

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

# ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

Лабораторный практикум



Владимир 2021

УДК 574:612  
ББК 28.903  
Э40

**Автор-составитель Н. В. Мищенко**

Рецензенты:

Кандидат биологических наук  
ведущий инженер-эколог ООО «ЭкоПроект»  
*Е. Ю. Алхутова*

Кандидат биологических наук  
инженер по охране окружающей среды ОАО Владимирский завод  
«Электроприбор»  
*А. С. Злывко*

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

**Экологическая физиология человека** : лаб. практикум /  
Э40 авт.-сост. Н. В. Мищенко ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г.  
Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2021. – 111 с.  
ISBN 978-5-9984-1418-3

Содержит работы, выполняя которые студенты должны получить навыки оценки функционирования организма человека в различных условиях окружающей среды. Лабораторные работы сопровождаются теоретическим материалом, который расширяет знания студентов по основным разделам экологической физиологии человека, излагаются методические принципы проведения исследований.

Предназначен для студентов 3-го и 4-го курсов дневной формы обучения направлений подготовки 05.03.06 – Экология и природопользование, 06.03.01 – Биология и может быть полезен при выполнении лабораторных работ по дисциплинам «Экология человека» и «Физиология человека», а также при подготовке курсовых и дипломных проектов.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Ил. 24. Табл. 23. Библиогр.: 6 назв.

УДК 574:612  
ББК 28.903

ISBN 978-5-9984-1418-3

© ВлГУ, 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
-----------------------	---

<b>РАЗДЕЛ 1. ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ</b> .....	7
-----------------------------------------------------------------------------	---

<i>Лабораторная работа № 1. Оценка индивидуальной реактивности вегетативной нервной системы человека на основе результатов функциональных вегетативных проб</i> .....	7
Определение вегетативного индекса Кердо (ВИК).....	7
Глазо-сердечная проба Г. Данини – Б. Ашнера.....	8
Ортоклиностагическая проба Ф. Шеллонга.....	9
Клиностагический рефлекс .....	11
Дыхательно-сердечный рефлекс Геринга .....	12
Рефлекс Н. Орнтера.....	13
Оценка индивидуальной реактивности вегетативной нервной системы человека на основе результатов функциональных вегетативных проб .....	14
<i>Лабораторная работа № 2. Сравнительная характеристика рефлексов соматической и вегетативной нервной системы</i> .....	14
<i>Лабораторная работа № 3. Оценка вегетативного тонуса организма по сумме интегративных показателей различных физиологических систем</i> .....	16
<i>Лабораторная работа № 4. Исследование состояния и функций мозжечка</i> .....	21

**РАЗДЕЛ 2. ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ  
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ РЕАКЦИИ  
НА ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ..... 26**

*Лабораторная работа № 5. Исследование свойств артериального  
пульса методом пальпации ..... 26*

*Лабораторная работа № 6. Измерение артериального давления  
и определение лодыжечно-плечевого индекса ..... 30*

*Лабораторная работа № 7. Аускультация сердца ..... 35*

*Лабораторная работа № 8. Расчет показателей работы  
сердца в покое и при физической нагрузке ..... 37*

*Лабораторная работа № 9. Анализ электрокардиограммы (ЭКГ) ... 41*

*Лабораторная работа № 10. Изменения ЭКГ  
при физической нагрузке ..... 50*

**РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ  
СИСТЕМЫ ..... 52**

*Лабораторная работа № 11. Определение жизненной  
емкости легких ..... 52*

*Лабораторная работа № 12. Исследование влияния положения  
тела на функциональную остаточную емкость легких ..... 53*

**РАЗДЕЛ 4. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ  
СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АДАПТАЦИОННОГО  
СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯ  
«ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА» ..... 54**

*Лабораторная работа № 13. Основные показатели  
статистического анализа вариабельности сердечного ритма ..... 58*

*Лабораторная работа № 14. Анализ гистограммы  
распределения ритма сердца ..... 61*

*Лабораторная работа № 15. Спектральный анализ ..... 64*

*Лабораторная работа № 16. Параметры оценки состояния  
регуляторных систем и степени адаптации  
сердечно-сосудистой системы ..... 67*

**РАЗДЕЛ 5. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАК  
«НЕЙРОСОФТ-ПСИХОТЕСТ» ..... 74**

*Лабораторная работа № 17. Простая зрительно-моторная реакция .. 79*  
*Лабораторная работа № 18. Реакция на движущийся объект ..... 87*  
*Лабораторная работа № 19. Реакция различения ..... 89*  
*Лабораторная работа № 20. Реакция выбора ..... 91*  
*Лабораторная работа № 21. Теппинг-тест ..... 94*  
*Лабораторная работа № 22. Оценка внимания ..... 96*  
*Лабораторная работа № 23. Помехоустойчивость ..... 97*  
*Лабораторная работа № 24. Критическая частота световых  
мельканий..... 98*  
*Лабораторная работа № 25. Контактная треморометрия  
и контактная координациометрия по профилю ..... 102*

**РАЗДЕЛ 6. МЕТОДИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ  
В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ  
И ПРОФИЛАКТИКИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ..... 105**

*Лабораторная работа № 26. Физиологическая реакция на стресс .. 106*  
*Лабораторная работа № 27. Шкала жизненных событий ..... 107*  
*Лабораторная работа № 28. Определение стрессоустойчивости  
и социальной адаптации ..... 108*

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... 109**

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК..... 110**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Экологическая физиология человека – это раздел физиологии человека, который изучает функциональное состояние систем органов в зависимости от условий окружающей среды, образа жизни, а также механизмы адаптации человека к изменяющимся параметрам жизнедеятельности.

Цель лабораторного практикума – обучить студентов физиологическим методикам оценки функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем, органов дыхания и адаптационных возможностей организма, а также сформировать целостное понимание предмета «Экологическая физиология человека» как учебной и научной дисциплины.

На лабораторных занятиях студенты имеют возможность ознакомиться с современными методиками оценки регуляторных систем организма, адаптационного состояния организма, состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем в различных условиях.

Материалы лабораторных работ содержат теоретический материал, который позволит студентам лучше освоить лабораторные методы исследований.

## Раздел 1. ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

### Лабораторная работа № 1

#### ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ РЕАКТИВНОСТИ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЕГЕТАТИВНЫХ ПРОБ

#### Определение вегетативного индекса Кердо (ВИК)

##### Оборудование:

тонометр, фонендоскоп, секундомер.

##### Ход работы

1. **Определить** артериальное давление (АД) и пульс за минуту в состоянии покоя (положение сидя).

2. **Рассчитать** ВИК по формуле

$$\text{ВИК} = (1 - \text{ДД} / \text{ЧСС}) \cdot 100,$$

где ДД – диастолическое давление, величина которого отражает в известной мере сосудистый тонус, контролируемый вегетативной нервной системой (ВНС); ЧСС – частота пульса за 1 мин в состоянии покоя.

3. **Оценить** результаты исследования, используя табл. 1.

Таблица 1

*Определение степени активности отделов ВНС  
по показателю ВИК*

Тип реагирования	Нормотония	Ваготония	Симпатотония
Величина ВИК	±10	-10	+10

**3. Указать** центры и пути передачи эфферентных влияний на сердце и сосуды, основные влияния симпатического и парасимпатического отделов на эти органы.

**4. Сделать вывод**, отметив индивидуальную степень активности отделов ВНС у испытуемого.

### Глазо-сердечная проба Г. Данини – Б. Ашнера

#### Оборудование и материалы:

секундомер, стерильные салфетки.

#### Ход работы

В опыте участвуют не менее трех человек: испытуемый, экспериментатор, помощник, подсчитывающий частоту сердечных сокращений по пульсу.

**1. Определить** пульс в исходном положении (положение сидя).

Испытуемый сидит на стуле. Подсчитывается ЧСС по пульсу за 1 мин. Измерения проводят несколько раз для расчета среднего показателя в покое.

**2. Определить** рефлекторную сердечную реакцию.

Экспериментатор через стерильные марлевые салфетки располагает указательный и большой палец левой руки на глазных яблоках испытуемого и надавливает на них в течение 15 сек. Давление не должно быть сильным. Начиная с пятой секунды надавливания, подсчитывают пульс в течение 10 сек.

**3. Занести** полученные результаты в таблицу.

Состояние испытуемого	До пробы	После пробы
Пульс/мин		

#### 4. *Оценить* результаты, используя табл. 2

Таблица 2

#### *Оценка результатов глазо-сердечной пробы*

Тип реагирования	Нормальный рефлекс	Положительный рефлекс	Извращенный рефлекс	Отрицательный рефлекс
	Нормотония	Ваготония	Дисбаланс в системе вегетативной регуляции	
Изменение пульса по отношению к исходному	Урежение на 4 – 6 уд./мин	Урежение на 7 – 15 уд./мин	Учащение пульса	Отсутствие пульса

5. *Нарисовать* схему рефлекторной дуги глазо-сердечного рефлекса и объяснить механизмы его возникновения.

6. *Сделать вывод*, отметив индивидуальную степень активности отделов ВНС у испытуемого.

### **Ортоклиностатическая проба Ф. Шеллонга**

#### **Оборудование и материалы:**

секундомер, тонометр, фонендоскоп, кушетка.

#### **Ход работы**

В опыте участвуют не менее четырех человек: испытуемый, измеряющий артериальное давление, подсчитывающий частоту сердечных сокращений по пульсу, ведущий протокол. Определение АД и ЧСС идет обязательно одновременно.

1. *Определить* пульс и АД в исходном положении (положение лежа).

Испытуемый лежит на кушетке не менее 5 мин, после чего подсчитывается ЧСС по пульсу за 1 мин. Измерения проводят несколько раз для получения среднего значения показателей ЧСС и АД.

2. *Определить* рефлекторную сердечную реакцию.

Разъединив манжетку и тонометр прибора (манжетка не снимается в течение всего опыта), предлагают испытуемому встать. Испытуемый встает. Быстро соединяют манжетку с манометром и измеря-

ют АД сразу и несколько раз подряд в конце каждой минуты. Одновременно определяют пульс за 15 сек. Измерения производят до тех пор, пока показатели не вернутся к исходным величинам.

**3. Определить** пульс и АД в положении лежа.

Испытуемый ложится, и вновь определяется пульс и АД сразу и в конце каждой минуты на протяжении 5 мин.

**4. Занести** полученные результаты в таблицу.

Положение тела	Исходное положение	Стоя										Лежа						
		Мин										Мин						
Параметры:		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5
пульс/мин																		
систолическое давление (СД)																		
диастолическое давление (ДД)																		

**5. Оценить** результаты исследования, используя табл. 3.

Таблица 3

*Оценка результатов ортоклиностатической пробы*

Тип реагирования	Нормотония	Ваготония	Симпатотония	Вегетативная дистония с резким преобладанием симпатического отдела
Параметры:	Изменения пульса и АД по отношению к исходным показателям в положении лежа			
пульс	Учащение на 8 – 12 уд./мин	Отсутствие изменений или урежение	Учащение более чем на 12 уд./мин	Учащение более чем на 50 % по сравнению с исходным уровнем
АД	Повышение на 5 – 10 мм рт. ст.	Отсутствие изменений или уменьшение	Увеличение более чем на 10 мм рт. ст.	–

**6. Описать** механизмы изменения АД при переходе из положения лежа в вертикальное положение. Указать механизмы восстановления нормального обеспечения мозга кровью в изменившихся условиях венозного возврата (связать с активацией симпатического отдела ВНС).

**7. Отметить** индивидуальную степень активации отделов ВНС у испытуемого при смене положения.

### Клиностатический рефлекс

Исследование рефлекса позволяет определить функциональное состояние парасимпатических и симпатических центров, регулирующих работу сердца. При переходе человека из положения стоя в положение лежа частота сердечных сокращений уменьшается. В норме этот процесс проявляется замедлением пульса на 4 – 6 уд./мин. Замедление пульса более чем на 6 уд./мин указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела автономной нервной системы (АНС), регулирующего работу сердца. Отсутствие реакции или парадоксальный ее характер – учащение пульса – указывает на преобладание тонуса симпатического отдела АНС, регулирующего работу сердца.

#### Оборудование и материалы:

кушетка, секундомер.

#### Ход работы

**1. Определить** частоту пульса (ЧП) в положении стоя и в положении лежа.

У испытуемого в положении стоя после 4 – 6 мин отдыха несколько раз определяют пульс до получения стабильных показателей. Затем через 45 с после перехода испытуемого в положение лежа еще раз в течение 15 с подсчитывают пульс, умножают на 4.

Результаты необходимо записать в таблицу.

ЧП стоя	ЧП лежа	Разность со знаком «+» или «-»

**2. Сделать заключение** о балансе тонуса симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца у испытуемого.

### **Дыхательно-сердечный рефлекс Геринга**

Исследование рефлекса позволяет определить функциональное состояние (тонус) парасимпатического центра, регулирующего работу сердца. При задержке дыхания после глубокого вдоха повышается тонус ядер *n. vagi* и частота сердечных сокращений уменьшается в норме на 4 – 6 уд./мин. Замедление пульса на 8 – 10 уд./мин и более указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела АНС, менее чем на 4 уд./мин – на понижение.

#### **Оборудование**

секундомер.

#### **Ход работы**

**1. Определить** частоту пульса до и после задержки дыхания.

У испытуемого, находящегося в положении сидя, подсчитывают пульс, затем просят его сделать глубокий вдох и задержать дыхание. В это время еще раз подсчитывают пульс в течение 15 с, умножают на 4. Результаты необходимо записать в таблицу.

