

**Министерство здравоохранения Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Гомельский государственный медицинский университет»**

**Кафедра внутренних болезней №3  
с курсом функциональной диагностики**

**Авторы:**

**Д.П. Саливончик дмн,доцент**

**Ю.О. Пашевич ассистент**

**Ю.И.Челединская ассистент**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**для проведения практического занятия  
со студентами**

**4 курса медико-диагностического факультета,  
обучающихся по специальности**

**1- 79 01 04 «Медико-диагностическое дело»  
по дисциплине «Основы функциональной диагностики»**

**Тема 10: Функциональные нагрузочные  
электрокардиографические пробы в кардиологии**

**Время: 6 часов**

**Утверждено на заседании кафедры внутренних болезней №3 с курсом  
функциональной диагностики  
(протокол № 1 от 28.01.2026)**

**2026г.**

## **УЧЕБНЫЕ И ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, МОТИВАЦИЯ ДЛЯ УСВОЕНИЯ ТЕМЫ**

### **Учебная цель:**

формирование у студентов базовой профессиональной компетенции для диагностики заболеваний внутренних органов с применением функциональных методов исследования.

### **Воспитательная цель:**

- развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал;
- сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной, социально-культурной и общественной жизни страны;
- осознать социальную значимость своей будущей профессиональной деятельности;
- научиться соблюдать учебную и трудовую дисциплину, нормы медицинской этики и деонтологии.

### **Задачи:**

В результате проведения учебного занятия студент должен

#### **знать:**

- основные принципы организации работы отделения функциональной диагностики;
- правила техники безопасности, устройство и принцип работы оборудования и аппаратуры, предназначенной для функциональных методов исследования;
- принципы подготовки пациента, показания и противопоказания к функциональным методам исследования, алгоритм и методику проведения основных исследований;
- основы клинической интерпретации полученных результатов;
- основные функциональные методы диагностики в клинической практике;
- нормы медицинской этики и деонтологии;
- проявление инфекционных заболеваний, связанных с оказанием медицинской помощи;
- правила оказания медицинской помощи при неотложных состояниях;

#### **уметь:**

- составлять алгоритм функционального обследования пациентов, проводить и интерпретировать результаты основных функциональных методов исследования, применяемых в кардиологии, пульмонологии, неврологии;
- оценивать показания и противопоказания к проведению функциональных исследований;
- правильно интерпретировать результаты диагностического обследования пациента с заболеваниями внутренних органов;
- формулировать заключение после проведенных диагностических функциональных исследований;
- оказывать первую медицинскую помощь при неотложных состояниях.

- предупреждать и распознавать инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи;
- коммуницировать с пациентами и медицинским персоналом, в соответствие с нормами этики и деонтологии, а так же осуществлять свою учебную и рабочую деятельность в соответствие с этими нормами;

***владеть:***

- методологией проведения функциональных исследований (ЭКГ, холтеровское мониторирование, суточное мониторирование артериального давления, нагрузочные пробы, спирометрия);
- навыками работы с диагностическим оборудованием и методами инструментального функционального исследования сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной систем;
- интерпретацией проведенных функциональных исследований с формированием заключения;
- навыками коммуникации с пациентами и медицинским персоналом, в соответствие с нормами этики и деонтологии, а так же осуществлять свою учебную и рабочую деятельность в соответствие с этими нормами;
- навыками предупреждения распространения инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи;
- навыками оказания неотложной медицинской помощи при заболеваниях внутренних органов.

**Мотивация для усвоения темы:**

В кардиологической практике применяется множество функциональных проб. Под ними понимают такие методы исследования, при которых на сердечнососудистую систему воздействуют с помощью различных внешних факторов, изменяющих в той или иной степени гомеостаз кардиореспираторной системы в условиях покоя. В результате этого провоцируются патофизиологические состояния и как следствие начинает проявляться скрытая или труднодоступная для обнаружения в условиях покоя патология. В тех случаях, когда эта патология как нозологическая форма известна до исследования, с помощью функциональных проб удается определить степень ее выраженности или, наоборот, компенсаторные возможности сердечнососудистой системы. Значительно реже применяются функциональные пробы, направленные на улучшение состояния сердечнососудистой системы, тем самым диагноз подтверждается как бы методом «от противного»; это так называемые разрешающие пробы. Практическая значимость и распространенность функциональных проб весьма различны – от широкого применения почти во всех лечебных учреждениях (например, пробы с динамической нагрузкой) до таких, которые используются лишь в первоклассных клиниках или специализированных лабораториях. Изучение методических аспектов и интерпретации функциональных проб, применяемых в кардиологии, весьма важно для дальнейшего становления врача-специалиста.

**МАТЕРИАЛЬНОЕ ОСНАЩЕНИЕ**

Набор ЭКГ, протоколов ВЭМП, спирометрии, СМАД, ХМ ЭКГ, учебных таблиц, ситуационных задач по теме, тесты по теме занятия, как в электронном так и в бумажном виде, телевизор.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИЗ СМЕЖНЫХ ДИСЦИПЛИН**

1. Анатомия: строение сердца и его клапанного аппарата, особенности кровоснабжения и иннервации сердца; проводящая система сердца — морфофункциональная характеристика.
2. Физиология: особенности работы сердца в различные фазы сердечного цикла.
3. Пропедевтика внутренних болезней: семиотика некоронарогенных заболеваний. ЭКГ- признаки данных состояний.
4. Клиническая фармакология: средства, применяемых для проведения медикаментозных проб, а также проведение неотложной помощи в кардиологии.

### **КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ ЗАНЯТИЯ**

1. Классификация функциональных проб, применяемых в кардиологии. Пробы с физической нагрузкой: показания и противопоказания. Подготовка пациента к нагрузочному тесту. Велоэргометрия (ВЭМ): виды, типы нагрузок, методика выполнения, критерии прекращения теста, интерпретация результатов проб с физической нагрузкой. Технология проведения ранней ВЭМ: методика, противопоказания, критерии прекращения. Методика проведения парной велоэргометрии. Чувствительность, специфичность и прогностическая значимость ВЭМ. Тредмил-тест: методика выполнения, критерии прекращения теста, интерпретация результатов.
2. Фармакологические пробы (добутаминавая, дипиридамоловая, атропиновая, с калием хлоридом): методика проведения, интерпретация результатов.
3. Отработка практических навыков по проведению нагрузочных проб. Интерпретация полученных результатов.
4. Формирование навыков проведения нагрузочных проб, интерпретация результатов, анализ протоколов исследования. Оформление заключения.

## **ХОД ЗАНЯТИЯ**

### **Теоретическая часть**

#### **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЫ**

В кардиологической практике применяется множество функциональных проб (ФП). Под ними понимают такие методы исследования, при которых на сердечнососудистую систему воздействуют с помощью различных внешних факторов, изменяющих в той или иной степени гомеостаз кардиореспираторной системы. Это приводит к обнаружению патологии, которая в условиях покоя не проявляет себя (провоцирующие пробы). В тех случаях, когда эта патология как нозологическая форма известна до исследования, с помощью функциональных проб удается определить степень ее выраженности или, наоборот, компенсаторные возможности сердечнососудистой системы. Значительно реже применяются функциональные пробы, направленные на улучшение состояния сердечнососудистой системы, тем самым диагноз подтверждается как бы методом «от противного»; это так называемые разрешающие пробы.

Многочисленные факторы, применяющиеся при функциональных пробах, можно разделить на 7 групп:

- 1) физические нагрузки,
- 2) электрическая стимуляция предсердий
- 3) моделирование уменьшения венозного возврата крови к сердцу
- 4) психоэмоциональные пробы,
- 5) локальные воздействия на нервные окончания,
- 6) воздействие на внешнее дыхание,
- 7) лекарственные пробы.

Т а б л и ц а 1 — Классификация функциональных проб, применяемых в кардиологической практике

Применяемые факторы	Основной механизм	Назначение пробы
<b>Физические нагрузки:</b> динамические, статические, смешанные, комбинированные	Повышение потребления кислорода миокардом и организмом в целом	Диагностика ИБС, функциональная характеристика больного, контроль состояния больного в динамике
<b>Электрическая стимуляция предсердий:</b> прямая, чрезпищеводная.	Повышение потребления кислорода только миокардом	Диагностика ИБС, выявление и уточнение характера и выраженности нарушений ритма и проводимости
<b>Психоэмоциональные пробы:</b> счет в уме, запоминание чисел, компьютерные задания.	Гиперсимпатикотония	Диагностика ИБС, выявление эмотиогенных нарушений с.с.системы
<b>Моделирование уменьшения венозного возврата крови к сердцу:</b> ортостатическая проба, создание отрицательного давления на нижнюю часть тела	Уменьшение преднагрузки	Уточнение состояния гемодинамики и насосной функции сердца
<b>Локальное воздействие на нервные окончания:</b> холодовая проба,	Провоцирование спазма коронарных артерий	Диагностика вазоспастической стенокардии,
воздействие на барорецепторы аорты.	воздействие на уровень АД	выявление нарушений регуляции АД.

