью поражения органов-мишеней: гипертрофией левого желудочка, выраженностью дисфункции ЛЖ, т.к. свидетельствует о недостаточном контроле артериальной гипертензии.

- **Дистонический** характеризуется повышением САД до 180 мм рт. ст. и выше при снижении ДАД, может сопровождаться «феноменом бесконечного тона», который сохраняется в течение нескольких минут после прекращения нагрузки, как правило, при возрастании ЧСС. Ведущий признак – высокое пульсовое давление. Период восстановления замедлен. Дистонический тип реакции АД часто встречается у спортсменов, тренированных лиц и в возрасте 18-25 лет.

По окончании обследования создается отчет, включающий распечатку комплексов ЭКГ в 12 отведениях до нагрузки, на каждой ступени нагрузки и в период восстановления; величина АД и ЧСС до нагрузки,

на каждой ступени нагрузки и в период восстановления; оценивается максимальное отклонение сегмента ST от изолинии на высоте нагрузки. Указывается причина прекращения нагрузки. Проводится анализ клинических проявлений, динамики ЭКГ. Дается оценка физической работоспособности, особенности гемодинамической реакции на нагрузку.

Формирование заключения

1. Паспортная часть: наименование и адрес медицинской организации; дата и время проведения теста, ФИО обследуемого, возраст (дата рождения), пол, антропометрические данные (масса тела); диагноз и/или основная цель тестирования; прием медикаментов (название и суточные дозы).
2. Протокольная часть: особенности исходной ЭКГ, вид теста (субмаксимальный), вид протокола нагрузки с указанием ступеней нагрузки, их продолжительности, параметры при нагрузочном тестировании (динамика АД, ЧСС, степень развития утомления, динамика сегмента ST), продолжительность общей нагрузки, максимально достигнутый уровень нагрузки, критерии прекращения нагрузки, характеристика нарушений ритма и проводимости.
3. Врачебное заключение: общая оценка теста (проба положительная, отрицательная, сомнительная, неинформативная), реакция АД и ЧСС на нагрузку, оценка физической работоспособности.

Главная цель нагрузочного тестирования во ВЛЭ – определение вероятности ИБС.

О высокой вероятности ИБС и о многососудистом поражении могут свидетельствовать следующие клинические и ЭКГ-признаки.

Клинические признаки.

- Резкое снижение САД во время нагрузки - более чем на 20 мм рт. ст. по сравнению с АД на любой предыдущей ступени АД в ответ на нагрузку (не выше 130-150 мм рт. ст. на максимуме нагрузки) вследствие снижения сердечного выброса.
- Появление резкой одышки.
- Низкая толерантность к физической нагрузке (максимальная нагрузка менее 150 Вт продолжительностью менее 2 мин). ЭКГ-признаки.

- Раннее возникновение депрессии сегмента ST при низком уровне нагрузки; при ЧСС без приема β -адреноблокаторов – менее 120 в 1 мин до 45 лет и менее 110 в 1 мин после 45 лет; низкая величина ДП.
- Горизонтальная или косонисходящая депрессия сегмента ST одновременно в большом количестве отведений (3-5 и более).
- Горизонтальная или косонисходящая депрессия сегмента ST 2 мм и более.
- Подъем сегмента ST на 2 мм и более.
- Длительное сохранение горизонтальной или косонисходящей депрессии сегмента ST после прекращения пробы, в восстановительном периоде (до 6-8 мин и более).
- Возникновение опасных аритмий - желудочковой тахикардии.

Дополнительное обследование

При установлении у пациента избыточной ЧСС и повышенного АД до нагрузки, что является относительным противопоказанием для велоэргометрии, рекомендуется проведение дополнительного обследования пациента с использованием других информативных методов (сцинтиграфии миокарда, мультиспиральной компьютерной томографии, коронароангиографии). При интерпретации теста как неинформативного (не достигнута субмаксимальная ЧСС при выполнении 4 степени нагрузки), сомнительного или положительного (ишемическая депрессия или подъем ST от 1 до 2 мм) целесообразно проведение нагрузочной сцинтиграфии миокарда. При положительном тесте (депрессия или подъем ST 2 мм и более) рекомендуется проведение коронароангиографии, так как специфичность такого изменения сегмента ST у мужчин в возрасте старше 40 лет составляет 95%.

Литература:

1. Методические рекомендации отделений функциональной диагностики медицинских организаций. Москва 2016.
2. ВЕЛОЭРГОМЕТРИЯ ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ВРАЧЕЙ САНКТ-ПЕТЕРБУРГ 2007 Тавровская