Частота пульса до задержки дыхания	Частота пульса после задержки дыхания

**2. Сделать заключение** о балансе тонуса симпатического и парасимпатического отделов АНС, регулирующих работу сердца у испытуемого.

## Рефлекс Н. Ортнера

### Оборудование

секундомер.

### Ход работы

**1. Определить** пульс в исходном положении (положение стоя).

Испытуемый стоит. Подсчитывается ЧСС по пульсу за 1 мин. Измерения проводят несколько раз, пока не будут получены две одинаковые или очень близкие цифры показателя.

**2. Определить** рефлекторную сердечную реакцию.

Испытуемый отклоняет голову назад и в этом положении подсчитывается пульс за 1 мин.

**3. Занести** полученные результаты в таблицу.

Состояние испытуемого	До пробы	После пробы
Пульс/мин		

**4. Оценить** результаты исследования, используя табл. 4.

Таблица 4

### *Типы реагирования при рефлексе Н. Ортнера*

Тип реагирования	Нормотония	Ваготония	Симпатония
Изменение пульса по отношению к исходному	Урежение на 4 – 8 уд./мин	Урежение более чем на 8 уд./мин	–

**5. Отметить** индивидуальный уровень активности отделов ВНС у испытуемого.

## Оценка индивидуальной реактивности вегетативной нервной системы человека на основе результатов функциональных вегетативных проб

### Ход работы

1. *Заполнить таблицу*, используя результаты предыдущих исследований.

Проба	Нормотония	Ваготония	Симпатония
Индекс Кердо			
Ортоклиностатическая проба Ф. Шеллонга			
Клиностатический рефлекс			
Дыхательно-сердечный рефлекс Геринга			
Рефлекс Н. Орнера			

2. *Сделать заключение* об индивидуальной реактивности вегетативной нервной системы человека.

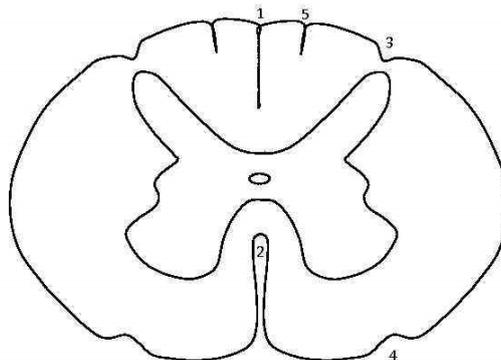
### Лабораторная работа № 2

#### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕФЛЕКСОВ СОМАТИЧЕСКОЙ И ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

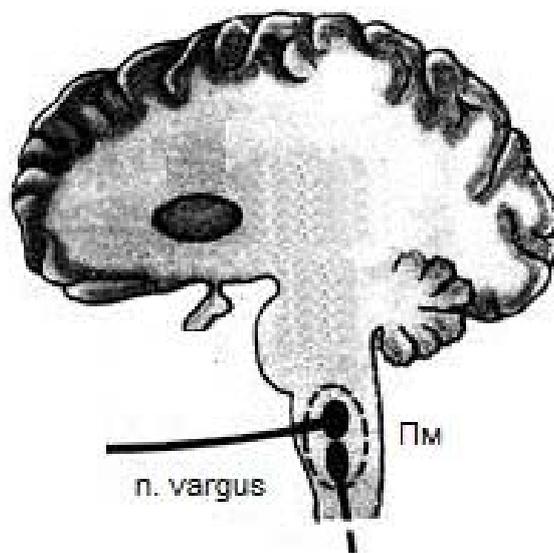
### Ход работы

1. *Нарисовать* рефлекторные дуги спинальных рефлексов симпатической и соматической нервной системы, обозначить нейромедиаторы и рецепторы к ним.

Схема соматического рефлекса      Схема автономного (симпатического) рефлекса



2. *Продолжить схему* парасимпатической нервной системы (ПНС), обозначить нейромедиаторы (на примере иннервации сердца).



3. *Заполнить таблицу.*

Характеристика	Нервная система	
	симпатическая	парасимпатическая
Расположение тел преганглионарных нейронов		
Топография узлов		
Медиаторы, осуществляющие передачу нервного импульса с преганглионарных нейронов на постганглионарные нейроны в узлах ВНС		
Медиаторы, осуществляющие передачу нервного импульса с постганглионарных нейронов на мембрану рабочего органа		
Длина пре- и постганглионарных нервных волокон ( <i>указать: длинные или короткие</i> )		

### *Лабораторная работа № 3*

## *ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА ОРГАНИЗМА ПО СУММЕ ИНТЕГРАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ*

**Вегетативным тонусом** называется стабильное состояние показателей гомеостаза в условиях относительного покоя. Регуляция тонуса осуществляется надсегментарными вегетативными центрами. О соотношении активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы и в целом о вегетативном тонусе можно судить по комплексу интегративных показателей.

**Интегративными** называют показатели, которые наиболее полно характеризуют состояние физиологической системы: для сердечно-сосудистой системы ими являются частота сердечных сокращений (ЧСС), артериальное давление (АД) и минутный объем крови (МОК); для системы дыхания – частота дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), минутный объем дыхания (МОД) и т. д.

#### **Ход работы**

**1. Определить** ЧСС и АД

**2. Определить** МОК по схеме:

а) амплитуда АД = САД – ДАД;

б)  $АД_{\text{среднее}} = (САД + ДАД) / 2$ ;

в)  $АД_{\text{редуцированное}} = \text{амплитуда АД} / АД_{\text{среднее}} \cdot 100$ ;

г)  $МОК = АД_{\text{редуцированное}} \cdot ЧСС$ .

**3. Определить** ДО

**Дыхательный объем (ДО)**, или глубина дыхания, – это объем вдыхаемого и выдыхаемого в покое воздуха. Взяв в рот мундштук спирометра, необходимо сделать несколько (5–7) спокойных выдохов, вдыхая через нос. Суммарный результат разделить на количество дыхательных движений.

У взрослых людей ДО = 400 – 500 мл, у детей 11 – 12 лет – около 200 мл, у новорожденных – от 20 до 30 мл.

**4. Подсчитать** ЧД за минуту.

**5. Определить** МОД – количество вентилируемого в легких воздуха за 1 мин. Фактический МОД определяют исходя из измеренных дыхательных объемов следующим образом:  $МОД = ДО \cdot ЧД$ .

## 6. Заполнить таблицу.

Для оценки вегетативного тонуса используется таблица, в которую вносятся данные опроса и объективного обследования испытуемого (табл. 5). При работе с таблицей проводится анализ активности симпатических и парасимпатических влияний на различные системы.

Если указанные симптомы отсутствуют или возникает затруднение оценки реакции в баллах, в общую сумму этот показатель не включается.

## 7. Оценить результаты.

Вычислить сумму баллов симпатических или парасимпатических признаков (баллы соответственно для обеих систем выбирают из графы «Оценка в баллах»).

По окончании работы подсчитывают общую сумму баллов парасимпатических (П) и симпатических (С) реакций. Эту сумму баллов (П + С) принимают за 100 %. Затем выражают в процентах сумму баллов «П» (парасимпатических реакций) по отношению к общей сумме баллов (П + С) и затем, вычитая полученный показатель из 100, высчитывают процент баллов «С».

Таблица 5

### Оценка вегетативного тонуса организма по сумме интегративных показателей

Симптом и показатель	Симпатическая реакция (С)	Парасимпатическая реакция (П)	Оценка в баллах	Преобладание реакций	
				С	П
I. КОЖА					
Окраска	Бледная	Склонна к покраснению	2,4		
Сосудистый рисунок	Не выражен	Усилен; цианоз конечностей	2,4		
Сальность	Нормальная	Повышенная	1,8		
Сухость	Повышенная	Нормальная	1,8		
Потоотделение	Уменьшено в целом или увеличено выделение вязкого пота	Повышено выделение жидкого пота	3,1		

Продолжение табл. 5

Симптом и показатель	Симпатическая реакция (С)	Парасимпатическая реакция (П)	Оценка в баллах	Преобладание реакций	
				С	П
Дермографизм	Розовый, белый	Интенсивно красный, возвышающийся	3,1		
Температура кистей рук	Чаще низкая	Чаще высокая	2,6		
Субъективные явления	Онемение и парестезии в конечностях по утрам	Кисти рук, стопы влажные; внезапные приливы жара	1,7		
<b>II. ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ</b>					
Температура тела	Повышена	Снижена	3,9		
Ощущение зябкости	Отсутствует	Повышено	2,9		
Переносимость холода	Удовлетворительная	Плохая	3,1		
Переносимость тепла	Непереносимость жары, душных помещений	Удовлетворительная; может быть повышена чувствительность к сухому нагретому воздуху	2,9		
Температура при инфекциях	Лихорадочное течение инфекций	Относительно низкая температура	2,9		
<b>III. ОБМЕН ВЕЩЕСТВ</b>					
Масса тела	Склонность к похуданию	Склонность к полноте	3,2		
Аппетит	Повышен, но это не приводит к полноте	Понижен	1,9		
<b>IV. ВОДНО-СОЛЕВОЙ ОБМЕН</b>					
Жажда	Повышена	Понижена	1,8		
Мочепускание	Полиурия, светлая моча	Моча концентрированная	3,1		

Продолжение табл. 5

Симптом и показатель	Симпатическая реакция (С)	Парасимпатическая реакция (П)	Оценка в баллах	Преобладание реакций	
				С	П
Задержка жидкости	Отсутствует	Склонность к отекам	3,0		
<b>V. СИСТЕМА КРОВИ</b>					
Количество эритроцитов	Увеличено	Уменьшено	2,0		
Количество лейкоцитов	Увеличено	Уменьшено	2,3		
Скорость оседания эритроцитов (СОЭ)	Повышена	Снижена	1,8		
Свертываемость	Повышена	Снижена	2,2		
<b>VI. СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА</b>					
Пульс	Тахикардия, лабильная тахикардия	Брадикардия, лабильная брадикардия, дыхательная аритмия	4,1		
АД систолическое	Повышено	Понижено или нормальное	4,6		
Субъективные явления	Сердцебиение, чувство давления, «колотья», сжимающие боли в области сердца	Чувство стеснения в области сердца, сочетающееся с аритмией, особенно ночью в лежачем положении	2,6		
Минутный объем кровообращения	Большой	Малый	4,4		
<b>VII. СИСТЕМА ДЫХАНИЯ</b>					
Частота дыхания	Нормальная или повышенная	Пониженная	3,5		
Субъективные явления	–	Ощущение давления, стеснения в груди, приступы удушья с преобладанием затрудненного вдоха	2,3		

Продолжение табл. 5

Симптом и показатель	Симпатическая реакция (С)	Парасимпатическая реакция (П)	Оценка в баллах	Преобладание реакций	
				С	П
Минутный объем дыхания	Повышен	Снижен	3,5		
<b>VIII. ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА</b>					
Слюноотделение	Уменьшено	Увеличено	2,6		
Особенности моторики кишечника	Склонность к атоническим запорам, слабая перистальтика	Склонность к повышенному газообразованию, поносам	3,8		
Субъективные явления	–	Склонность к тошноте	3,1		
<b>IX. АЛЛЕРГИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ</b>					
Частота проявлений	Невысокая	Высокая	3,1		
<b>X. ВЕСТИБУЛЯРНЫЕ РЕАКЦИИ</b>					
Головокружение	Не характерно	Развивается часто	3,0		
<b>XI. СОСТОЯНИЕ ГЛАЗ</b>					
Блеск	Усиленный	Нормальный, сниженный	2,4		
Зрачки	Расширенные	Нормальные, суженные	3,4		
Глазные щели	Расширенные	Нормальные, суженные	1,9		
Экзофтальм	Характерен	Отсутствует	2,4		
Слезотечение	Нормальное	Увеличенное	1,2		
<b>XII. ОСОБЕННОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ</b>					
Характерологические, личностные особенности	Вспыльчивость, чувствительность к боли, изменчивость настроения, способность увлекаться	Неуверенность в себе, слабость побудительных импульсов, неврастенические, ипохондрические проявления	2,4		

Окончание табл. 5

Симптом и показатель	Симпатическая реакция (С)	Парасимпатическая реакция (П)	Оценка в баллах	Преобладание реакций	
				С	П
Особенности внимания и биоритмов	Рассеянность, отвлекаемость, быстрая смена мыслей, активность выше вечером	Способность к сосредоточению хорошая, внимание удовлетворительное, наибольшая активность до обеда	2,0		
Физическая работоспособность	Повышенная	Сниженная	2,5		
Особенности сна	Позднее засыпание и раннее пробуждение, сон короткий, беспокойный, много сновидений	Глубокий, продолжительный сон, замедленный переход к активному бодрствованию по утрам	2,7		

**8. Сделать заключение** о преобладании активности парасимпатической или симпатической систем регуляции.

#### *Лабораторная работа № 4*

#### *ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ И ФУНКЦИЙ МОЗЖЕЧКА*

Эфферентные сигналы из мозжечка регулируют активность нейронов вестибулярных (Дейтерса) и красных ядер, ядер таламуса, а через них – активность периферических ( $\alpha$ - и  $\gamma$ -мотонейронов спинного мозга и ядер черепных нервов) и центральных (корковых) двигательных нейронов. Через указанные пути эфферентные сигналы из мозжечка регулируют силу мышечных сокращений, обеспечивают способность к длительному тоническому сокращению мышц, позволяют соотносить объем произвольного движения с расстоянием до цели этого движения, быстро переходить от сгибания к разгибанию и

наоборот. Мозжечок обеспечивает синергию сокращений разных мышц при сложных движениях.