<b>Воздействие на внешнее дыхание:</b> проба Вальсальвы	Провоцирование гипоксии миокарда и развитие ишемии	Дифференциальная диагностика ложноположительных проб, выявление вазоспастического компонента стенокардии
<b>Гипоксемическая проба</b>	Провоцирование гипоксии и ишемии миокарда	Диагностика ИБС
<b>Лекарственные воздействия. Провокационные пробы:</b>		Диагностика ИБС
эргометриновая,	Провоцирование спазма коронарных артерий	
дипиридомоловая,	Провоцирование феномена «обкрадывания» с развитием ишемии миокарда	
изопротереноловая, добутаминовая, эпинефриновая, эфедриновая;	Гиперсимпатикотония и ишемия миокарда	
<b>разрешающие пробы:</b> нитроглицериновая,	Улучшение кровоснабжения и метаболизма миокарда	Диф. диагностика болевого синдрома при подозрении на ИБС
калиевая,	Улучшение метаболизма миокарда	
β-адреноблокаторами,	Уменьшение адренергических влияний на миокард	Диф.диагностика характера изменений ЭКГ
атропиновая,	Положительное хроно- и дромотропное воздействие	Диф. диагностика синдрома слабости синусового узла, нарушение проводимости сердца
каптоприловая,		Диагностика ренинзависимой артериальной гипертензии

Физиологическое обоснование проб с применением дозированных физических нагрузок едино: ФН является идеальным и самым естественным видом провокации, позволяющим оценить полноценность физиологических компенсаторно-приспособительных механизмов организма, а при наличии явной или скрытой патологии – степень функциональной неполноценности кардиореспираторной системы. Физическая нагрузка приводит к увеличению потребления кислорода.

Потребление кислорода при нагрузке – наиболее строгий количественно измеряемый воспроизводимый параметр, наиболее пригодный для стандартизации проб с физической нагрузкой. Однако реальное его измерение при проведении проб малодоступно (напр. спироэргометрия), поэтому пользуются другими физиологическими параметрами, тесно связанными с потреблением кислорода.

*Между потреблением кислорода и величиной сердечного выброса существует прямая линейная зависимость.* Поскольку сердечный выброс равен произведению ударного объема и ЧСС ( $СВ = МОК = УО * ЧСС$ ), имеется хорошая возможность **стандартизировать нагрузку** по весьма показательному и легко определяемому параметру – величине **ЧСС**. *Чем выше у испытуемого ЧСС при возрастающей нагрузке, тем выше максимальное потребление кислорода и, соответственно, физическая работоспособность человека, лучше функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.*

**Типы нагрузок.** Физические нагрузки делятся на изометрические (статические), изотонические (динамические) и комбинированные (резистивные). *Статическая нагрузка* определяется как мышечное сокращение без движения (сжатие кисти, сохранение определенной позы, удержание тяжести), она в большей степени повышает артериальное давление (АД), особенно диастолическое; минутный объем кровообращения (МОК) (и соответственно ЧСС) увеличивается в меньшей степени, чем при динамической нагрузке. Стандартизировать кардиоваскулярный ответ на изометрическое сокращение трудно.

*Комбинированные нагрузки* – сочетание изометрической и изотонической нагрузки, т.е. – это нагрузки, направленные на преодоление сопротивления (поднятие тяжестей).

*Динамическая нагрузка* – это мышечное сокращение, приводящее к движению (степ-тест, велоэргометрия, нагрузка на тредмиле). При динамических нагрузках происходит увеличение объемного наполнения левого желудочка, а кардиоваскулярный ответ на нагрузку пропорционален участвующей в сокращении мышечной массе и интенсивности нагрузки.

При динамической нагрузке потребление кислорода легкими быстро повышается. После второй минуты каждой ступени нагрузки потребление кислорода обычно принимает стабильный характер (steady state). В течение этого периода уровень ЧСС, МОК, АД и легочной вентиляции поддерживаются на достаточно постоянном уровне.

Переменные	Степень изменения при нагрузке	
	Статической	Динамической
Поглощение кислорода	+	+++
ЧСС	+	+++
Ударный объем	-/+	++
Сердечный выброс	+	++
Периферическое сопротивление	-/+	—
Систолическое АД	+	+
Диастолическое АД	+++	-/+
Двойное произведение	+++	+++
Напряжение стенки ЛЖ	Прежде всего нагрузка давлением	Прежде всего нагрузка объемом

**Максимальное потребление кислорода (МПК)** – это наибольшее количество потребляемого пациентом кислорода при выполнении динамической нагрузки, включающей в работу основную часть общей мышечной массы. МПК представлено количеством кислорода, транспортируемым и используемым в клеточном обмене. Удобно выражать потребление кислорода в единицах, кратных потреблению кислорода в условиях покоя - MET. **Метаболический эквивалент (MET)** – это потребляемое организмом количество кислорода в состоянии покоя, равное 3,5 мл O<sub>2</sub> на 1 кг массы тела в мину-ту (мл × кг<sup>-1</sup> × мин<sup>-1</sup>). В действительности, каждый человек в состоянии покоя потребляет в минуту индивидуальное количество O<sub>2</sub>, так что MET является усредненной величиной. МПК зависит от возраста, пола, массы тела, уровня тренированности, наследственности, исходного состояния сердечно-сосудистой системы.

**Потребление кислорода миокардом (МО<sub>2</sub>)** определяется мышечным напряжением стенки сердца, его сократительной способностью и частотой сердечных сокращений. Существует *линейная взаимосвязь между МО<sub>2</sub> и коронарным кровообращением*. Точное измерение МО<sub>2</sub> требует сердечной катетеризации. Во время физической нагрузки МО<sub>2</sub> может оцениваться с помощью двойного произведения (ДП= АД систолическое достигнутое\* ЧСС достигнутое). Во время физической нагрузки коронарное кровообращение увеличивается пятикратно в сравнении с его величиной в состоянии покоя. Лица со стенозирующим поражением коронарных сосудов часто не могут поддерживать требуемый коронарный кровоток в соответствии со степенью увеличения



метаболических требований миокарда во время нагрузки и, как следствие, происходит развитие миокардиальной ишемии. Стенокардия обычно возникает при одних и тех же цифрах двойного произведения, а не при одном и том же уровне нагрузки.

Нагрузочное тестирование считается в целом безопасной процедурой. Смертность при проведении проб с нагрузкой у пациентов без ИБС составляет около 1 на 10000 исследований (против 1 на 1000 при катетеризации сердца и коронарной ангиографии), а общее число осложнений (как фатальных, так и нефатальных) по данным разных авторов – от 2 до 5 на 10000 проб. (Аронов, Д.М. Функциональные пробы в кардиологии / Д.М. Аронов, В.П. Лупанов. – 2-е изд. – М., 2003. – 296 с. 83Pina, I.L. Guidelines for clinical exercise testing laboratories: a statement for healthcare professionals from the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation, American Heart Association / I.L. Pina, G.J. Balady, P. Hanson et al. // Circulation. – 1995. – Vol. 91, N 3. – P. 912-921).

### **Проба с физической нагрузкой (велозергметрия – ВЭМ).**

Основные показания к проведению нагрузочных проб:

- 1) диагностика ИБС,
- 2) определение толерантности к ФН (физической нагрузке),
- 3) динамическое наблюдение пациентов после реваскуляризации миокарда,
- 4) оценка эффективности антиангинальной, антиаритмической и гипотензивной терапии,
- 5) экспертиза трудоспособности,
- 6) оценка связи нарушений ритма и проводимости с физической нагрузкой и их индукция на фоне нагрузочного теста,
- 7) оценка особенностей динамики АД на физическую нагрузку.

### **Абсолютные противопоказания к ВЭМП**

- острая стадия инфаркта миокарда (в течение первых 5 суток)
- нестабильная стенокардия
- нарушение мозгового кровообращения (первые 3 мес.)
- синкопальные состояния без предварительного проведения ЭхоКГ и ХМТ
- критический аортальный стеноз, другие пороки с критическими нарушениями внутрисердечной гемодинамики
- внутрисердечный тромбоз
- аневризма сердца, аорты, др. сосудов при исходном АД выше 120/80 мм.рт.ст.
- диссекция аневризмы аорты
- ТЭЛА или инфаркт легкого (давностью до 3 мес)
- неконтролируемые желудочковые нарушения ритма Lawn III-IV
- частые эпизоды АВ-блокады II ст, АВ-блокада III ст.
- сердечная недостаточность III, IV ФК по NYHA
- неконтролируемая артериальная гипертензия (САД >200 мм рт. ст, ДАД >110 мм рт. ст., для ранних проб >160/110)
- тромбозы любой локализации (первые 3 мес)

-стеноз ствола левой коронарной артерии более 50% или стеноз первого сегмента трех сосудов

- острый миокардит, перикардит, эндокардит (первые 3 мес.)
- пациент неконтактный, неадекватно оценивает происходящее

**Относительные противопоказания к ВЭМП:**

- ОНМК или инсульт в анамнезе при исходном АД выше 120/80 мм рт. ст.
- гемодинамически значимые (некритические) пороки сердца
- аневризма сердца и сосудов
- желудочковые нарушения ритма высоких градаций на фоне терапии
- эпизоды АВ-блокады II ст.
- СН II-III ФК по NYHA, субкомпенсация
- исходная ЧСС выше 110 уд. в мин. (для ранних проб > 90 уд. в мин.)
- анемия
- декомпенсация нарушений углеводного обмена
- лихорадка любого генеза, явления ОРВИ
- выраженная артропатия, иные внесердечные причины, препятствующие нагрузке
- электролитные нарушения

**Нецелесообразно проводить нагрузочный тест**

у пациентов с исходными изменениями ЭКГ, при которых *невозможна интерпретация конечной части желудочкового комплекса*: полная блокада левой ножки пучка Гиса, WPW-синдром, гипертрофия ЛЖ с признаками систолической перегрузки, исходная депрессия/элевация сегмента ST более 1 мм, ритм ЭКС с желудочковой стимуляцией и др.

Результаты исследования часто оказываются ложноположительными у пациентов с нарушениями электролитного состава и при лечении сердечными гликозидами.

**Виды ВЭМП в зависимости от цели исследования:**

1) субмаксимальный и максимальный диагностические тесты;

2) тест на толерантность к физической нагрузке у пациентов в периоде ранней медицинской реабилитации после реваскуляризирующих операциях на сердце, раннем подостром периоде ИМ для определения программы реабилитации (уровень нагрузки лимитирован достижением ЧСС 120 уд. в мин или 70% от максимальной частоты или мощностью нагрузки 100 Вт в течение 3 мин);

3) провокационный тест, для выявления скрытых нарушений ритма;

4) многоцелевой тест (1,2), (2, 3) с выбором приоритетной цели.

При субмаксимальном нагрузочном тесте достигнутая ЧСС должна составлять от 75% до 90 % от максимального пульса (чаще 75%). При максимальном нагрузочном тесте достигнутая ЧСС должна составлять 100 % от максимального пульса. Общепринята формула определения максимального пульса:  $ЧСС_{max} = 220 - \text{возраст больного}$ . По данным американской коллегии кардиологии и американской ассоциации сердца (АСС/АНА) в формулу правомерно ввести поправку:  $ЧСС_{max} = 220 - \text{возраст} + 12 \text{ ударов}$ .

Существуют таблицы для определения необходимой ЧСС.

Т а б л и ц а 3 — Частота сердечных сокращений при разных уровнях потребления кислорода (Andersen K. и соавт., 1971), рекомендованная ВОЗ

% от максимальной ЧСС	Возраст									
	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж	м	ж
	ЧСС в минуту									
75	160	166	155	149	151	153	144	144	139	140
100	195	198	187	189	178	179	170	172	162	163

### **Типы нагрузок:**

- 1) непрерывные одноступенчатые;
- 2) многоступенчатые с возрастающей мощностью нагрузки и паузами отдыха между ступенями (прерывистые);
- 3) ступенчатые непрерывно-возрастающие;
- 4) непрерывно-возрастающие типа «рэмпы» (наклон), при которых нагрузка возрастает каждые 20, 15 или 12 сек на 5 Вт, т.е. на 15, 20, 25 Вт/мин;
- 5) стохастические (рисунок 1).

Более стандартизированными являются пробы в режиме ступенчатого возрастания нагрузки без перерывов на отдых (ступенчатая, непрерывно-возрастающая) с длительностью каждой ступени 3 минуты. Оптимальная общая продолжительность нагрузки - 9 мин, в исключительных случаях, при высокой физической работоспособности, она может быть увеличена до 12 минут. При правильно выбранной мощности 1-ой ступени к исходу 9-ой минуты достигается запланированная ЧСС без переутомления, которое может закончиться коллапсом.

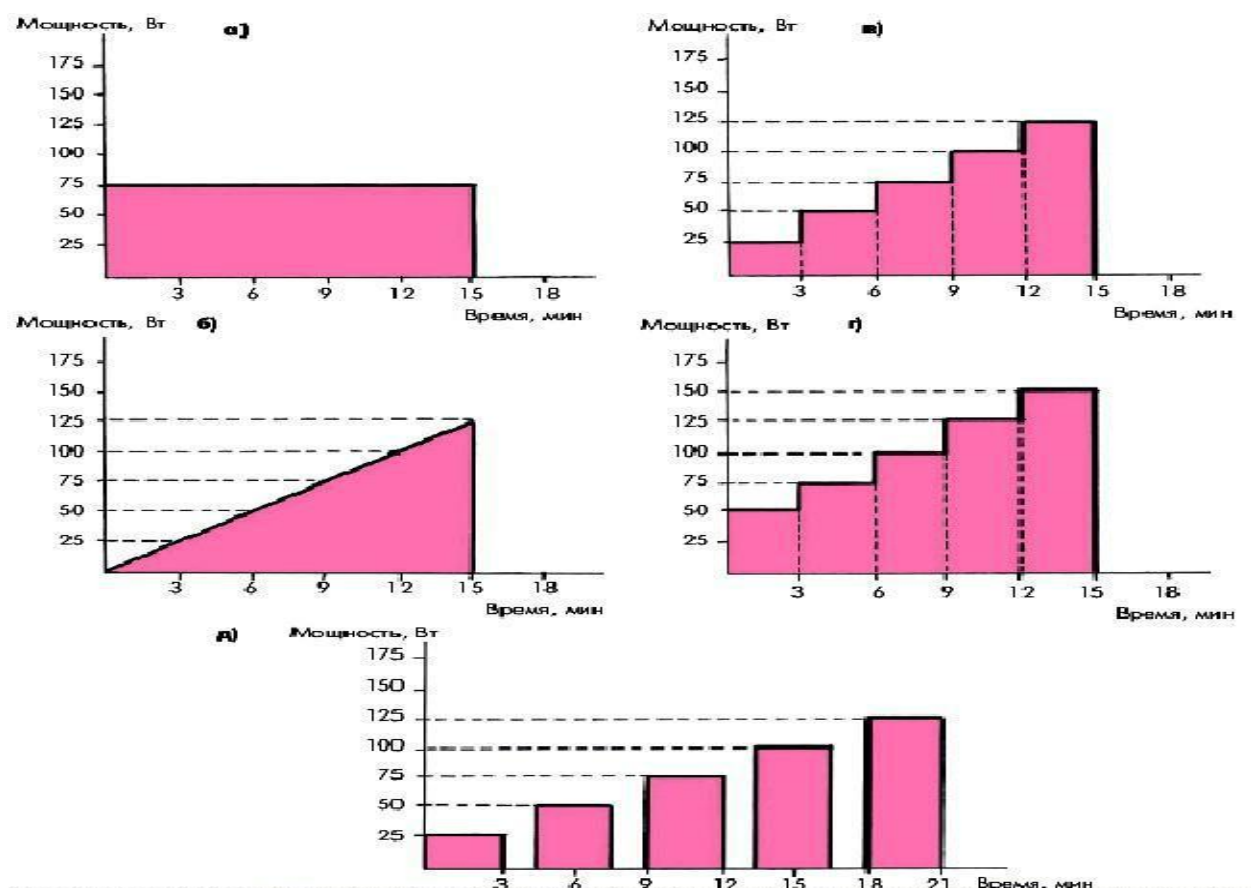


Рисунок 1. — Типы нагрузок: а) непрерывные одноступенчатые; б) непрерывно-возрастающие типа «рэмп» (наклон); в) ступенчатые непрерывно-возрастающие; г) ступенчатые непрерывно-возрастающие; д) многоступенчатые с возрастающей мощностью нагрузки и паузами отдыха между ступенями (прерывистые).

Выполняемая в единицу времени работа, называется мощностью, единицей измерения является 1кг/м/мин или 1Вт (1 Вт= 6 кг/м/мин)

### Отведения ЭКГ

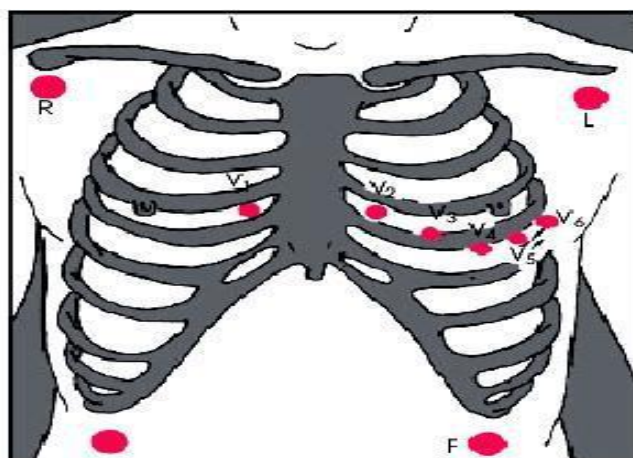


Рисунок 2. — Расположение электродов при проведении ВЭМП

Обычно используют 12 отведений (модифицированные отведения Mason-Likar), при этом электроды с рук располагают по возможности как можно ближе к плечам (или на область ключиц), а электроды с ног – ниже пупка на область подвздошных костей, или в поясничной области, или на спину в области угла лопаток. Грудные электроды (V1-V6) располагаются стандартно (как при электрокардиографии) (рисунок 2).

### **Подготовка пациента к исследованию**

#### **Рекомендации по медикаментозным препаратам**

Для оценки коронарного резерва необходима отмена антиангинальных препаратов: пролонгированные нитраты за 12-24 ч, антагонисты кальция -24 ч, б-блокаторы - постепенная отмена за 4 дня с полным прекращением приема за 24 ч. до исследования, мочегонные препараты - за 48 ч, сердечные гликозиды за 5-7 дней, нитроглицерин – за 2ч.

При проведении ранних проб (в подострый период инфаркта миокарда, в период ранней медицинской реабилитации после реваскуляризирующих операций на сердце) отмена антиангинальных препаратов не проводится.

#### **Рекомендации по режиму пациента**

1. Пациент не должен курить, пить кофе, крепкий чай, по крайней мере, за 2-3 часа до проведения пробы.
2. В день исследования должны отсутствовать интенсивные физические нагрузки.
3. Проведение пробы рекомендуется в удобной для физических упражнений одежде и обуви.