При нарушениях работоспособности мозжечка у человека наблюдаются расстройства двигательных функций, что проявляется: снижением силы сокращения мышц (астения); утратой способности к длительному сокращению мышц, что затрудняет стояние, сидение (астазия); произвольным изменением тонуса мышц (дистония); дрожанием пальцев рук, усиливающимся во время завершения движения (тремор); расстройством точности движений в виде излишнего либо недостаточного движения (дисметрия); нарушением координации движений (атаксия), которая проявляется «пьяной» (шаткой) походкой и так далее; расстройством организации речевой моторики (дизартрия); крупноразмашистым ритмическим подергиванием глазных яблок (нистагм); нарушением чередования противоположных движений (адиадохокинез), нарушением содружественных движений (асинергия) и др.

### **Ход работы**

#### **1. Выполнить** следующие тесты:

##### 1) исследование походки.

Испытуемый с закрытыми глазами, скрещенными руками должен идти по прямой линии пятка к носку, сделать 8 – 10 шагов и вернуться в исходное положение. Записывают результат пробы в сантиметрах отклонения от прямой линии.

Интерпретация результатов: если отклонение от прямой линии равно 30 – 40 см, то проба удовлетворительная; если более 50 см – можно предполагать нарушения функции мозжечка;

##### 2) стояние на одной ноге с закрытыми глазами.

Испытуемый стоит на полу попеременно на каждой ноге со скрещенными руками, закрытыми глазами и выпрямленным туловищем (сначала на левой ноге 30 с, затем на правой 30 с).

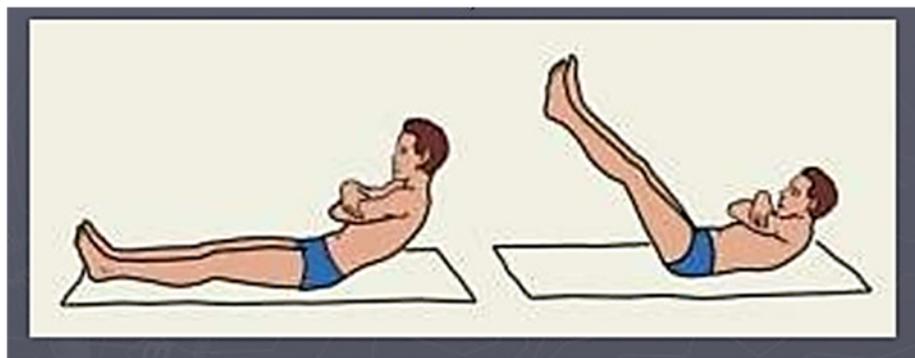
Интерпретация результатов: если поза равновесия сохраняется в течение 30 с – проба удовлетворительная, если равновесие нарушается (большое покачивание, касание пола) – устойчивость в этой позе снижена;

##### 3) коленно-пяточная проба.

Испытуемый, лежа на спине, должен высоко поднять ногу, затем пяткой коснуться колена другой ноги и провести вниз по поверхности голени.

Интерпретация результатов: если человек не попадает пяткой в колено или не может произвести движение вниз, это говорит о поражении мозжечка;

4) проба Бабинского на асинергию, позволяющая выявить нарушение содружественных движений: испытуемому, лежащему на спине со скрещенными руками, предлагают сесть. Здоровый человек сможет это сделать, не поднимая одновременно нижних конечностей (рис. 1);



*Рис. 1. Проба Бабинского*

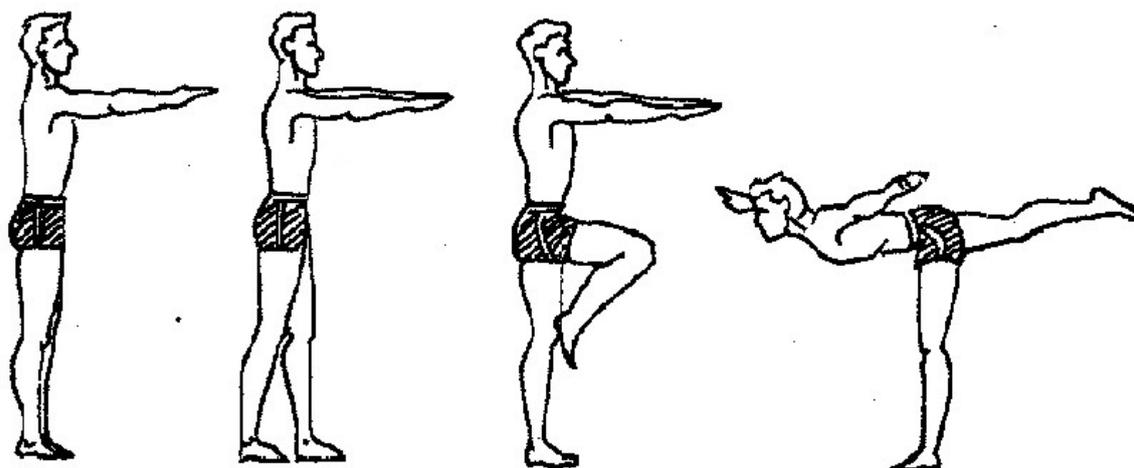
5) проба на адиадохокинез.

Испытуемому предлагают произвести быструю смену пронации и супинации кистей (или сжимания и разжимания пальцев рук). У здорового человека движения синхронизированны, осуществляются с большой скоростью. При мозжечковых поражениях имеются неловкие, несинхронизированные движения обеих рук (адиадохокинез);

6) усиленная проба Ромберга (на атаксию).

Испытуемый без обуви должен стоять прямо в положении пятка к носку, на одной линии, с вытянутыми вперед руками, пальцы немного раздвинуты. Испытуемый сначала некоторое время стоит с открытыми глазами, затем оценивается его устойчивость при отсутствии зрительного контроля над равновесием, для чего ему предлагается закрыть глаза.

Пробу можно выполнять и в других положениях, представленных на рис. 2.



*Рис. 2. Усиленная проба Ромберга*

Интерпретация результатов: если нет покачиваний и потери равновесия в течение 60 с – проба удовлетворительная; если время меньше 60 с – отмечается неустойчивость в позе Ромберга;

7) пальценосовая проба (на дисметрию и тремор).

Испытуемый с закрытыми глазами должен коснуться кончика носа прямым указательным пальцем, согнув для этого вытянутую вперед руку, остальные пальцы сжаты в кулак.

Интерпретация результатов: здоровый человек легко выполнит задание. При нарушении функции мозжечка данное задание выполнимо только в том случае, если рука опущена вниз. Если во время пробы появляется дрожание (тремор) – координация движений снижена, если промахивание – координация нарушена;

8) проба на дисметрию.

Испытуемый должен взять со стола и затем поставить назад (на то же место) какой-либо предмет (книгу, стакан). В норме человек ставит предмет на то же место с ошибкой не более  $\pm 2$  см (т. е. проба на дисметрию отрицательная);

9) проба на дизартрию.

Испытуемый должен повторить несколько трудных для произношения слов (землетрясение, самолетостроение, администрирование или др.). Отмечайте, нет ли замедления, растянутости или толчкообразности речи.

**2. Сделать заключение** о качестве мозжечкового контроля двигательной активности.

У испытуемого пробы на *атаксию* были \_\_\_\_\_ (+ или –), так как \_\_\_\_\_, *походка* была \_\_\_\_\_ (нормальная или нарушенная, если есть нарушения – указать какие); пробы на *дисметрию* и *тремор* были \_\_\_\_\_ (+ или –); *дизартрия* \_\_\_\_\_ (выявлена или нет).

Проба «*стояние на одной ноге*» \_\_\_\_\_ (удовлетворительная или устойчивость снижена, если есть нарушения – отметить степень их проявления).

*Коленно-пяточная* проба \_\_\_\_\_ (выполнена или нет). Асинергия \_\_\_\_\_ (+ или –) так как \_\_\_\_\_.

Проба на *адиадохокинез* \_\_\_\_\_ (+ или –).

Проба на *дисметрию* \_\_\_\_\_ (+ или –).

Нистагм \_\_\_\_\_ (+ или –).

Таким образом, мозжечковый контроль двигательной активности у испытуемого \_\_\_\_\_ (в норме или нарушен, указать нарушения).

## Раздел 2. ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ И ЕЕ РЕАКЦИИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

### *Лабораторная работа № 5*

#### *ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА МЕТОДОМ ПАЛЬПАЦИИ*

**Артериальный пульс** – ритмические колебания стенки артерии, обусловленные выбросом крови из сердца в артерии и изменением в них давления в течение систолы и диастолы.

Изменение частоты сердечных сокращений обеспечивает адаптацию системы кровообращения к потребностям организма (выполняемой работе) и условиям внешней среды.

Наиболее часто используемые методы определения частоты сердечных сокращений:

- пальпаторный, позволяющий оценить частоту сердечных сокращений по частоте пульса при прощупывании лучевой артерии в области запястья;
- фотоплетизмографический, основанный на фотоэлектрическом измерении поглощения кровью светового излучения в красном и инфракрасном диапазонах;
- сфигмографический, основанный на регистрации механических смещений участка тела, расположенного вблизи крупной артерии;
- реографический, основанный на регистрации изменений электрического сопротивления участка тела. Эти изменения наблюдаются в процессе прохождения систолического объема крови через участок тела;
- электрокардиографический, основанный на регистрации электрической активности сердца.

**Оборудование**  
секундомер.

**Ход работы**

**1. Измерить и оценить** пульс в состоянии покоя.

Обследуемый отдыхает в положении сидя около 10 мин, тем самым формируется спокойное расслабленное состояние.

Обхватите одновременно обеими кистями области, расположенные чуть выше лучезапястных суставов таким образом, чтобы большой палец находился на тыльной поверхности предплечья, а указательный, средний и безымянный – над лучевой артерией (рис. 3).



*Рис. 3. Измерение ЧСС*

Прощупав артерию, прижмите ее к лучевой кости и сравните величину пульсовых волн на обеих руках. Начните поиск пульса с левой руки; если не удастся уловить его биение, попробуйте на правой руке.

Проведите исследование пульса на той артерии, где пульсовые волны более четкие (в случае разной величины пульсовых волн на обеих руках). Подсчитываем частоту сердечных сокращений за одну минуту. Получаем характеристику частоты пульса человека в спокойном состоянии.

Частота сердечных сокращений может измеряться в спокойном состоянии обследуемого (фоновое значение пульса, измерение желательно проводить по меньшей мере два раза в течение 30 с; после умножения на 2 и усреднения, получаем усредненное значение пульса – число ударов в минуту). При проведении нагрузочных проб или сразу после их прекращения (быстро изменяющиеся состояния человека) измерение производим в течение 10 или 15 с. Результат измерения приводим к числу ударов в минуту (умножаем соответственно на 6 или на 4).

Полученные результаты сопоставляются с нормативными данными (табл. 6).

Таблица 6

*Характеристика по пульсу типа сердечных сокращений взрослого человека (20 – 50 лет) в спокойном состоянии*

Частота пульса, уд./мин	Тип сердечных сокращений
32 – 48	Выраженная брадикардия **
49 – 59	Умеренная брадикардия*
60 – 84	Физиологическая норма
85 – 95	Тахикардия*
96 – 118 и выше	Выраженная тахикардия**

\* – требуется консультация у терапевта; \*\* – требуется лечение.

Сделайте заключение о соответствии ЧСС норме и запишите его в таблицу пункта 6 (стр. 29).

### **2. Оценить** ритм пульса.

Ритм пульса определяют по длительности интервалов между пульсовыми ударами. У здорового человека пульсовые волны следуют друг за другом через приблизительно равные промежутки времени. В норме встречается так называемая **дыхательная аритмия**, при которой пульс возрастает на вдохе и уменьшается при выдохе. Дыхательная аритмия чаще встречается у молодых людей и у лиц с лабильной автономной нервной системой.

Сделайте заключение о ритме пульса и наличии дыхательной аритмии и запишите его в таблицу пункта 6 (стр. 29).

### **3. Оценить** наполнение пульса.

**Наполнение (амплитуда) пульса** – субъективный показатель, оцениваемый пальпаторно по высоте подъема артериальной стенки во время прохождения пульсовой волны. Наполнение пульса зависит от систолического объема крови, эластичности стенок артерий, объема циркулирующей крови.

Определяется по величине объема артериальной крови, образующей пульсовую волну. Если волна хорошо ощущается, т. е. сердечный выброс достаточный, то пульс полный. При уменьшении объема циркулирующей крови, уменьшении сердечного выброса – пульс пустой.

Сделайте заключение о наполнении пульса и запишите его в таблицу пункта 6.

**4. Оценить** напряжение пульса. Напряжение пульса – субъективный показатель, оцениваемый по силе надавливания на артерию, достаточной для исчезновения ее пульсации. Напряжение пульса зависит от величины *систолического артериального давления*. При нормальном давлении крови напряжение пульса оценивается как умеренное. Чем выше давление, тем труднее полностью сдавить артерию, и при высоком давлении пульс становится напряженным или твердым. При низком артериальном давлении артерия сдавливается легко, пульс оценивается как мягкий.

Сделайте заключение о напряжении пульса и запишите его в таблицу пункта 6.

**5. Оценить** величину пульса.

По наполнению и напряжению можно судить о величине пульса. Пульс хорошего наполнения и напряжения называется большим, слабого наполнения – малым. Если величина пульсовых волн определяется с трудом, то такой пульс называется нитевидным.

Сделайте заключение о величине пульса и запишите его в таблицу пункта 6.