#### **Необходимые условия для проведения проб с физической нагрузкой**

1. Письменное согласие пациента.
2. Наличие ЭКГ давностью до 10 суток и ЭКГ зарегистрированной непосредственно перед проведением пробы с ФН («свежая» ЭКГ), при появлении новых изменений тест откладывается.
3. ВЭМ проводится в первой половине дня в хорошо проветриваемом помещении (t воздуха 20-23 градуса).
4. Соответствующее оснащение кабинета.

#### **Кабинет ВЭМ должен быть оснащен:**

1. Нагрузочной рабочей станция (компьютерная система) с велоэргометром,
2. Оборудованием и набором медикаментов для оказания неотложной помощи и реанимации: дефибриллятор, воздуховоды, мешок Амбу, шприцы, система для в/в введения медикаментов; нашатырный спирт; таблетированные препараты: нитроглицерин, каптоприл, анаприлин, верапамил; инъекционные препараты адреналин, атропин, лидокаин, амиодарон, анальгин, физиологический раствор

3. Кушеткой

4. Прибором для измерения АД

### **Этапы проведения пробы**

- 1) Изучение врачом медицинской документации пациента с целью определения показаний и противопоказаний к исследованию;
- 2) Опрос пациента (жалобы пациента, анамнез заболевания, касающийся показаний и противопоказаний к исследованию);
- 3) Регистрация ЭКГ покоя (сравнение с ЭКГ- архивом пациента) и измерение АД;
- 4) Разъяснение пациенту методики исследования;
- 5) Прикрепление ЭКГ- электродов, чаще 12 отведений (модифицированные отведения Mason-Likar);
- 6) Проведение нагрузочной пробы;
- 7) В восстановительном периоде наблюдение за пациентом клиническое ЭКГ- мониторинг, измерение АД до возвращения показателей к исходным данным, но не менее 5-6 минут.

### **Технология проведения пробы**

Чаще применяется ступенчатый, непрерывно возрастающий тип нагрузок.

1. Перед пробой пациенту детально описывают порядок проведения пробы и предлагают сообщать о всех изменениях самочувствия.

2. Протокол проведения теста определяется целью исследования и физической тренированностью пациента. Продолжительность каждой ступени обычно 3 минуты. При проведении диагностического теста на наличие ИБС, "классической" является мощность 1 ступени 50 w с повышением каждой следующей нагрузки на 50 w до появления критериев остановки теста. При проведении теста с целью определения толерантности к физической нагрузке у пациентов после реваскуляризирующих операций на сердце в период ранней медицинской реабилитации и в раннем подостром периоде ИМ, используют протокол с мощностью первой ступени 25 w с постепенным увеличением мощности каждые 3 мин. на 25 w до появления критериев остановки теста; выполнение нагрузки более 100 Вт не предлагается.

3. Педальирование проводится со скоростью 60 оборотов в минуту (как наиболее физиологичное и стандартизированное).

4. Измерение АД желательно проводить ежеминутно и обязательно в конце каждой ступени нагрузки, не прекращая процесса педальирования.

5. После пробы пациентам необходимо продолжить педальирование с малой мощностью не менее 1 минуты. Эта мера безопасности направлена на предупреждение коллапса (рисунок 3).

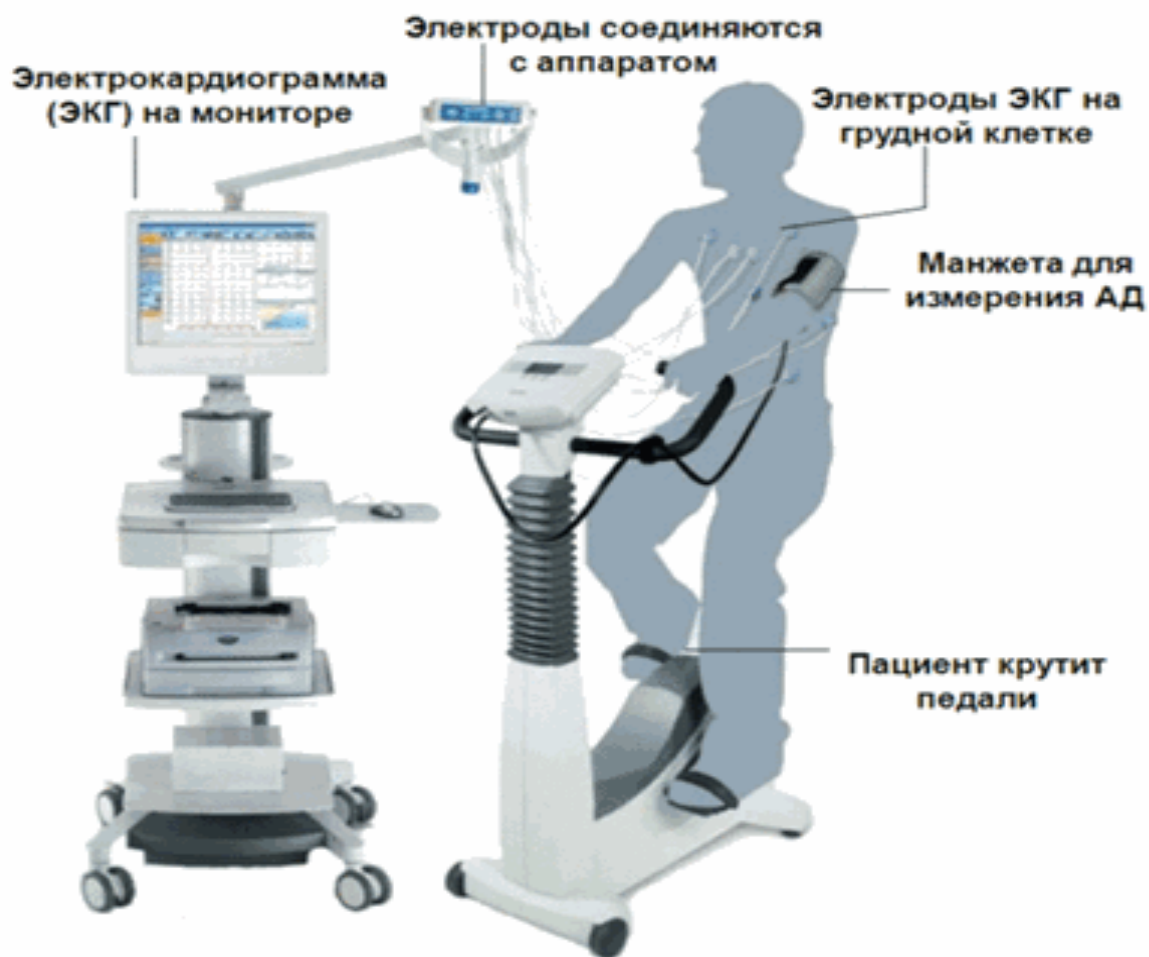


Рисунок 3. — Техника проведения ВЭМ пробы

### **Критерии прекращения нагрузочных проб**

#### **Клинические:**

- Приступ загрудинной боли.
- Выраженная одышка или удушье.
- Падение систолического давления на 10-20 мм.рт.ст
- Повышение артериального давления выше 230/120 мм рт.ст. (для ранних проб 200/110).
- Симптомы со стороны ЦНС (нарушение координации движений, головокружение, бледность, тошнота).
- Признаки недостаточной периферической перфузии (интенсивные боли в икроножных мышцах).
- Появление резкой слабости и утомления пациента.
- Отказ пациента от продолжения пробы.

#### **Электрокардиографические:**

1. Достижение субмаксимальной ЧСС (для ранних проб достижение 120 уд. в мин.).
2. Горизонтальная, косонисходящая или корытообразная (провисающая) депрессия сегмента ST на 1мм и более от исходного уровня.



3. Подъем сегмента  $ST \geq 1$  мм в любом из отведений за исключением V1-V2, где патологической элевацией считают подъем более 2 мм.

4. Частые (1:10 или 4:40) экстрасистолы и другие нарушения возбудимости миокарда, парные, полифокусные, ранние экстрасистолы; пароксизмальные тахикардии, трепетание и мерцание предсердий.

6. Возникновение во время пробы любых нарушений проводимости, а также усугубление степени атриовентрикулярной или внутрижелудочковой проводимости, существовавшей до начала теста.

7. Технические трудности в регистрации ЭКГ, связанные с влиянием дыхания на запись или поломкой аппаратуры.

#### ***Общие правила оценки – смещения сегмента ST на ЭКГ***

- Изменения оцениваются не менее чем по трем последовательным QRS, которые должны быть расположены на стабильной изолинии.
- Наличие амплитуды зубца R более 5 мм в отведениях от конечностей и более 7 мм в грудных отведениях.
- Уровень смещения ST оценивается относительно PQ-сегмента.
- Точкой для измерения депрессии сегмента ST считается точка *i* (ischemia), расположенная на 60-80 мсек (в зависимости от ЧСС) от точки J.
- При **исходной депрессии** сегмента ST патологической считается **дополнительная** к исходной депрессия точки *i* (ischemia) не менее чем на 1 мм.
- При **исходном подъеме** точки J на ЭКГ покоя депрессия сегмента ST оценивается не от его исходного уровня, а от *уровня сегмента PQ или PR (от места соединения сегмента PQ с зубцом Q или с зубцом R), т.е. от изолинии* (рисунок 4).