**6. Представить** результаты в виде таблицы.

Показатель	Характеристика показателя	Полученные результаты и их оценка
Частота сердечных сокращений в покое		
Ритм пульса (ритмичный или аритмичный), наличие дыхательной аритмии		
Наполнение пульса (полный, пустой)		

Показатель	Характеристика показателя	Полученные результаты и их оценка
Напряжение пульса (умеренный, твердый напряженный, мягкий)		
Величина пульса (большой, малый, нитевидный)		

**7. Сделать заключение** о свойствах артериального пульса.

### **Лабораторная работа № 6**

#### **ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОДЫЖЕЧНО-ПЛЕЧЕВОГО ИНДЕКСА**

Способы измерения артериального давления:

– *прямой (кровеный)*. Суть метода состоит во введении в артерию стеклянной канюли или иглы, соединенной с манометром трубкой с жесткими стенками. Чтобы кровь в канюле и соединительной трубке не свертывалась, их заполняют раствором противосвертывающего вещества;

– *косвенный (бескровный)*. Основывается на измерении давления, которому нужно подвергнуть стенку кровеносного сосуда извне, чтобы прекратить по нему ток крови.

Косвенные методы измерения артериального давления:

– *аускультативный* – метод Н. С. Короткова, определяет систолическое и диастолическое давление;

– *пальпаторный* – определяет только систолическое давление;

– *осциллографический* – определяет систолическое, диастолическое давление, тонус сосудистой стенки.

#### **Оборудование**

фонендоскоп.

#### **Ход работы**

**1. Измерить** артериальное давление.

Обследуемый находится в спокойном состоянии, сидя на стуле. Измерение давления проводится, как правило, на правой руке. Рука

полусогнута в локтевом суставе, предплечье располагается на твердой опоре – столе (рис. 4).



*Рис. 4. Измерение артериального давления*

Наложите манжетку на обнаженное плечо пациента на 2 – 3 см выше локтевого сгиба: одежда не должна сдавливать плечо выше манжетки; закрепите манжетку так плотно, чтобы между ней и плечом проходил только один палец.

Правильно положите руку пациента: в разогнутом положении ладонью вверх, мышцы расслаблены; если пациент находится в положении сидя, то попросите его подложить под локоть сжатый кулак свободной кисти (для лучшего разгибания руки).

В локтевом сгибе («локтевая ямка») пальцами определите место выраженной пульсации крови (проекция артерий: плечевой, локтевой или лучевой) и плотно, но без давления приложите фонендоскоп к этому месту. Закройте вентиль на груше и накачивайте воздух в манжетку; воздух нагнетается до тех пор, пока давление в манжетке по показателям манометра не превысит на 20 мм рт. ст. тот уровень, при котором перестает определяться пульсация (исчезает слышимость тонов Короткова).

Откройте вентиль и медленно, со скоростью не более 2 мм рт. ст. за 1 с выпускайте воздух из манжетки; фонендоскопом выслушивайте

появление тонов (низкие удары – турбулентное движение крови по сосудам) и следите за показаниями шкалы манометра.

При первых услышанных звуках ударов (тоны Короткова) отметьте уровень систолического давления.

Отметьте уровень диастолического давления, который соответствует моменту резкого ослабления или полного исчезновения тонов на плечевой артерии (движение крови по сосудам приобретает ламинарный характер).

Данные измерения артериального давления запишите в виде дроби (в числителе – систолическое (САД), в знаменателе – диастолическое (ДАД), например 125/75 мм рт. ст.).

Вся процедура измерения АД должна продолжаться не более 1 мин.

Измеряют АД 2 – 3 раза с промежутками в 1 – 2 мин, при этом полностью выпускают воздух из манжетки.

Даже у здоровых людей показатели АД могут колебаться в зависимости от физической нагрузки, эмоционального состояния, положения тела, времени приема пищи. Наиболее низкие показатели АД определяются утром, натощак, в покое.

У взрослого здорового человека в покое систолическое давление варьируется от 120 до 125 мм рт. ст., диастолическое – от 70 до 75 мм рт. ст. При этом известно, что артериальное давление сильно зависит от индивидуальных особенностей человека, от его конституции, возраста, пола и т. д.

Для качественных приблизительных оценок используют нормативные таблицы (табл. 7). Иногда используют формулы расчета должного уровня артериального давления, основанные на статистически определенной связи давления с возрастом человека.

Таблица 7

*Возрастные показатели артериального давления человека, мм рт. ст. (по А. И. Киеня, Ю. И. Бандажевскому, 1997)*

Возраст, лет	САД	ДАД
Новорожденный	max – 70	min – 34
1	max – 90	min – 39
3 – 4	max – 96	min – 58
7 – 8	max – 99	min – 64

Возраст, лет	САД	ДАД
9 – 12	max – 105	min – 70
13 – 15	max – 117	min – 73
16 – 19	90 – 130	60 – 85
20 – 24	90 – 130	60 – 85
25 – 29	90 – 130	60 – 85
30 – 39	90 – 130	60 – 85
40 – 49	90 – 130	60 – 85
50 – 59	90 – 140	60 – 85
60 – 69	90 – 140	60 – 85
Отклонение от норм для возраста 16 – 50 лет		
Склонность к гипотонии	100 – 105	55 – 80
Гипотония*	90 – 99	45 – 54
Выраженная гипотония**	75 – 89	20 – 44
Склонность к гипертонии	131 – 135	81 – 89
Гипертония*	136 – 150	90 – 95
Выраженная гипертония**	150 и выше	96 и выше

\* – требуется консультация терапевта; \*\* – требуется лечение.

Артериальное давление изменяется в зависимости от условий труда человека; при этом, как правило, систолическое давление растет, достигая 160 – 200 мм рт. ст. и более, а диастолическое падает. В любых комбинациях изменений отмечается общая тенденция к росту пульсового давления.

Сделайте заключение о соответствии давления норме.

**2. Рассчитать** должное артериальное давление, используя табл. 8.

Таблица 8

*Расчетный метод определения должного уровня артериального давления*

Возраст, лет	САД	ДАД
До 15	$80 + 2,0 \cdot \text{возраст}$	–
16 – 20	$83 + 1,7 \cdot \text{возраст}$	$42 + 1,6 \cdot \text{возраст}$
20 – 80	$109 + 0,4 \cdot \text{возраст}$	$64 + 0,3 \cdot \text{возраст}$

Сделайте заключение о соответствии давления норме.

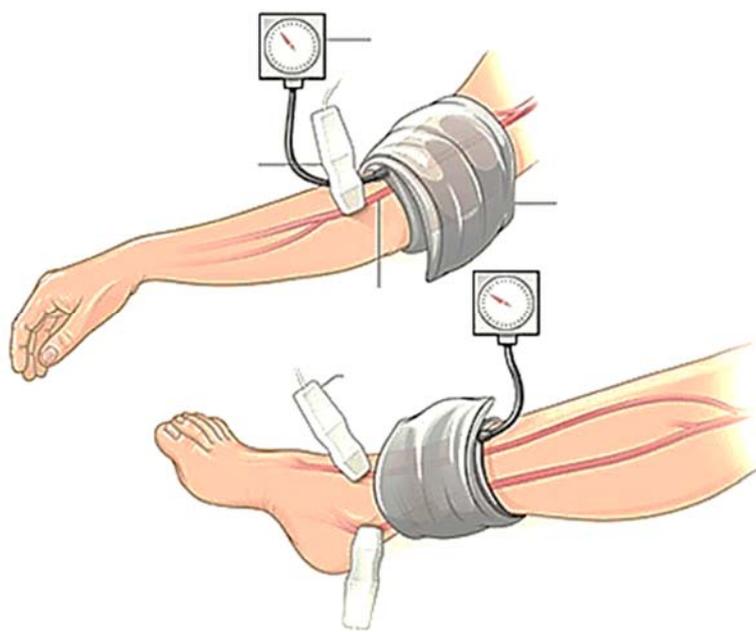
### **3. Определить** лодыжечно-плечевой индекс.

Под термином лодыжечно-плечевой индекс понимают соотношение давления в артериях на плече и лодыжке.

Давление крови в крупных артериях одинаково по всему телу. Оно уменьшается со снижением диаметра сосудов, но для измерения капиллярного и венозного давления существуют другие методы, тонометрия их не показывает. Поэтому давление в плечевой артерии и трех сосудах голени (передней и задней большеберцовой артериях, малоберцовой артерии) одинаково.

Лодыжечно-плечевой индекс позволяет не только оценить периферическое кровообращение, но и сделать вывод о наличии системного атеросклеротического поражения артерий. Низкий показатель рассматривается как угроза развития инсульта, инфаркта, облитерирующего атеросклероза нижних конечностей.

Методика измерения лодыжечно-плечевого индекса заключается в последовательном измерении давления на плече и на голени чуть выше голеностопного сустава (рис. 5); обследуемый должен лежать на спине.



*Рис. 5. Определение лодыжечно-плечевого индекса*

Значение показателя определяется следующим образом: значение систолического давления на плече делят на тот же показатель на голени. Норма лодыжечно-плечевого индекса составляет 1 – 1,29.

Нормальное значение возможно тогда, когда такие показатели одинаковы на обеих конечностях или на ноге несколько выше. Показатель от 0,9 считается пограничным: заболевания, скорее всего, нет, но есть предпосылки к нему.

**4. Сделать заключение** о соответствии артериального давления и лодыжечно-плечевого индекса норме.

### *Лабораторная работа № 7*

#### *АУСКУЛЬТАЦИЯ СЕРДЦА*

Во время работы сердца возникают звуковые явления (сердечные тоны), которые можно выявить при аускультации. Открытие клапанов сердца в норме не сопровождается появлением звука, тоны сердца образованы закрытием клапанов и колебаниями миокарда и сосудов. При аускультации сердца во всех точках аускультации в норме выслушивается два тона.

Первый тон называется **систолическим**, так как выслушивается в начале систолы. По механизму образования он состоит из четырех компонентов:

- 1) основной компонент – клапанный, образован звуком закрытия створок митрального и трехстворчатого клапанов в начале систолы – в фазе асинхронного сокращения, причем сначала закрывается митральный клапан, а чуть позже – трехстворчатый клапан. Но время между закрытием митрального и трехстворчатого клапанов составляет 0,02 с и ухом не различимо: это время физиологического асинхронизма;
- 2) мышечный компонент – обусловлен колебаниями миокарда желудочков в фазе изометрического напряжения желудочков;
- 3) сосудистый компонент – обусловлен колебаниями начальных отделов аорты и легочной артерии под влиянием потока крови, перемещающегося из желудочков в магистральные сосуды в фазе быстрого изгнания;
- 4) предсердный компонент – обусловлен колебаниями миокарда желудочков во время систолы предсердий. Этот компонент предшествует клапанному компоненту I тона.

Второй тон называется **диастолическим**, он выслушивается в начале диастолы. Состоит из двух компонентов:

- 1) клапанный компонент образован звуком захлопывания створок полулунных клапанов аорты и легочной артерии;
- 2) сосудистый компонент связан с вибрацией стенок аорты и легочной артерии под влиянием потока крови, направляющегося в сторону желудочков.

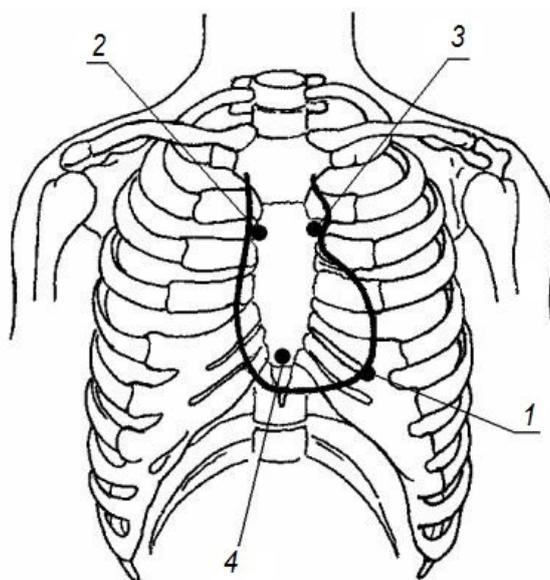
Полулунные клапаны захлопываются неодновременно, время между закрытием клапанов аорты и легочной артерии также составляет 0,02 с – это время физиологического асинхронизма.

### **Оборудование** фонендоскоп.

### **Ход работы**

**1. Провести** аускультацию сердца в основных точках (рис. 6):

- 1) область верхушки сердца, которая определяется по локализации верхушечного толчка. В точке выслушивается митральный клапан;
- 2) II межреберье у правого края грудины. Здесь выслушивается аортальный клапан;
- 3) II межреберье у левого края грудины. Здесь выслушивается клапан легочной артерии;
- 4) место прикрепления мечевидного отростка к телу грудины. Здесь выслушивается трехстворчатый клапан.



*Рис. 6. Основные точки аускультации сердца*

Обратите внимание на громкость тонов. I тон громче II на верхушке сердца (1-я точка) и в 4-й точке аускультации (там находится проекция митрального и трехстворчатого клапанов, закрытием которых и образован I тон)

II тон громче I на основании сердца – во 2-й и 3-й точках аускультации (точки проекции полулунных клапанов).

При тахикардии, особенно у детей, когда систола равна диастоле, отличить I и II тоны поможет следующий прием: аускультация в сочетании с пальпацией пульса на сонной артерии.

**2. Описать** характерные черты систолического и диастолического тонов в каждой точке прослушивания (четыре точки).

**3. Указать** компоненты формирования первого и второго тона.

**4. Сделать заключение** о соответствии тонов норме.

### *Лабораторная работа № 8*

#### *РАСЧЕТ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ СЕРДЦА В ПОКОЕ И ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ*

К показателям работы сердца, которые можно определить расчетным путем, относятся следующие: пульсовое давление (ПД), систолический объем крови, минутный объем крови, сердечный индекс, производительность сердца (ударная и минутная).