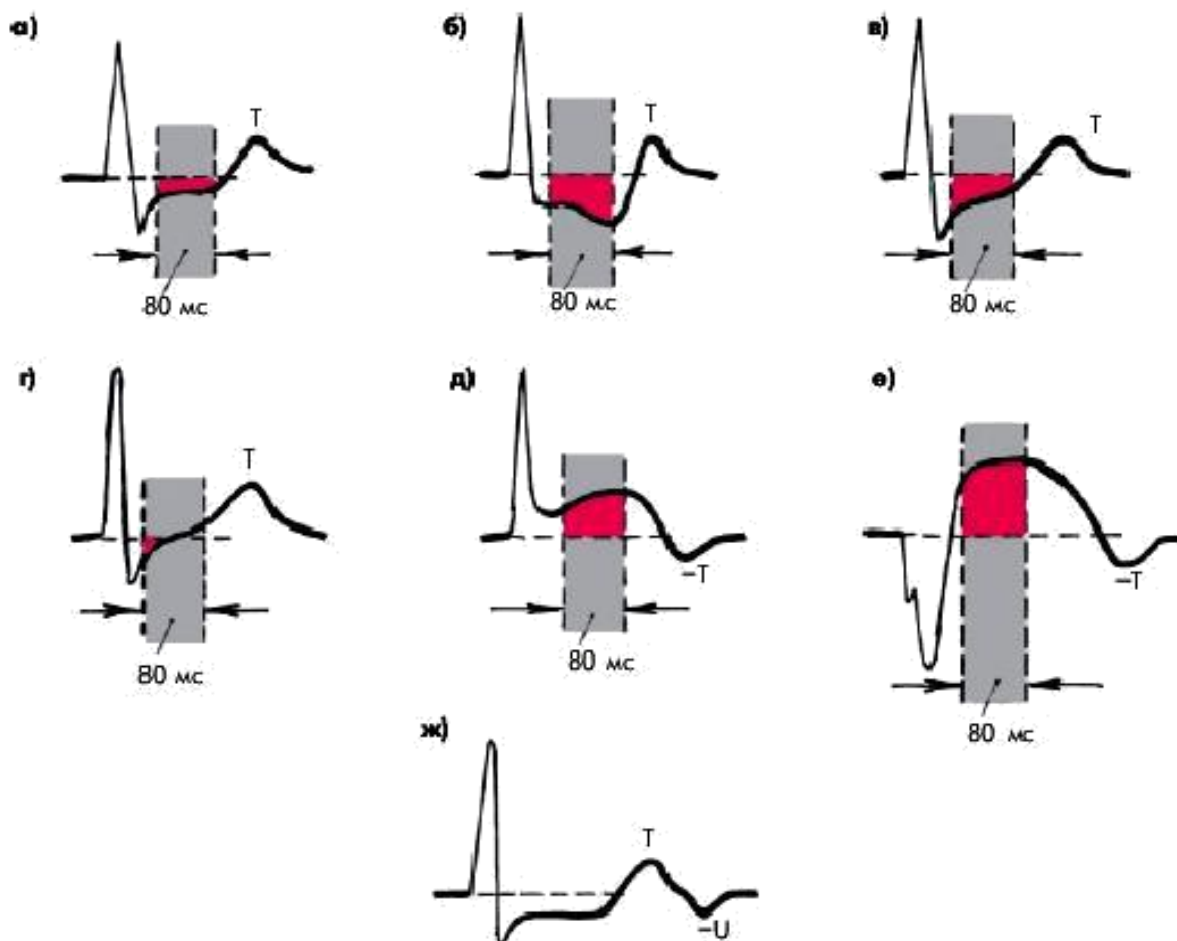


Рисунок 4. — Смещение сегмента ST на ЭКГ

### Варианты заключений по протоколу ВЭМ у больных ИБС

#### I. *Тест положительный:*

- ишемическая девиация сегмента ST без ангинозной боли;
- ишемическая девиация сегмента ST+ ангинозный приступ;

II. *Тест отрицательный:* достижение намеченной (субмаксимальной, максимальной) ЧСС без ангинозной боли и ЭКГ - признаков транзиторной ишемии миокарда.

#### III. *Тест сомнительный:*

- прекращение нагрузки вследствие ангинозной или атипичной боли в груди без ишемических смещений сегмента ST
- пробы, прекращенные вследствие появления нарушений ритма и проводимости;
- пробы, прекращенные вследствие снижения систолического АД;
- пробы с депрессией ST-сегмента в точке i меньше чем -1.0 мм.

IV. *Тест незавершенный или неинформативный:* пациент не смог достичь субмаксимальной ЧСС, так как тест был прекращен по причинам, не связанным изменениями сердечно-сосудистой системы.

## Оценка функционального класса стенокардии

Т а б л и ц а 4 — Функциональные классы у больных ИБС со стенокардией по данным ВЭМ (Д.М. Аронов и др.)

Функциональные классы	I	II	III	IV
Двойное произведение	$\geq 278$ ед.	218-277 ед.	151-217 ед.	$\leq 150$ ед.
Пороговая мощность	$> 125$ W	75-100 W	50-75 W	$< 50$ W
МПК в МЕТ-ах	$\geq 7$	4, 0 - 6, 9	2,0 - 3,9	$< 2$

**Пороговая мощность** нагрузки — это мощность последней ступени нагрузки при условии **продолжительности её не менее 1 мин.**

Двойное произведение (ДП), или индекса Робинсона рассчитывается по формуле:  $ДП = (АД \text{ систолическое последней ступени} \times ЧСС \text{ последней ступени})/100$ . Результат отражается в условных единицах. У здоровых мужчин этот индекс равен 290-310 единиц.

**Оценка толерантности к физической нагрузке (ТФН).** ТФН - способность переносить физическую нагрузку. Определяется количеством **потребленного кислорода пациентом**. Удобно выражать потребление кислорода в единицах, кратных потреблению кислорода в условиях покоя. **Метаболический эквивалент (МЕТ)** – это потребляемое организмом количество кислорода в состоянии покоя, равное 3,5 мл  $O_2$  на 1 кг массы тела в мину-ту ( $мл \times кг^{-1} \times мин^{-1}$ ).

О ТФН так же судят по **максимальной мощности** освоенной нагрузки. **Мощность** – это работа, выполненная в единицу времени. Единицей измерения мощности является **Ваты (Вт)** ( $1 \text{ Вт} = 6 \text{ кг/м/мин}$ )

Толерантность к ФН зависит: от возраста (обратно пропорциональна возрасту), пола (у мужчин выше), массы тела (прямо пропорциональна весу, при условии увеличении веса за счет мышечной массы, а не за счет ожирения), физической тренированности.

Т а б л и ц а 5 — Таблица для ориентировочного определения ТФН у нетренированных лиц, без учета веса и роста

ТФН	мужчины	женщины
высокая	$>150$	$>125$

средняя	100<150	75-<125
низкая	75 и менее	50 и менее

При использовании для оценки физической работоспособности единиц измерения - МЕТ, ТФН оценивается следующим образом:

низкая при мощности освоенной нагрузки до 3.9 МЕТ

средняя при мощности освоенной нагрузки 4-6.9 МЕТ

высокая при мощности освоенной нагрузки 7-9,9 МЕТ

очень высокая при мощности освоенной нагрузки более 10 МЕТ

### **Оценка реакции АД на нагрузку**

1. **Нормотонический тип:** прирост АД систолического на 70 - 75 мм.рт.ст., незначительно сниженное или остающееся на исходном уровне АД диастолическое.

2. **Гипертонический тип:** прирост АД систолического более чем на 70-75 мм.рт.ст., нередко систолическое давление превышает 220 мм.рт.ст., особенно при выполнении нагрузок низкой и средней мощности. Повышение диастолического давления выше исходного уровня на 10-20 мм рт.ст. или в абсолютных цифрах больше 95 мм.рт.ст

3. **Гипотонический тип:** незначительный прирост, отсутствие прироста или снижение систолического АД, диастолическое АД изменяется минимально (чаще незначительно повышается); прирост пульсового АД меньше 15% от исходного пульсового АД; прирост ЧСС выше адекватного.

4. **Дистонический тип:** ведущий признак - большое пульсовое давление. Прирост АД систолического, характерный для гипертонического типа, с достижением цифр 220-230 мм.рт.ст. и значительное снижение диастолического давления, ниже 40 мм.рт.ст., иногда до нулевого значения - «феномен бесконечного тона».

### **Высокий риск осложнения ИБС по данным нагрузочного тестирования:**

- 1) неспособность достижения ЧСС >120 уд. в мин.,
- 2) депрессия сегмента ST горизонтального типа более 2 мм,
- 3) депрессия сегмента ST более чем в двух отведениях,
- 4) сохранение депрессии сегмента ST в течение 6 мин. после прекращения нагрузки,
- 5) САД при нагрузке не меняется или снижается,
- 6) подъем сегмента ST в отведениях, в которых нет патологического зубца Q,
- 7) возникновение желудочковой тахикардии или нарушений ритма высоких градаций

### **Ранняя ВЭМП**

Проводится в раннем подостром периоде инфаркта миокарда, периоде ранней медицинской реабилитации после реваскуляризирующих операций на сердце.