**Пульсовое давление** – это разница между двумя показателями, полученными при измерении артериального давления методом Короткова, т. е. между систолическим (верхним) и диастолическим (нижним) давлением. ПД отражает состояние сердечно-сосудистой системы и является важным диагностическим критерием многих патологий. Нормальное ПД варьируется от 30 до 50 мм рт. ст., так как диастолическое давление не должно составлять менее 25 % систолического давления. Низкое ПД (менее 30 мм рт. ст.) всегда свидетельствует о патологии сердечно-сосудистой системы. Чаще всего это следующие состояния: инфаркт миокарда, кардиосклероз, сердечная недостаточность, массивная потеря крови. Повышенное ПД считает-

ся еще более опасным состоянием, чем пониженное. Это связано с тем, что чем оно выше, тем с большей нагрузкой работает сердце. Особенно опасно АД, превышающее 60 – 70 мм рт. ст., так как в этом случае развивается и быстро нарастает гипоксия внутренних органов и головного мозга.

Важной характеристикой сердца является **ударный объем** – количество крови, выбрасываемое желудочком за одно сокращение. Ударные объемы правого и левого желудочков в норме равны и в среднем составляют 55 – 80 мл. При физической нагрузке ударный объем может достигать 120 мл у нетренированного человека и 200 мл – у спортсмена. Общее количество крови, изгоняемой левым желудочком за одну минуту работы, называется **минутным объемом** кровотока. В норме в покое он равен 4 – 6 л, а при физической нагрузке он может вырасти до 30 л.

**Сердечный индекс** – отношение минутного объема кровотока к площади поверхности тела.

**Ударная производительность сердца (УП)** – количество энергии каждого сокращения, превращаемое сердцем в работу по продвижению крови в артерии. Чем выше АД или систолический объем (СО), тем больше работа, выполняемая сердцем.

**Минутная производительность сердца (МПС)** – общее количество энергии, превращаемое в работу в течение одной минуты. В состоянии покоя сердце нагнетает от 4 до 6 л крови в минуту, за день этот показатель может достигать 8 – 10 тыс. л крови. Тяжелая работа сопровождается 4 – 7-кратным увеличением перекачиваемого объема крови.

### **Ход работы**

#### **1. Определить АД и ЧСС в покое и при физической нагрузке.**

В качестве физической нагрузки можно выполнить работу на велоэргометре или пробу Мартине (расчет нагрузки показан в работе «Оценка состояния сердечно-сосудистой системы»).

**2. Рассчитать** показатели работы сердца в покое и после физической нагрузки.

Результаты представить в виде таблицы пункта 2.7 (стр. 41).

**2.1. Определить** ПД как разницу систолического и диастолического давлений.

**2.2. Рассчитать** систолический (ударный) объем крови в покое и при нагрузке, используя формулу Старра

$$CO = 90,97 + 0,54 \cdot ПД - 0,57 \cdot ДД - 0,61 \cdot В,$$

где CO – систолический объем, мл; ПД – пульсовое давление, мм рт. ст.; ДД – диастолическое давление, мм рт. ст.; В – возраст, годы.

В норме CO в покое составляет 70 – 80 мл, а при нагрузке – от 140 до 170 мл.

Величина CO взрослого человека в покое составляет 55 – 90 мл, а при физической нагрузке может возрастать до 120 мл (у спортсменов – до 200 мл).

**2.3. Рассчитать** минутный объем крови по формуле

$$МОК = CO \cdot ЧСС.$$

где МОК – минутный объем крови (мл); CO – систолический объем (мл); ЧСС – частота сердечных сокращений (уд./мин).

Поскольку CO и ЧСС левого и правого желудочков равны, то их МОК также одинаков. Таким образом, через малый и большой круги кровообращения за один и тот же промежуток времени протекает одинаковый объем крови. В покое МОК равен 4 – 6 л, при физической нагрузке он может достигать 20 – 25 л, а у спортсменов – 30 л и более.

**2.4. Определить** сердечный индекс (СИ).

$$СИ = МОК / S \text{ (л/мин / м}^2\text{)},$$

где МОК – минутный объем кровообращения, л/мин; S – площадь поверхности тела, м<sup>2</sup>.

В норме СИ равно 3 – 4 л/мин/м<sup>2</sup>.

Площадь поверхности тела определяется по номограмме (рис. 7).

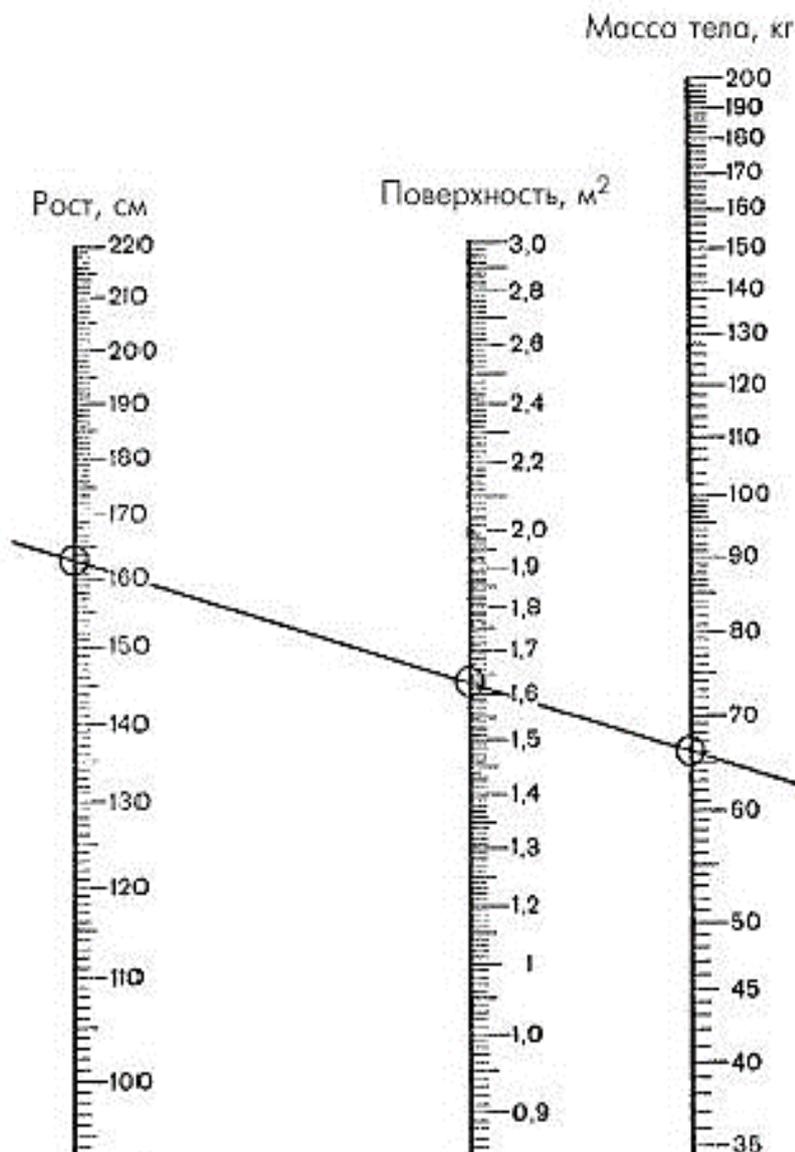


Рис. 7. Номограмма определения площади поверхности тела

**2.5. Определить УП по формуле**

$$\text{УП} = \text{СО} \cdot \text{АД}.$$

**2.6. Определить МПС.**

Она равна ударной производительности, умноженной на количество сокращений в минуту.

$$\text{МПС} = \text{УП} \cdot \text{ЧСС}.$$

## 2.7. Представить результаты в виде таблицы

Показатель	Характеристика показателя (определение и формула расчета)	Результат		Значение показателей в норме и возможные отклонения		Характеристика полученных результатов
		В покое	После физической нагрузки	В покое	После физической нагрузки	
Пульсовое давление						
Систолический объем крови						
Минутный объем крови						
Сердечный индекс						
Ударная производительность сердца						
Минутная производительность сердца						

**3. Сделать заключение** о соответствии норме показателей работы сердца в покое и после физической нагрузки.

### **Лабораторная работа № 9**

#### **АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ (ЭКГ)**

В электрокардиограмме различают: пять зубцов (*P, Q, R, S, T*) и пять интервалов (*PQ, QRS, ST, QT, RR*). О состоянии сердца судят по амплитуде зубцов (она измеряется расстоянием от изоэлектрической линии до вершины зубца) и интервалов (рис 8).

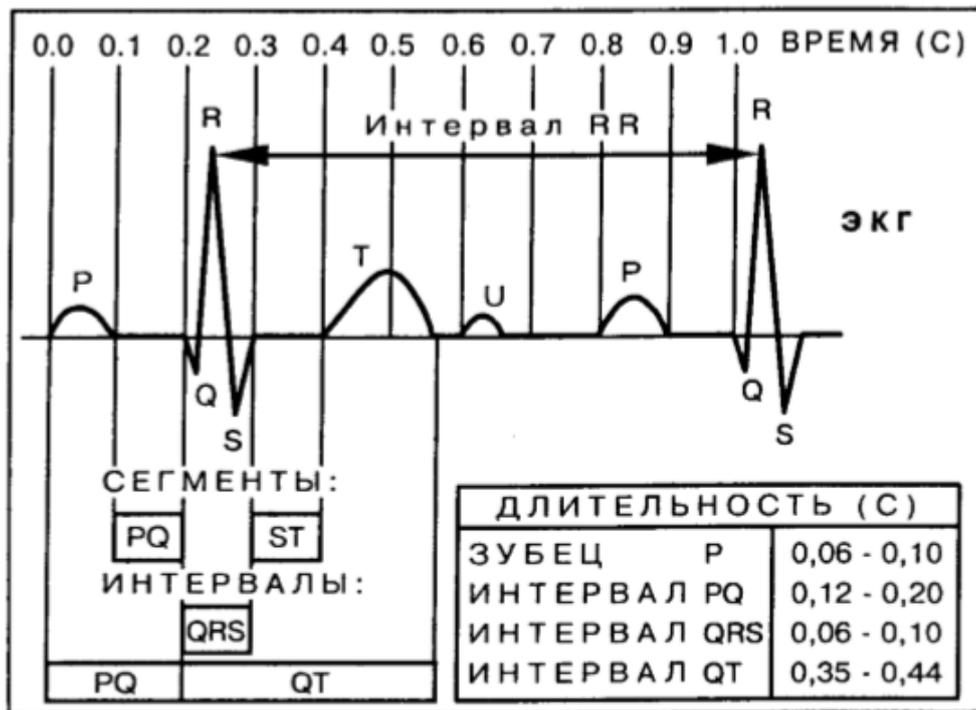


Рис. 8. Основные элементы нормальной ЭКГ и их длительность (с) при частоте сокращений сердца 75 уд./мин

**Зубец P** отражает процесс охвата возбуждением предсердий: начальная часть зубца – правого, конечная – левого и является алгебраической суммой потенциалов действия, возникающих в предсердиях, причем потенциал правого предсердия положительный, а левого – отрицательный. Амплитуда зубца P колеблется от 0,5 до 2,5 мм. В III отведении он может быть отрицательным. Общая длительность составляет 0,06 – 0,1 с.

**Интервал PQ** (от начала зубца P до начала комплекса QRS), имеет длительность 0,12 – 0,20 с. За это время возбуждение распространяется к атриовентрикулярному узлу и проводящей системе желудочков. Длительность интервала PQ зависит от ЧСС: чем она больше, тем короче интервал.

**Интервал QRS** (от начала зубца Q до конца зубца S) – желудочковый комплекс, который характеризует возбуждение (процесс деполяризации) желудочков, длительность интервала составляет 0,06 – 0,1 с.

**Зубец Q** – первый зубец желудочкового комплекса; всегда обращен вниз. Соответствует распространению возбуждения по межжелудочковой перегородке. Это наиболее непостоянный зубец из всех

зубцов ЭКГ – он может отсутствовать во всех отведениях. Его амплитуда в среднем равна 2 мм, а длительность не более 0,04 с.

**Зубец R** – самый высокий, направленный вверх зубец желудочкового комплекса. Он отражает время распространения возбуждения по боковым стенкам и поверхности обоих желудочков и основанию левого желудочка. Его амплитуда колеблется от 3 до 10 мм.

**Зубец S** – третий зубец желудочкового комплекса. Его появление свидетельствует о том, что возбуждение достигло основания желудочков и охватило всю мускулатуру желудочков. Зубец S, так же как и Q, непостоянен и направлен вниз.

Весь процесс от начала возбуждения до полного охвата возбуждением желудочков определяется интервалом *QRS* и длится в среднем от 0,04 до 0,09 сек.

**Сегмент ST** (от конца зубца S до начала зубца T) характеризует исчезновение разности потенциалов на поверхности желудочков во время их полного охвата возбуждением, поэтому в норме данный сегмент расположен практически на изолинии, отклоняясь от нее в разные стороны не более чем на 0,5 мм. Длительность интервала *ST* колеблется от 0 до 0,15 сек и зависит от всего желудочкового комплекса.

**Зубец T** – пятый и последний зубец ЭКГ; характеризует течение восстановительных процессов (процесс конечной быстрой реполяризации миокарда желудочков) в желудочках. Зубец T направлен вверх и асимметричен – его восходящее колено пологое, а нисходящее – крутое. Амплитуда зубца T в среднем колеблется от 2,5 мм до 7 мм. Длительность зубца переменна и составляет около 0,20 с. В III отведении он может быть отрицательным.