**Показания:**

- 1) разработка программы реабилитации
- 2) оценка эффективности лечения
- 3) оценка прогноза
- 4) выявление показаний для реваскуляризации миокарда в дальнейшем

Исследование проводится **на фоне медикаментозной терапии** после стабилизации состояния, верифицированной клиническими, ЭКГ, ЭХО-КГ, лабораторными данными с учетом общих противопоказаний для ЭКГ- проб с физической нагрузкой.

Для пациентов с ИМ после чрескожных коронарных вмешательств нагрузочные тесты проводятся:

при ИМ КТ I не ранее 6-8 суток

при ИМ КТ II не ранее 8-9 суток

при ИМ КТ III целесообразность НП и сроки проведения подбираются индивидуально.

**Протокол проведения ранней ВЭМП:**

1-ая ступень -25 Вт– 3 мин

2-ая ступень -50 Вт 3 мин

3-я ступень - 75 Вт 3 мин

4-ая ступень -100 Вт 3 мин

**Критерии прекращения раннего ВЭМ-теста**

-достижение ЧСС 120 уд. в мин. или 70 % от субмаксимальной ЧСС

-выполнение нагрузки 100 Вт в течении 3 мин

- повышение АД 200/110 мм рт.ст и более

-общие критерии прекращения нагрузочных проб

**При ранней ВЭМП оценивают только толерантность к физической нагрузке для выбора оптимального протокола реабилитации**

**Парная велоэргометрия**

Обе части теста проводятся в один день. Первая часть проводится на фоне отмены терапии. После прекращения теста по ЭКГ или клиническим критериям, пациент принимает исследуемый препарат и на фоне его максимального действия проводится вторая часть пробы в том же режиме. Для стенокардии **разовая доза медикамента** считается **эффективной**, если после её приема **время** до появления признаков ишемических признаков прекращения пробы увеличилось **на 2 минуты и более**.

**ТРЕДМИЛ-ТЕСТ**

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 энергозатраты организма при выполнении работы.

Показания, противопоказания и подготовка пациента, критерии прекращения и оценки теста такие же как при проведении ВЭМП, из особенностей – оценка ТФН и функционального класса стабильной стенокардии в МЕТах.

Для пациентов с предполагаемой хорошей переносимостью нагрузки используется протокол R. Bruce с быстрым темпом прироста скорости движения дорожки и угла наклона. Этот протокол может использоваться у здоровых лиц и пациентов в возрасте до 75 лет при отсутствии значимой сопутствующей патологии. Если есть сомнения в возможности удачного завершения теста, включая одно из относительных противопоказаний к тестированию, лучше использовать модифицированный протокол R. Bruce (Mod. Bruce). При использовании этого протокола нагрузка на первых ступенях нарастает более медленно. Протоколы J. Naughton и B. Balke используются для тестирования пациентов с очень низкой ТФН и/или пациентов с недостаточностью кровообращения.

Т а б л и ц а 6 — Протокол Bruce

Ступень	Скорость, км/ч	Угол подъема, %	продолжительность, мин
1	2,7	10	3
2	4,0	12	3
3	5,5	14	3
4	6,8	16	3
5	8,0	18	3
6	8,8	20	3

При использовании протокола Bruce – модифицированный осуществляется более медленное нарастание нагрузки на первых 3 ступенях. Основанием для его использования является предположение врача о толерантности к физической нагрузке у пациента ниже высокого уровня. Этот протокол так же используется для пациентов в реабилитационном периоде после ИМ, реваскуляризирующих операциях на сердце (не более 4 ступеней теста или 5 МЕТ).

Т а б л и ц а 7 — Протокол модифицированный R. Bruce (MOD BRUCE)

Ступень	Скорость, км/ч	Угол подъема, %	продолжительность, мин
1	2,7	0	3

<b>2</b>	2,7	5	3
<b>3</b>	2,7	10	3
<b>4</b>	4,0	12	3
<b>5</b>	5,4	14	3
<b>6</b>	6,7	16	3
<b>7</b>	8,0	18	3
<b>8</b>	8,8	20	3
<b>9</b>	9,6	22	3

Т а б л и ц а 8 — Пороговые значения толерантности к физической нагрузке

<b>Mets</b>	<b>Толерантность</b>
до 3.9	низкая
4.0-6.9	средняя
7.0-9.9	высокая
более 10.0	очень высокая

Т а б л и ц а 9 — Таблица для определения функционального класса стенокардии в случае положительного теста

<b>ФК</b>	<b>Мет ед.</b>
I	>7
II	4-7
III	2-3.9
IV	<2

**Понятия чувствительности и специфичности** определяют насколько эффективно метод позволяет отдифференцировать больных лиц от здоровых, то есть — насколько точно используемый метод позволяет выявить болезнь. **Чувствительность** — процент тех лиц с установленной при проведении коронарографии ИБС у которых тест оказался положительным (выявил патологическую реакцию). **Специфичность** — процент тех здоровых лиц, у кого тест оказался отрицательным (не выявил патологических реакций).

На специфичность влияют такие факторы, как прием дигоксина, гипертрофия левого желудочка, исходные изменения ЭКГ покоя и пол обследуемых.

Мета-анализ 147 опубликованных исследований, включавший 24074 пациентов, которые перенесли и КАГ и НП, показал широкую вариабельность параметров **чувствительности** и **специфичности** со средними показателями **68%±16%** и **77%±17%**, соответственно, при этом считается, что тредмил и ВЭМ обладают одинаковыми показателями чувствительности и специфичности.

### **Фармакологические пробы**

Функциональные пробы с применением фармакологических средств подразделяют на две группы: провокационные и разрешающие. Провокационные фармакологические пробы по своей сути близки к пробам с физической, психоэмоциональной нагрузками, чреспищеводной стимуляцией сердца. Нарушая функциональное равновесие сердечно-сосудистой системы, они провоцируют скрытую коронарную недостаточность или способствуют уточнению ее характера. Разрешающие фармакологические пробы направлены на устранение существующего дисбаланса между регулирующими системами и пораженным органом. Вследствие этого под влиянием разрешающего фактора временно устраняются или улучшаются исследуемые функции системы. Такие пробы безопасны, хотя и уступают по своей диагностической ценности другим пробам. К разрешающим фармакологическим пробам в кардиологии относятся нитроглицериновая, атропиновая, фентоламинавая (реджетиновая) пробы, пробы с пропранололом, хлористым калием, фуросемидом, каптоприлом; в пульмонологии — пробы с бета-миметиками и холинолитиками короткого действия.

Провоцирующие фармакологические ЭКГ-пробы в кардиологии показаны в тех случаях, когда нет возможности проводить пробу с физической нагрузкой, например, при поражении опорно-двигательного аппарата, детренированности пациента, сопутствующей легочной патологии, а также для диагностики вариантной формы стенокардии. Оценка результатов как при пробе с физической нагрузкой.

#### **Противопоказания:**

—

— индивидуальные с учетом противопоказаний для фармакологического препарата

б Подготовка пациента для проведения провоцирующих фармакологических проб: за 1–2 сут (4 периода полувыведения) до исследования отменяются кардиотропные препараты (адреноблокаторы, антагонисты кальция, нитраты пролонгированного действия, мочегонные, антиаритмики) и продукты, содержащие кофеин и ксантин.

#### **Проба с добутамином**

Добутамин — синтетический катехоламин, рацемическая смесь L и D-изомеров, является стимулятором  $\beta_1$ -,  $\beta_2$ - и  $\alpha_1$ -рецепторов, период полувыведения составляет 2 мин, постоянный уровень в крови поддерживается непрерывной инфузией, метаболизируется в печени до глюкуроновых соединений 3-О-метилдобутамина, экскреция с мочой и калом.

Результаты воздействия добутамина зависят от дозы: — **5–10–15 мкг/кг/мин** (малые дозы) — стимулирует преимущественно  **$\beta_1$ -адренорецепторы** (активация аденилатциклазы и увеличение синтеза цАМФ, что приводит к уменьшению внутрижелудочкового давления и давления заклинивания в легочных капиллярах, снижению резистентности сосудов малого круга, увеличению ударного объема, вызывая положительный инотропный эффект миокарда, при этом соотношение

р  
у  
ю

«доставка/потребление кислорода миокардом» остается в динамическом равновесии (у больных с сохраненной жизнеспособностью миокарда);

**16 – 20** и более мкг/кг/мин (средние и большие дозы) — стимулирует  **$\beta$ 2- и  $\alpha$ 1-адренорецепторы**, что приводит к активации автономной нервной системы (увеличению автоматизма синусового узла, атрио-вентрикулярной и внутрижелудочковой проводимости) и вызывает положительный хронотропный (увеличение ЧСС, АД) и положительный дромотропный эффекты с последующим уменьшением миокардиального кровотока и соотношения «эндокардиальный/эпикардиальный кровоток» в зоне стенозированной КА (ишемии)

Инфузия добутамина начинается (с помощью автоматического инфузомата) с 5 мкг/кг/мин (1-я ступень) с последующим увеличением дозы на 5 мкг/кг/мин через каждые 3 мин (10 мкг/кг/мин — 2-я ступень, 15 мкг/кг/мин — 3-я, 20 мкг/кг/мин — 4-я, 25 мкг/кг/мин — 5-я, 30 мкг/кг/мин — 6-я, 35 мкг/кг/мин — 7-я, 40 мкг/кг/мин — 8-я). При введении добутамина обязателен непрерывный контроль АД, ЧСС, ЭКГ. В случае отсутствия прироста ЧСС до субмаксимального уровня на 7–8-й ступени пробы (35–40 мкг/кг/мин) рекомендуется внутривенное дробное введение до 1,0 мг атропина. Специфических антидотов к добутамину нет. Для уменьшения эффектов этого препарата проводится симптоматическая внутривенная терапия (бета-блокаторы и др).