**Интервал QT** (от начала зубца Q до конца зубца T) называется **электрической систолой желудочков** и соответствует времени, в течение которого желудочки находятся в электрически активном состоянии. Продолжительность электрической систолы изменяется в зависимости от частоты сердечных сокращений, а также зависит от пола и возраста. Установлена математическая зависимость между частотой сокращений сердца и длительностью интервала *QT*. Это так называемая **должная электрическая систола**. Она выражается формулой Базетта

$$Q - T_{\text{должн.}} = K\sqrt{R - R_0}$$

где *K* – константа, равная для мужчин 0,37, для женщин – 0,39.

**Интервал  $RR$**  отражает длительность сердечного цикла в секундах. При нормальном состоянии сердца расхождения между «фактической» и «должной» систолой составляют не более 15 % в ту или другую сторону. Если эти величины укладываются в данную норму, то это говорит о нормальном распространении волны возбуждения по сердечной мышце. Несмотря на то, что зубец  $R$  находится в середине ЭКГ, его используют для расчета длительности сердечного цикла, т. к. он является наиболее выраженным. Для определения длительности сердечного цикла измеряют расстояние между вершинами двух зубцов  $RR$  и в зависимости от скорости протяжки ленты, на которой записывают ЭКГ, рассчитывают время между двумя зубцами.

Кроме длительности электрической систолы, распространение возбуждения по сердечной мышце характеризует так называемый **систолический показатель (СП)**, представляющий отношение длительности электрической систолы желудочков к продолжительности всего сердечного цикла (в процентах):

$$СП = (Q - T) / (R - R) \cdot 100 \%$$

Отклонение СП от нормы, которая определяется по той же формуле с использованием  $Q - T_{\text{должн.}}$ , не должно превышать 5 % в обе стороны.

Таким образом, определение основных зубцов и интервалов электрокардиограммы дает возможность судить о состоянии сердца.

## **Оборудование**

электрокардиограф.

## **Ход работы**

### **1. Проверить** правильность регистрации ЭКГ:

1) имеются ли обозначения отведений ЭКГ, обратить внимание на наличие разнообразных помех. Если помехи значительны, необходимо заново записать ЭКГ;

2) проверить амплитуду калибровочного сигнала (международный стандарт усиления:  $1 \text{ мВ} = 10 \text{ мм}$ );

3) оценить скорость движения бумаги во время регистрации ЭКГ. При записи ЭКГ со скоростью  $50 \text{ мм/с}$   $1 \text{ мм}$  (по горизонтали) на

бумажной ленте соответствует 0,02 с. При записи со скоростью 25 мм/с 1 мм = 0,04 с.

### *Результаты*

Запишите характеристики ЭКГ, предназначенной для анализа: калибровочный сигнал – 1 мВ = \_\_\_\_\_ мм; скорость движения бумаги \_\_\_\_\_ мм/с; 1 мм = \_\_\_\_\_ с.

**2. Определить** источник сердечного ритма (синусовый или не-синусовый ритм).

В норме регистрируется синусовый ритм, который характеризуется наличием во II стандартном отведении положительных зубцов *P*, имеющих нормальную одинаковую форму и предшествующих каждому комплексу *QRS*. Длительность интервала *PQ* в норме одинакова и равна 0,12 – 0,20 с.

### *Результаты*

Запишите наличие на ЭКГ зубцов *P* \_\_\_\_\_, их форму \_\_\_\_\_; направление \_\_\_\_\_; расположение относительно комплексов *QRS* \_\_\_\_\_; длительность *PQ* \_\_\_\_\_; одинакова ли длительность *PQ* \_\_\_\_\_; другие особенности \_\_\_\_\_.

### *Заключение*

Ритм \_\_\_\_\_.

**3. Определить** характер ритма (правильный, неправильный).

Анализ характера ритма обычно проводится по II стандартному отведению. Измеряют длительность 5 – 6 последовательно зарегистрированных интервалов *RR*. Если длительности этих интервалов равны или отличаются друг от друга не более чем на  $\pm 10\%$  от средней величины (или  $< 0,16$  с), ритм считается правильным. У здоровых молодых людей встречается синусовая дыхательная аритмия, при которой наблюдается периодическое постепенное укорочение интервалов *RR* (увеличение ЧСС) на вдохе и удлинение интервала *RR* (уменьшение ЧСС) на выдохе.

### *Результаты*

Запишите длительность пяти интервалов  $RR$ : \_\_\_\_\_;  
\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Среднее значение  $RR$   
\_\_\_\_\_; наибольшее отклонение от среднего значения \_\_\_\_\_ %.

### *Заключение*

Характер ритма \_\_\_\_\_.

#### **4. Определить** частоту сердечных сокращений.

Определение ЧСС проводится по средней длительности интервала  $RR$ , которая соответствует длительности одного сердечного цикла. Чтобы подсчитать при правильном ритме сердца ЧСС в 1 мин, необходимо 60 с (1 мин) разделить на длительность интервала  $RR$  в секундах:  $ЧСС = 60 / RR$  (в секундах). У здорового человека в покое ЧСС составляет от 60 до 80 (90) уд./мин. Увеличение ЧСС более 80 (90) уд./мин при сохранении правильного синусового ритма называется синусовой тахикардией. У здоровых людей она возникает при физических нагрузках или эмоциональном напряжении. Уменьшение ЧСС ниже 59 уд./мин при сохранении правильного синусового ритма называется брадикардией. Среди здоровых людей синусовая брадикардия часто наблюдается у спортсменов и во время сна.

### *Результаты*

Рассчитайте ЧСС по средней длительности интервала  $RR$  и сделайте заключение (нормокардия, брадикардия или тахикардия).

$ЧСС = \frac{\quad}{\quad} = \quad$  в 1 мин.

### *Заключение*

\_\_\_\_\_.

#### **5. Оценить** проводимость.

Признаком нарушения функции проводимости (замедления проведения импульса по структурам сердца) на ЭКГ является увеличение

длительности ее элементов. Для оценки проводимости измеряют длительность зубца *P*, которая характеризует время проведения возбуждения по предсердиям (в норме 0,08 – 0,1 с), длительность интервала *PQ* или *PR* (время проведения по предсердиям, атриовентрикулярному соединению и пучку Гиса, т. е. время проведения возбуждения от предсердий к желудочкам) (в норме 0,12 – 0,2 с) и общую длительность желудочкового комплекса *QRS* (проведение возбуждения по желудочкам) (в норме 0,06 – 0,1 с). Если время проведения превышает верхнюю границу нормы, считают, что проводимость снижена. Продолжительность зубцов и интервалов измеряют во II стандартном отведении.

#### *Результаты*

Длительность зубца *P*: \_\_\_\_\_ норма \_\_\_\_\_; интервала *PQ*: \_\_\_\_\_ норма \_\_\_\_\_; комплекса *QRS*: \_\_\_\_\_ норма \_\_\_\_\_. Сравните с нормой и сделайте заключение о наличии или отсутствии нарушения проводимости в различных отделах сердца.

#### *Заключение*

Проводимость \_\_\_\_\_.

#### **6. Проанализировать сегмент *ST* (рис. 9)**

Отклонение сегмента *ST* от изоэлектрической линии – это один из основных признаков ишемии (недостаточного кровоснабжения) миокарда. В норме смещение сегмента *ST* от изоэлектрической линии вверх или вниз не превышает 1 мм.

#### *Результаты*

Измеренное отклонение сегмента *ST* от изолинии составляет (используя «+» или «-»): \_\_\_\_\_ мм.

#### *Заключение*

Признаки ишемии миокарда \_\_\_\_\_.

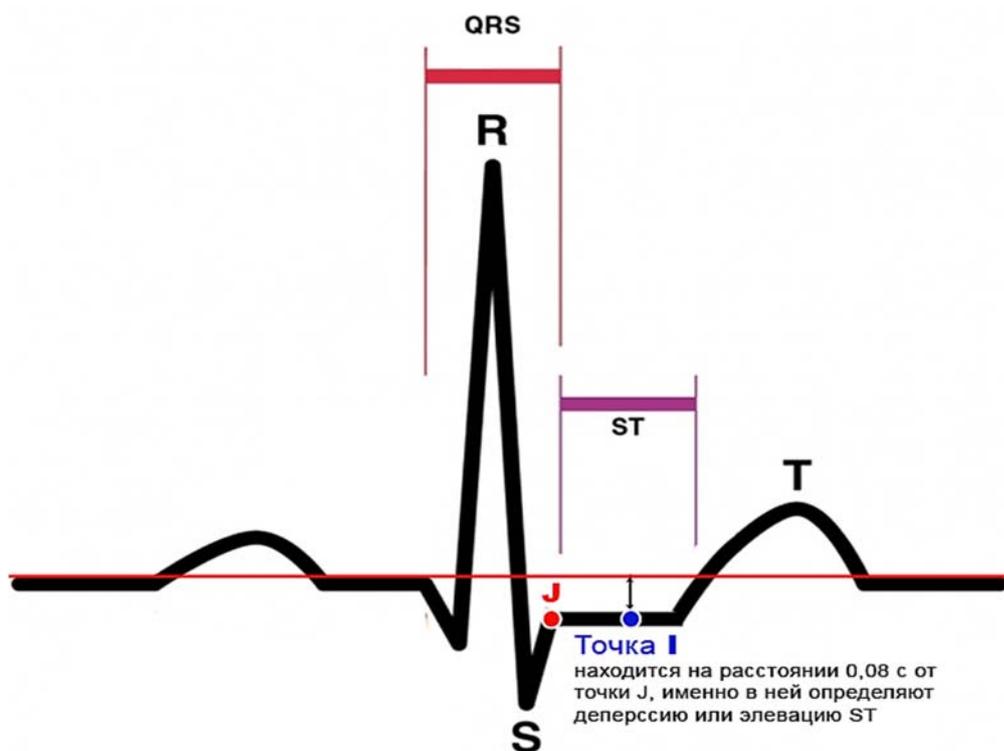


Рис. 9. Анализ сегмента ST

7. **Оценить** амплитуду зубцов ЭКГ во II стандартном отведении.

Результаты представить в виде таблицы.

Зубцы ЭКГ	Норма, мм		Получено при измерении
	min	max	
<i>P</i>	0,5	2	
<i>Q</i>	0	3	
<i>R</i>	10	20	
<i>S</i>	0	6	
<i>T</i>	2	5	

Сделать заключение о соответствии амплитуды зубцов норме.

8. **Оценить** длительность зубцов и интервалов ЭКГ во II отведении.

Результаты представить в виде таблицы.

Зубцы и интервалы	Норма, с		Получено при измерении
	min	max	
<i>P</i>	0,08	0,1	
<i>Q</i>	0	0,03	
<i>R</i>	0,03	0,09	
<i>S</i>	0	0,03	
<i>T</i>	0,05	0,25	
<i>PQ</i>	0,12	0,20	
<i>QRS</i>	0,06	0,10	
<i>QT</i>	0,30	0,40	
<i>RR</i>	0,8	1,0	

Сделать заключение.

**9. Оценить** направление зубцов ЭКГ во II отведении: зубцы направлены вверх (положительны), зубцы направлены вниз (отрицательны), зубцы отсутствуют.

*Результаты*

Зубцы \_\_\_\_\_ положительные, зубцы \_\_\_\_\_ отрицательные, зубцы \_\_\_\_\_ отсутствуют.

Сделать *заключение* о соответствии направления зубцов норме.

**10. Оценить** форму зубцов ЭКГ во II отведении: зубцы \_\_\_\_\_ острые, зубцы \_\_\_\_\_ уплощенные, наличие других форм зубцов \_\_\_\_\_ (двухфазные и др.).

**11. Сделать** общее заключение по анализу ЭКГ: ритм \_\_\_\_\_, ЧСС в 1 мин, проводимость \_\_\_\_\_, признаки ишемии миокарда \_\_\_\_\_.

## Лабораторная работа № 10

### ИЗМЕНЕНИЯ ЭКГ ПРИ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ

После физической нагрузки, особенно у детей и лиц юного возраста, зубец *P* во II и III отведениях остроконечный положительный и имеет повышенную амплитуду. Интервал *PQ* укорочен. На комплекс *QRS* нагрузка не влияет. Сегмент *ST*, как правило, опущен, причем чем выше нагрузка, тем более выражена депрессия сегмента *ST*. У лиц со здоровым сердцем депрессия сегмента *ST* бывает косовосходящей. Амплитуда зубца *T* снижается, и он имеет уплощенную форму (рис. 10).

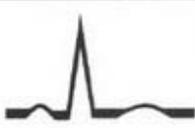
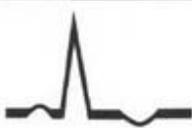
	I	II	III	IV
ЭКГ				
	Депрессии <i>ST</i> нет, <i>T</i> нормальный	Депрессии <i>ST</i> нет, <i>T</i> уплощен	Депрессии <i>ST</i> нет, <i>T</i> отрицательный, неглубокий	Косовосходящая депрессия <i>ST</i> , <i>T</i> уплощен
Интерпретация	Норма	Нет патологии	Скорее всего, нет патологии	Нет патологии

Рис. 10. Варианты с физической погрузкой без патологии

### Ход работы

1. **Произвести** запись ЭКГ в покое.
2. **Выполнить** функциональную пробу (например, пробу Мартине).
3. **Произвести** запись ЭКГ после функциональной пробы.
4. **Представить** результаты в виде таблицы.