**Критерии прекращения:** введения добутамина: достижения максимальной дозы 30–40 мкг/кг/мин, субмаксимальной ЧСС (по таблицам для ДФН), появление явных признаков ишемии миокарда или выраженных побочных явлений (желудочковой тахикардии, тошноты, тремора рук, артериальной гипертензии). Все побочные эффекты, как правило, проходят самостоятельно с прекращением введения препарата.

#### **Возможные осложнения добутаминовой пробы**

1. Вегетативно-сосудистые реакции (ощущение жара, прилива, головная боль, парестезии, тошнота, дрожь, покраснение кожи лица) - 20–33% случаев (не приводят к прекращению пробы).

2. Аритмии (частые суправентрикулярные и желудочковые экстрасистолы, в том числе и короткие пароксизмы за счет увеличения автоматизма синусового узла, атриовентрикулярной и внутрижелудочковой проводимости) - 10–14% случаев. Единичные экстрасистолы регистрируются в 80–90% исследований

3. Гипотония встречается в примерно 22–35% случаев вследствие выраженных вазовагусных влияний, а также при многососудистом поражении КА.

4. Фатальные осложнения (фибрилляция желудочков, инфаркт миокарда могут возникать в период до 20 мин после прекращения внутривенного введения добутамина) встречаются в 1 случае на 2000 исследований (Geleijnse M.L., 1997).

Критерии оценки пробы: идентичны пробе с дозированной физической нагрузкой (ДФН).

Чувствительность пробы с использованием ЭКГ составляет 25 %, специфичность – 94 %.

#### **Проба с дипиридамолом**



Дипиридамо́л - конкурентный ингибитор аденозиндезаминазы приводит к повышению аденозина – естественного регулятора сосудистого тонуса, вызывающего мощную дилатацию коронарных артерий за счет торможения внутриклеточного транспорта ионов кальция. Это приводит к выраженному увеличению кровотока на участках миокарда с непораженными коронарными сосудами и к относительному уменьшению кровотока в бассейне пораженных артерий (так называемый **феномен «обкрадывания»**). Феномен «межкоронарного обкрадывания» является не единственным механизмом возникновения ишемии: в ответ на чрезмерную вазодилатацию активируется симпатoadреналовая система, что сопровождается повышением потребности миокарда в кислороде и спазмом проксимальных участков коронарных артерий.

Дипиридамо́л (синоним - курантил, персантил) вводят в суммарной дозе из расчета 0,75 мг на 1 кг массы тела, что для обследуемого массой 70 кг составляет около 10 мл 0,5%-го раствора. Расчетную дозу препарата набирают в 20-мл шприц и добавляют физ. раствор до объема 20 мл. Приготовленный раствор вводят внутривенно в течение 5 мин (4 мл в мин).

Если проявляются ангинозная боль или изменения ЭКГ ишемического типа, дальнейшее введение препарата следует прекратить. Дипиридамоловую пробу проводят под контролем ЭКГ при непрерывном мониторинговании. Критериями положительной пробы являются депрессия сегмента ST на ЭКГ и появление приступа стенокардии. Положительная проба с дипиридамолом, как правило, указывает на наличие у больного стенозирующего коронарного атеросклероза.

Проба обычно переносится хорошо, иногда во время ее проведения возможно головокружение. Если при проведении пробы возникает приступ стенокардии, который не удастся быстро купировать нитроглицерином, или отмечаются стойкие изменения ЭКГ, то благоприятный эффект отмечается под влиянием эуфиллина - физиологического антагониста дипиридамола. Эуфиллин (2,4% 10 мл) вводят внутривенно медленно (в течение 2-3 минут). Под влиянием эуфиллина обычно полностью купируются боли и устраняются изменения ЭКГ, вызванные дипиридамолом.

Критерии оценки аналогичны пробе с ДФН. Чувствительность пробы от 63 до 75 %, специфичность от 78 до 95 % (чувствительность пробы выше у женщин, специфичность – у мужчин).

#### **Атропиновая проба**

Проба предназначена для выявления особенностей вегетативной (главным образом парасимпатической) регуляции сердечно-сосудистой системы.

Задача: вызвать периферическую блокаду вагусных влияний на сердце, что может внести некоторую ясность в генез нарушений ритма и проводимости.

В связи с этим проба с атропином **показана** пациентам с дисфункцией синусового узла, нарушениями атриовентрикулярной проводимости, синдромами предвозбуждения желудочков, суправентрикулярной экстрасистолией.

**Противопоказания:** детский возраст, высокая степень миопии, глаукома, синусовая и эктопическая тахикардии, желудочковая экстрасистолия высоких градаций по Lown.

Кроме того, больного необходимо предупредить о возможности появления у него побочных эффектов в виде сонливости, гиперемии лица, сухости во рту.

Врачу следует помнить о возможности появления на ЭКГ атриовентрикулярной диссоциации, тахикардии.

**Методика:** атропин вводится внутривенно в дозе 0,02 мг/кг массы тела больного в виде 0,1 %-го раствора в 4 мл физраствора. ЭКГ регистрируют до введения препарата и через 1, 3 мин. и далее через каждые 5 мин. до возвращения к исходным данным (пик эффекта через 2-3 мин).

**Оценка результатов:** при подозрении на **синдром слабости синусового узла** проба считается отрицательной, если ЧСС возрастает до 90 уд./мин и/или более на 30 % и более от исходного уровня, проба положительная, если учащение ЧСС менее 90 уд./мин или менее 30 % от исходного уровня, либо учащение ЧСС происходит за счет эктопического очага с ЧСС менее 90 уд. в мин, либо развивается синоатриальная блокада 2-й степени, либо остановка синусового узла.

Если в процессе проведения пробы исчезает **атриовентрикулярная блокада** или уменьшается её степень, это говорит о её нестойкости (функциональном характере) и благоприятном прогнозе.

**При синдромах WPW и Махайма** в 30–50 % случаев после введения атропина происходит временная (на несколько минут) нормализация комплекса QRST, что позволяет верифицировать возможные инфарктные либо ишемические изменения ЭКГ, ранее завуалированные деформацией комплекса QRS и сегмента ST, зубца Т.

Исчезновение **суправентрикулярной экстрасистолии** во время проведения пробы указывает на её функциональное (вагусзависимое) происхождение. Увеличение наибольшего предэктопического интервала при учащении ритма подскажет, что на ЭКГ имеет место парасистолия, и, наоборот, уменьшение предэктопического интервала при учащении ритма укажет на наличие экстрасистолии.

Чувствительность пробы составляет 60 %. Ложноположительные результаты чаще всего наблюдаются при синдроме тахикардии – брадикардии. Данная проба может применяться и в качестве превентивной для определения показаний и противопоказаний к назначению атропина и других холинолитиков в качестве неотложной или базисной терапии. Важно подчеркнуть, что отрицательная атропиновая проба не исключает наличия СССУ, поскольку введение атропина не устраняет компенсаторную гиперсимпатикотонию. Именно поэтому у большинства больных с СССУ наблюдается адекватный, хотя и не столь выраженный как у пациентов с ВДСУ, прирост ЧСС после атропинизации.

### **Проба с хлоридом калия**

Впервые **калиевую пробу** применили с целью дифференциальной диагностики органических и функциональных изменений в миокарде [Winkler et al., 1938]. В отечественной литературе первые сообщения принадлежат В. Н. Бриккер (1963) и Э. М. Шлясской (1965).

Проба иногда проводится пациентам с исходными нарушениями процессов реполяризации желудочков на ЭКГ чтобы отличить изменения на ЭКГ при ИБС от

изменений при других заболеваниях (миокардиодистрофия, дисгормональная кардиомиопатия и др.).

**Подготовка пациента:** за 3-4 дня до исследования не назначают (или отменяют, если применялись) препараты калия, мочегонные препараты, стероидные гормоны).

**Противопоказания:** выраженная сердечная недостаточность, атриовентрикулярная блокада, выраженная почечная патология с явлениями гиперкалиемии, заболевания желудочно-кишечного тракта, нарушения минерального обмена.

**Методика пробы:** пациенту натошак внутрь дают 6-8 г хлорида калия, растворенного в 100 мл воды (0,1 г/кг массы тела), ЭКГ регистрируют до приема препарата, через 45, 60, 90, 120 мин и 24 ч после приема препарата

**Интерпретация результатов:** улучшение процессов реполяризации (повышение вольтажа зубцов Т при их изоэлектричности, двухфазности или низком вольтаже, исчезновение экстрасистол) в некоторых случаях позволяет судить о значении метаболического фактора в генезе изменений ЭКГ и дифференцировать ИБС и некоронарогенные нарушения).

Однако следует помнить, что и отрицательный результат пробы не исключает «функционального» характера изменений на исходной ЭКГ (проба неспецифичная) и требует дальнейшего обследования больного. Кроме того, может отмечаться и парадоксальная реакция на препарат в виде усиления электронегативности зубца Т. Считается, что это чаще бывает на фоне «органического» происхождения негативного зубца Т.