Показатель	Нормальное изменение при физической нагрузке	Характеристика до функциональной пробы	Характеристика после функциональной пробы	Заключение
Зубец <i>P</i>	Во II и III отведениях остроконечный положительный и имеет повышенную амплитуду	(Указать форму и амплитуду)	(Указать изменение формы и амплитуды)	

Окончание таблицы

Показатель	Нормальное изменение при физической нагрузке	Характеристика до функциональной пробы	Характеристика после функциональной пробы	Заключение
Интервал <i>PQ</i>	Становится короче	(Указать продолжительность)	(Указать продолжительность)	
Комплекс <i>QRS</i>	Не изменяется	(Указать форму зубцов, продолжительность, амплитуду)	(Охарактеризовать форму зубцов, продолжительность, амплитуду)	
Сегмент <i>ST</i>	Наблюдается депрессия, т. е. происходит снижение сегмента на 1 – 3 мм, депрессия бывает косовосходящей. Чем больше нагрузка, тем более выражена депрессия	(Указать расположение)	(Указать наличие депрессии и измерить ее величину (см. рис. 9, 10))	
Зубец <i>T</i>	Амплитуда снижается, и он имеет уплощенную форму	(Указать форму и амплитуду)	(Указать изменение формы и амплитуды)	

**5. Сделать общее заключение** об изменении показателей работы сердца после физической нагрузки.

## Раздел 3. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

### *Лабораторная работа № 11*

#### *ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖИЗНЕННОЙ ЕМКОСТИ ЛЕГКИХ*

##### **Оборудование и материалы:**

спирометр сухой, весы медицинские, ростомер, кушетка, вата, спирт медицинский.

##### **Ход работы**

##### **1. Подготовить** сухой спирометр.

Заблаговременно промыть и простерилизовать мундштук (обработка мундштука может производиться ватным тампоном, смоченным медицинским спиртом), подсоединить его к спирометру. Шкалу индикатора спирометра выставить в «нулевое» положение. Обследуемый берет спирометр в правую руку, делает несколько (2 – 3) глубоких вдохов-выдохов для улучшения вентиляции легких. Затем производит максимально глубокий вдох, берет мундштук спирометра в рот и плавно максимально глубоко выдыхает.

Зарегистрировать результат измерения. Провести два повторных замера. Перед каждым замером стрелку спирометра устанавливать на нулевую отметку.

**2. Определить** должную, «нормальную» жизненную емкость легких.

Измерить свой рост без обуви и массу тела без одежды (если масса измерена в одежде, то ее следует уменьшить на 2 кг для мужчин и 1,5 кг для женщин; летом эта величина уменьшается примерно в два раза). Затем, подставив полученные значения в формулу, рассчитать теоретический объем – жизненную емкость легких (ЖЕЛ). Сравнить с измеренными значениями. Оценить уровень соответствия должной ЖЕЛ (ДЖЕЛ) и объема форсированного выдоха нормальным значениям.

Расчетные формулы:

*Мальчики 8 – 12 лет*

$\text{ДЖЕЛ(л)} = \text{Рост (см)} \cdot 0,052 - \text{Возраст (лет)} \cdot 0,022 - 4,6;$

*Мальчики 13 – 16 лет*

$\text{ДЖЕЛ(л)} = \text{Рост (см)} \cdot 0,052 - \text{Возраст (лет)} \cdot 0,022 - 4,2;$

*Девочки 8 – 16 лет*

$$\text{ДЖЕЛ(л)} = \text{Рост (см)} \cdot 0,041 - \text{Возраст (лет)} \cdot 0,018 - 3,7;$$

*Взрослые мужчины*

$$\text{ДЖЕЛ(л)} = \text{Рост (см)} \cdot 0,052 - \text{Возраст (лет)} \cdot 0,022 - 3,6;$$

*Взрослые женщины*

$$\text{ДЖЕЛ(л)} = \text{Рост (см)} \cdot 0,041 - \text{Возраст (лет)} \cdot 0,018 - 2,68.$$

**3. Сделать заключение о** соответствии жизненной емкости легких норме.

### ***Лабораторная работа № 12***

#### ***ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕЛА НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ОСТАТОЧНУЮ ЕМКОСТЬ ЛЕГКИХ***

##### **Оборудование:**

спирометр, кушетка.

##### **Ход работы**

Испытуемый располагается на кушетке, отдыхает 5 – 10 мин. После этого его просят сделать максимально глубокий вдох и полный усиленный выдох в спирометр. Нос при этом зажимают специальным зажимом или пальцами руки. Измеренный таким образом объем выдоха составляет жизненную емкость легких лежа – ЖЕЛ<sub>л</sub>.

Испытуемый встает, замер повторяется стоя – ЖЕЛ<sub>с</sub>.

1. *Рассчитать* функциональную остаточную емкость легких (ФОЛ):

$$\text{ФОЛ} = \text{ЖЕЛ}_с - \text{ЖЕЛ}_л.$$

Должно быть отмечено увеличение жизненной емкости легких в вертикальном положении, что обусловлено увеличением резервного объема выдоха за счет опускания органов брюшной полости и диафрагмы под действием силы тяжести.

2. *Сделать заключение* об изменении жизненной емкости легких в вертикальном положении.

#### **Раздел 4. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА И АДАПТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДУЛЯ «ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА»**

Наиболее чувствительным индикатором адаптационных процессов признана система кровообращения. Ритм и сила сердечных сокращений, регулируемые симпатическим и парасимпатическим отделами вегетативной нервной системы, мгновенно отзываются на любые изменения среды и широко используются для характеристики адаптационных резервов, регуляторных механизмов и уровня стресса. Наиболее удобным показателем оценки эффективности взаимодействия сердечно-сосудистой и других систем организма в настоящее время признана вариабельность сердечного ритма. Методика анализа вариабельности сердечного ритма стала популярна, и ее широко применяют в функциональной диагностике благодаря тому, что она является оперативной и неинвазивной. Данный анализ позволяет дать общую оценку состояния человека, поскольку характеризует жизненно важные показатели управления физиологическими функциями организма (функциональные резервы и вегетативный баланс).

Анализ параметров вариабельности сердечного ритма и адаптационного состояния можно выполнить на программно-аппаратном комплексе (ПАК) «Здоровье-экспресс».

#### **Сердечный ритм и механизмы его регуляции**

##### *Сердечный ритм*

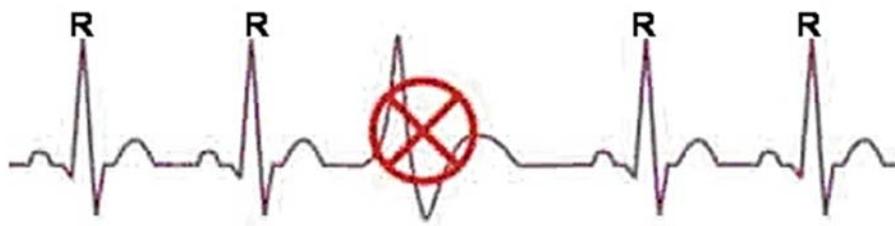
Ритм сердца определяется свойством автоматизма (способность клеток проводящей системы сердца спонтанно активироваться и вызывать сокращение миокарда). Автоматизм обусловлен возникновением спонтанной деполяризации клеток синусового узла. Обычная частота синусового импульсообразования – от 60 до 100 уд./мин. Колебания ЧСС связаны, с одной стороны, с собственной активностью синусового узла, а с другой – с влиянием вышестоящих центров регуляции.

Управление работой сердечно-сосудистой системы основано на иерархическом принципе. Каждый нижний уровень в нормальных условиях функционирует автономно. Роль центральных механизмов в

регуляции усиливается по мере того, как автономные не справляются со своими задачами. Это происходит в случае, когда необходимо адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды или при развитии патологического процесса. Цель данной регуляции – сохранение гомеостаза, а осуществляется она посредством нервных и гуморальных механизмов. Степень вмешательства центральных механизмов в автономную регуляцию зависит от требований, которые предъявляет окружающая среда, или степени развития патологии.

Следовательно, вариабельность сердечного ритма представляет собой один из наиболее удобных показателей для оценки функционального состояния человека и его адаптационных резервов, ритм отражает управление физиологическими функциями организма человека.

Принцип донозологической диагностики методом анализа вариабельности сердечного ритма основан на распознавании, измерении и математическом анализе временных интервалов между *RR* зубцами электрокардиограммы (рис. 11).



*Рис. 11. RR зубцы ЭКГ*

На основании данных электрокардиограммы осуществляется построение динамического ряда кардиоинтервалов и последующего визуального и математического анализа полученных данных.

### *Регуляция сердечного ритма*

В норме основное модулирующее влияние на сердечный ритм оказывает вегетативная нервная система (рис. 12). Влияние парасимпатической нервной системы реализуется через блуждающие нервы. Правый блуждающий нерв иннервирует преимущественно синусовый узел и способствует уменьшению частоты сердечных

сокращений, а левый блуждающий нерв влияет преимущественно на атриовентрикулярный узел и вызывает в нем замедление проведения нервного возбуждения.

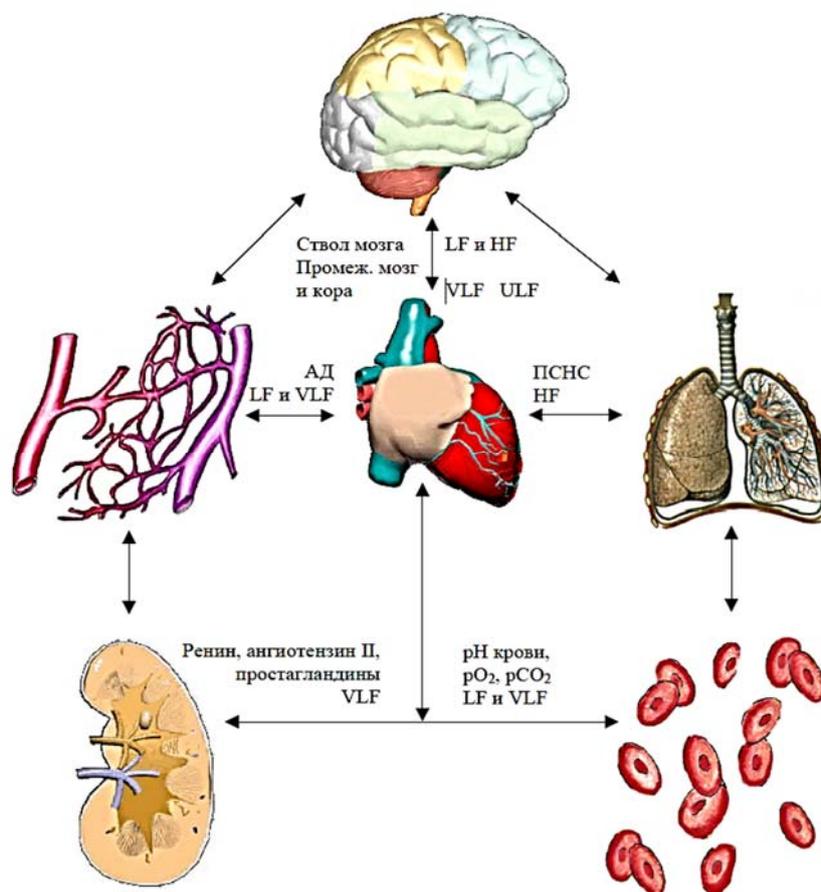


Рис. 12. Регуляция сердечного ритма

Влияние симпатической нервной системы (СНС) приводит к увеличению частоты сердечных сокращений и реализуется через веточки симпатических нервов. Переднюю поверхность желудочков и синусовый узел преимущественно иннервируют симпатические веточки правой стороны, а заднюю поверхность желудочков и атриовентрикулярный узел – ветви левой стороны.

Центральная регуляция ритма сердца осуществляется стволем мозга, промежуточным мозгом и корой больших полушарий. В ретикулярной формации продолговатого мозга расположены кардиостимулирующий и вазоконстрикторный симпатические центры и парасимпатический кардиоингибиторный центр. Каудальные отделы гипоталамуса повышают активность СНС, в результате чего повышает-

ся артериальное давление, частота сердечных сокращений и сердечный выброс, а ростральные отделы вызывают противоположные эффекты. Гипоталамус осуществляет и гуморальное воздействие на ритм сердца через регуляцию функций гипофиза.

Кора головного мозга – это высший центр регуляции сердечного ритма, который реализует свои влияния через нижележащие отделы центральной нервной системы (ЦНС). Кора правого полушария оказывает на вариабельность сердечного ритма большее влияние, чем кора левого полушария. Избыточная активизация коры левого полушария может вызывать аритмогенный эффект.

При изменении некоторых физиологических показателей организма могут активизироваться отдельные виды рефлекторной регуляции ритма сердца.

Каждый уровень регуляции сердечного ритма характеризуется определенной периодической генерируемых колебаний.

Колебания импульсов ПСНС вызывают изменения сердечного ритма с частотой 0,40 – 0,15 Гц, формируя так называемые быстрые, или дыхательные, высокочастотные волны (*HF*). Волны, обусловленные колебаниями активности СНС, имеют частоту в диапазоне 0,15 – 0,04 Гц и называются низкочастотными (*LF*) (вероятно, что эти волны формируются как при участии симпатической, так и парасимпатической нервной системы). Гуморально-метаболическая система (ренин-ангиотензиновая система, гормоны гипофиза и щитовидной железы, содержание электролитов и др.) вызывает колебания сердечного ритма с частотой 0,04 – 0,0033 Гц, формируя волны очень низкой частоты (*VLF*).

Таким образом, на продолжительность каждого *RR*-интервала влияет одновременно несколько внешних и внутренних факторов.