**Возможные побочные явления при калиевой пробе:** чувство тошноты, рвота, боли в животе, диспепсические явления.

### **Практическая часть**

1. Законспектировать теоретический материал, демонстрируемый преподавателем;
2. Заполнить схемы и таблицы раздаточного материала;
3. Освоить методику решения задач по теме занятия;
4. Курировать пациента, совместно с преподавателем;
5. Расшифровать электрокардиограмму по теме занятия;

### **Контроль усвоения темы**

1. Решение ситуационных задач по индивидуальному заданию;
2. Решение индивидуальных тестовых заданий;
3. Расшифровка контрольной ЭКГ.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ СРС**

**Время, отведенное на самостоятельную работу, может использоваться студентами на:**

- подготовку к лекционным и практическим занятиям;
- подготовку к дифференцированному зачету по учебной дисциплине;
- проработку тем (вопросов), вынесенных на самостоятельное изучение;

- изучение тем и проблем, невыносимых на лекции и практические занятия;
- выполнение исследовательских и творческих заданий;
- подготовку тематических докладов, рефератов, презентаций;
- выполнение практических заданий;
- оформление информационных и демонстрационных материалов (стенды, плакаты, графики, таблицы, газеты и пр.).

#### **Основные формы организации СРС**

- написание и презентация реферата;
- выступление с докладом;
- изучение тем и проблем, не освещенных на лекциях и семинарских занятиях;
- компьютеризированное тестирование;
- изготовление дидактических материалов;
- подготовка и участие в активных формах обучения.

#### **Перечень заданий СРС:**

- выполнение тестовых заданий (ЭУМК «Основы функциональной диагностики»).

#### **Контроль СРС осуществляется в виде:**

- итогового занятия в форме устного собеседования, письменной работы, тестирования;
- контрольной работы;
- обсуждения рефератов;
- оценки устного ответа на вопрос, сообщения, доклада или решения ситуационной задачи на практических занятиях;
- проверки рефератов;
- индивидуальной беседы.

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ВЫПОЛНЕНИЮ УСРС**

#### **Рекомендуемыми формами организации УСРС являются:**

1. написание реферата на заданную тему;
2. подготовка мультимедийной презентации по заданной теме;

#### **Перечень заданий УСРС:**

Темы рефератов / мультимедийных презентаций: нет.

#### **Формы контроля выполнения УСРС:**

1. проверка и оценивание реферата по заданной теме;
2. проверка и оценивание мультимедийной презентации по заданной теме;
3. проверка и оценивание правильности решения ситуационных задач.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Мурашко, В. В. Электрокардиография : учеб. пособие / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. – 19-е изд. – Москва : МЕДпресс-информ, 2023. – 360 с. : ил.

2. Основы электрокардиостимуляции [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Е. Калинин, И. А. Сучков, Н. Д. Мжаванадзе [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 106 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970468876.html> – Дата доступа: 17.05.2024.

3. Руководство по электрокардиографии / В.Н. Орлов. — 10-е изд., испр. — Москва: ООО «Издательство «Медицинское информационное агентство», 2020. — 560 с.

4. Функциональная диагностика [Электронный ресурс] : нац. руководство / под ред. Н. Ф. Берестень, В. А. Сандрикова, С. И. Федоровой. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 784 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970466971.html> – Дата доступа: 17.05.2024.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Давей, П. Наглядная ЭКГ : [учеб. пособие для вузов] / Патрик Давей ; пер. с англ. под ред. М. В. Писарева. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 167 с.

2. Мурашко, В. В. Электрокардиография : учеб. пособие / В. В. Мурашко, А. В. Струтынский. – 19-е изд. – Москва : МЕДпресс-информ, 2023. – 360 с. : ил.

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Белялов, Ф. И. Аритмии сердца / Ф. И. Белялов. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 446 с.

2. Бобров, А. Л. Клинические нормы. Эхокардиография [Электронный ресурс] / Бобров А. Л. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 80 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970458938.html> – Дата доступа: 17.05.2024.

3. Клиническая электроэнцефалография. Фармако-электроэнцефалография [Электронный ресурс] / Неробкова Л. Н., Авакян Г. Г., Воронина Т. А., Авакян Г. Н. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 288 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970453711.html> – Дата доступа: 17.05.2024.

4. Корнелюк, И. В. Суправентрикулярные нарушения ритма сердца: основы диагностики и лечения : учеб.-метод. пособие / И. В. Корнелюк, Т. А. Гончарик, С. Е. Алексейчик ; Белорус. гос. мед. ун-т, 1-я каф. внутренних болезней. – Минск : БГМУ, 2023. – 48, [3] с. – Режим доступа: <https://rep.bsmu.by/handle/BSMU/40672>. – Дата доступа: 17.05.2024.

5. Корнелюк, Д. Г. Первая помощь : пособие для студентов учреждений высш. образования, обучающихся по специальностям 1-79 01 01 «Лечеб. дело», 1-79 01 04 «Мед.-диагност. дело», 1-79 01 05 «Мед.-психол. дело» / Д. Г. Корнелюк, Т. Г. Лакотко ; УО «Гродн. гос. мед. ун-т», 2-я каф. внутренних болезней. – Гродно : ГрГМУ, 2022. – 166 с. – Рек. УМО по высш. мед., фармацевт. образованию.

6. Круглов, В. А. Электрокардиограмма в практике врача [Электронный ресурс] : руководство / В. А. Круглов, М. Н. Дадашева, Р. В. Горенков. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 136 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970469026.html>. – Дата доступа: 17.05.2024.
7. Основы электрокардиографии : практикум / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Белорус. гос. мед. ун-т, Каф. пропедевтики внутренних болезней ; Э. А. Доценко [и др.]. – 4-е изд. – Минск : БГМУ, 2020. – 95, [1] с. – Режим доступа: <https://rep.bsmu.by/handle/BSMU/30121>. – Дата доступа: 17.05.2024.
8. Основы электрокардиостимуляции [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Е. Калинин, И. А. Сучков, Н. Д. Мжаванадзе [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 106 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970468876.html> – Дата доступа: 17.05.2024.
9. Саливончик, Д. П. Функциональная диагностика: тестовые задания : учеб.-метод. пособие для студентов 5 курса специальности 1-79 01 04 «Мед.-диагност. дело» / Д. П. Саливончик, Н. И. Корженевская, Е. В. Кухорева ; УО «Гомел. гос. мед. ун-т», Каф. внутренних болезней № 3 с курсом функциональной диагностики. – Электрон. текстовые дан. (объём 540 Kb). – Гомель : ГомГМУ, 2023. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 58 с.
10. Стручков, П. В. Спирометрия [Электронный ресурс] / Стручков П. В., Дроздов Д. В., Лукина О. Ф. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 112 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970464243.html> – Дата доступа: 17.05.2024.
11. Функциональная диагностика [Электронный ресурс] : нац. руководство / под ред. Н. Ф. Берестень, В. А. Сандрикова, С. И. Федоровой. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 784 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970466971.html> – Дата доступа: 17.05.2024.
12. Электрокардиография : учеб. пособие / Н. И. Волкова, И. С. Джериева, А. Л. Зибарев [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2023. – 136 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970476697.html> – Дата доступа: 17.05.2024.
13. Ярцев, С. С. Большой атлас ЭКГ : профессиональная фразеология и стилистика ЭКГ-заключений [Электронный ресурс] / С. С. Ярцев. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 664 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970464090.html> – Дата доступа: 17.05.2024.
14. Ярцев, С. С. Практическая электрокардиография [Электронный ресурс] : справочное пособие для анализа ЭКГ / С. С. Ярцев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. – 144 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970464045.html> – Дата доступа: 17.05.2024.
15. Ярцев, С. С. Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) в повседневной практике врача [Электронный ресурс] / С. С. Ярцев. – 3-е

изд., перераб. и доп. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 64 с. – Режим доступа: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970466865.html> – Дата доступа: 17.05.2024.

#### НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА

1. О здравоохранении : Закон Респ. Беларусь от 18 июня 1993 г. № 2435–ХІІ : с изм. и доп.
2. О Правилах медицинской этики и деонтологии : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 7 авг. 2018 г. № 64 : с изм. и доп.
3. Об утверждении клинического протокола : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 23 авг. 2021 г. №99.

#### ЭЛЕКТРОННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. Электронная библиотека медицинского вуза Консультант студента. Расширенный пакет [Электронный ресурс] / ООО «Политехресурс». – Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/>. – Дата доступа: 17.05.2024. (Включает: «Электронную библиотеку медицинского ВУЗа»; ГЭОТАР-Медиа. Премиум комплект; Книги из комплекта «Консультант врача»).
2. Электронная библиотечная система BookUp. Большая медицинская библиотека (БМБ). [Электронный ресурс] / ООО «Букап». – Режим доступа: <https://www.books-up.ru/ru/catalog/bolshaya-medicinskaya-biblioteka/>. – Дата доступа: 17.05.2024.
3. Электронная медицинская библиотека [Электронный ресурс] / ГУ «Республиканская научная медицинская библиотека». – Режим доступа: [https://mednet.by/cgi-bin/irbis64r\\_plus/cgiirbis\\_64\\_ft.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS\\_FULLTEXT&P21DBN=IBIS&Z21ID=&S21CNR=5/](https://mednet.by/cgi-bin/irbis64r_plus/cgiirbis_64_ft.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS_FULLTEXT&P21DBN=IBIS&Z21ID=&S21CNR=5/). – Дата доступа: 17.05.2024.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс] / ООО «Научная электронная библиотека». – Режим доступа: <https://elibrary.ru/>. – Дата доступа: 17.05.2024.