### **Кардиоинтервалограмма**

Динамический ряд кардиоинтервалов графически обычно представляют в виде кардиоинтервалограммы. Кардиоинтервал изображается в виде вертикальной линии, высота которой соответствует длительности *RR*-интервала (рис. 13).

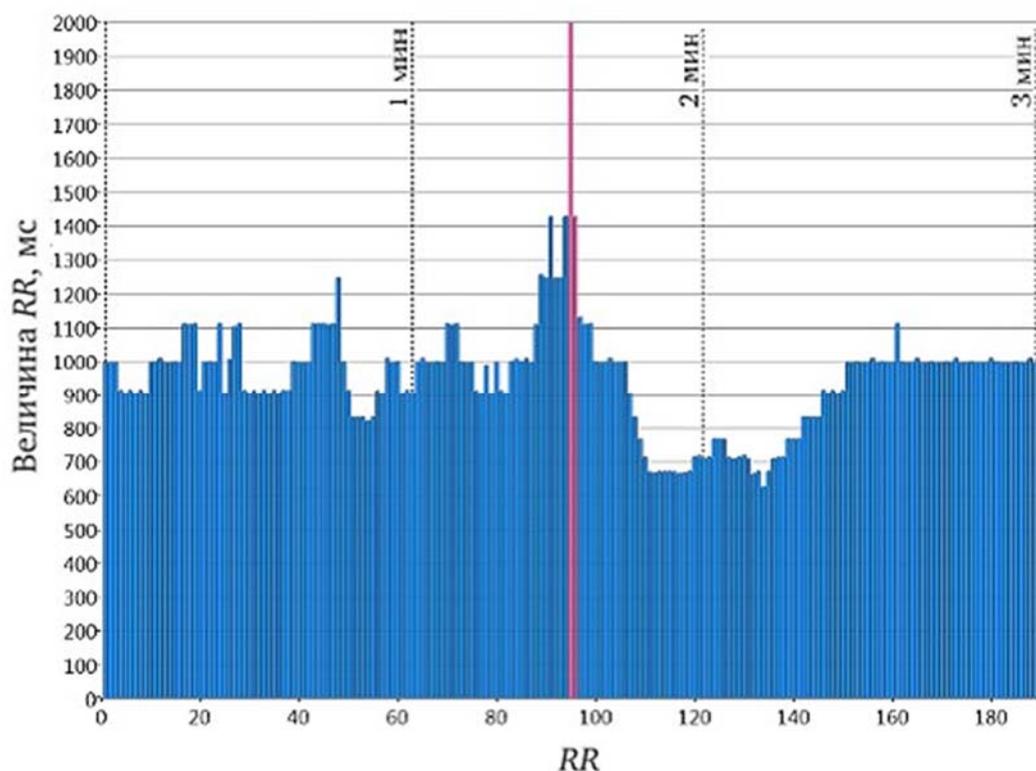


Рис. 13. Кардиоинтервалограмма

### Лабораторная работа № 13

#### ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

**Математическое ожидание ( $rNN$ )** – среднее значение всех  $RR$  интервалов в выборке. Полностью коррелирует с показателем ЧСС. Повышение  $rNN$  в большинстве случаев отражает преобладание тонуса ПНС и указывает на высокие функциональные возможности сердечно-сосудистой системы. Снижение  $rNN$  характеризует активизацию более высоких уровней регуляции сердечного ритма, что бывает во время физической нагрузки, при стрессе или заболеваниях сердечно-сосудистой системы. Среднее значение у здоровых взрослых людей: мужчины –  $(0,94 \pm 0,03)$  с, женщины –  $(0,77 \pm 0,06)$  с.

**Max** – значение самого продолжительного интервала  $RR$ ; отражает активность парасимпатической нервной системы.

**Min** – значение самого короткого интервала  $RR$ ; отражает активность симпатической регуляции.

**Доверительный интервал** – величина, показывающая доверительные границы средней арифметической величины, выход за пределы которых имеет незначительную вероятность. Зависит от ошибки репрезентативности, среднего квадратического отклонения и количества анализируемых кардиоинтервалов.

**Дисперсия** – среднее из отклонений индивидуальных значений признака, возведенных в квадрат, от средней величины, т. е. это квадрат среднего квадратического отклонения. Отражает суммарную мощность всех периодических и непериодических колебаний. Дисперсия при нагрузке у здоровых людей остается неизменной или незначительно снижается. При заболеваниях сердечно-сосудистой системы дисперсия либо значительно снижается, либо (существенно реже) парадоксально повышается. Среднее значение у здоровых людей:  $0,006 \pm 0,00086$ .

**Частота сердечных сокращений (HR)** – отражает суммарный эффект регуляции ритма сердца. Среднее значение у здоровых взрослых людей: 60 – 90 уд./мин.

**Среднее квадратичное отклонение (стандартное отклонение всех RR интервалов, SDNN)** – интегральный показатель; отражает суммарный эффект влияния на синусовый узел симпатического и парасимпатического отделов ВНС. Повышение свидетельствует о смещении вегетативного равновесия в сторону преобладания ПСНС. Снижение свидетельствует о смещении вегетативного равновесия в сторону преобладания СНС. Среднее значение у здоровых людей до 25 лет:  $(70 \pm 10)$  мс; (26 – 40) лет: мужчины –  $(60 \pm 6)$  мс, женщины –  $(60 \pm 5)$  мс; старше 40 лет: мужчины –  $(60 \pm 8)$  мс, женщины –  $(50 \pm 4)$  мс.

**Коэффициент вариации (CV)** – по физиологическому смыслу не отличается от среднего квадратичного отклонения, но является нормированным по частоте сердечных сокращений. Вычисляется отношением  $\sigma / X_{\text{ср.}} \cdot 100 \%$ .

**rMSSD** – среднеквадратичное различие между продолжительностью смежных синусовых интервалов RR.

**pNN50** – процент последовательных интервалов NN, различающихся на 50 и более миллисекунд.

$AVNN$  (мс) – средняя длительность нормированного интервала  $RR$  ( $NN$ ).

$SDSD$  – стандартное отклонение разниц между последовательными  $RR$  интервалами.

$As$  (**коэффициент асимметрии**) – отражает степень стационарности исследуемого динамического ряда, а также наличие и выраженность переходных процессов.

$Ex$  (**эксцесс**) – отражает скорость (крутизну) изменения случайных нестационарных компонентов динамического ряда и в большей мере характеризует локальные нестационарности.

### Оборудование

ПАК «Здоровье-экспресс» (рис. 14), модуль «Вариабельность сердечного ритма».



Рис. 14. ПАК «Здоровье-экспресс»

## **Ход работы**

**1. Определить** параметры variability сердечного ритма с использованием ПАК «Здоровье-экспресс» (модуль «Вариабельность сердечного ритма»).

**2. Провести** анализ variability сердечного ритма по следующим статистическим показателям:

- частота сердечных сокращений ( $HR$ );
- значение самого продолжительного  $RR$  интервала ( $Max$ );
- значение самого короткого  $RR$  интервала ( $Min$ );
- средняя длительность нормированного интервала  $RR$  ( $AVNN$ );
- процент последовательных интервалов  $NN$ , различающихся на 50 и более миллисекунд ( $pNN50$ );
- стандартное отклонение  $RR$  интервалов ( $SDNN$ ).

**3. Сделать заключение** о соответствии показателей variability сердечного ритма норме.

## **Лабораторная работа № 14**

### **АНАЛИЗ ГИСТОГРАММЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РИТМА СЕРДЦА**

#### **Анализ гистограммы**

Под гистограммой понимается графическое изображение сгруппированных значений сердечных интервалов, где по оси абсцисс откладываются временные значения, по оси ординат – их количество (рис. 15). В многолетней практике сложился традиционный подход к группировке кардиоинтервалов в диапазоне от 400 до 1300 мс с интервалом в 50 мс. Таким образом, выделяются 20 фиксированных диапазонов длительностей кардиоинтервалов, что позволяет сравнивать вариационные пульсограммы, полученные разными исследователями на разных этапах исследований.

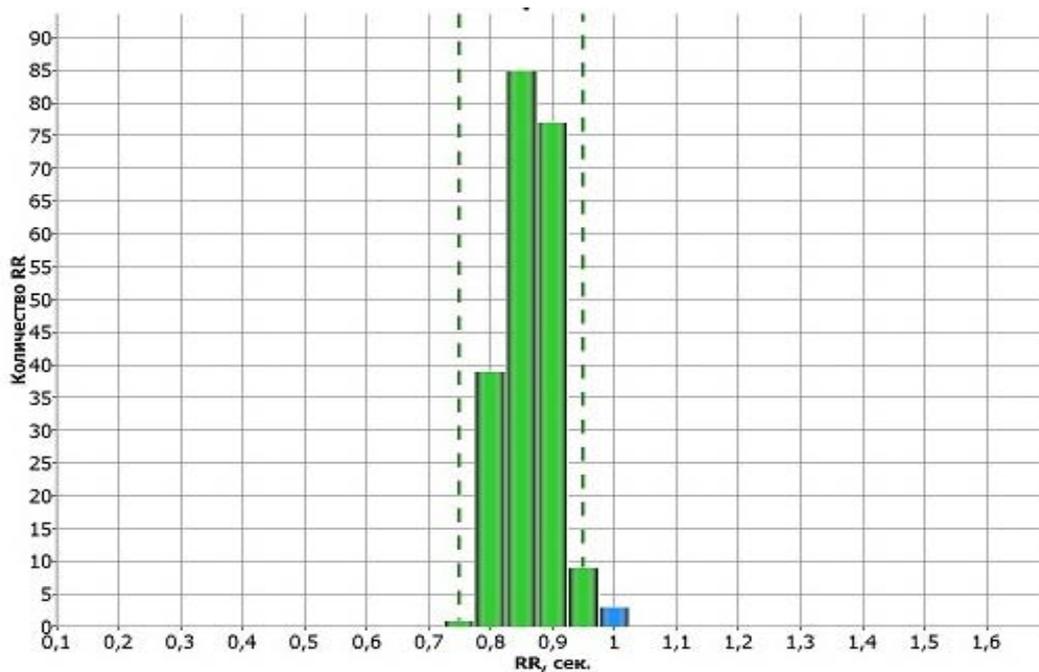


Рис. 15. Гистограмма распределения ритма сердца

#### *Типы гистограмм распределения ритма сердца*

1. Нормальная гистограмма, близкая по виду к кривым Гаусса, типична для здоровых людей в состоянии покоя.

2. Асимметричная – столбец, соответствующий моде, расположен ближе к правому или левому краю изображения, указывает на нарушение стационарности процесса, наблюдается при переходных состояниях.

3. Эксцессивная – характеризуется очень узким основанием и заостренной вершиной, регистрируется при выраженном стрессе, патологических состояниях.

4. Многовершинная – обусловлена наличием несинусового ритма (мерцательная аритмия, экстрасистолия), а также множественными артефактами.

5. Амодальная – имеет хаотичное расположение столбцов, не позволяя выделить моду. Такой график встречается при фибрилляции предсердий, частой политопной экстрасистолии и множественных артефактах записи. Характеризуется высокой изменчивостью.

Столбцы гистограммы раскрашиваются в зависимости от минимального значения  $RR$  интервалов в диапазоне каждого из столбцов. Например, столбцы в диапазоне до 0,7 с (ЧСС – более 85 уд./мин) раскрашиваются красным цветом (относительная тахикардия), в диа-

пазоне 0,7 – 1,0 с (ЧСС – от 85 до 60 уд./мин) – зеленым цветом (нормокардия), а столбцы, минимальное значение которых равно 1 с и более (ЧСС – менее 60 уд./мин), – синим цветом (относительная брадикардия).

Гистограммы отличаются параметрами моды, амплитуды моды, вариационным размахом, а также по форме, симметрии, амплитуде. Достаточно полно вариационная кривая может быть описана параметрами асимметрии (*As*), эксцесса (*Ex*), моды (*Mo*) и амплитуды моды (*AMo*).

*Показатели, являющиеся числовыми характеристиками гистограммы*

Для определения степени адаптации сердечно-сосудистой системы к случайным или постоянно действующим факторам и оценки адекватности процессов регуляции используется ряд параметров и индексов, рассчитанных по параметрам variability сердечного ритма.

1. ***Mo*** – диапазон значений наиболее часто встречающихся *RR* интервалов. Указывает на доминирующий уровень функционирования синусового узла. В норме от 0,7 до 0,9 с.

2. ***AMo*** – отношение количества *RR* интервалов со значениями, равными *Mo*, к общему количеству *RR* интервалов (в процентах). Данный показатель отражает степень ригидности ритма. Нормальные значения от 30 до 50 %. Повышение указывает на возрастание активности СНС и высокую мобилизацию органов системы кровообращения. Снижение указывает на повышение активности ПНС и относительно слабую централизацию управления сердечным ритмом. Значения амплитуды моды:

более 80 % – крайне высокая цена адаптации на фоне истощения энергетика, указывает на возможность кризиса;

более 50 % – высокая цена адаптации, связанная с течением основного заболевания или напряженного периода жизни;

менее 30 % – избыток ресурсов адаптации;

менее 15 % – дизрегуляторная патология, возникшая на фоне инертности систем мобилизации энергетика.

3. Вариационный размах (***ВР***) – разность максимальных и минимальных значений *RR* интервалов. ***ВР*** рассматривается как парасимпатический показатель. Нормальные значения от 0,15 до 0,45 с.

## Ход работы

1. **Выполнить** анализ гистограммы и определить ее тип.
2. **Оценить** следующие параметры, являющиеся числовыми характеристиками гистограммы:
  - $M_0$ ,
  - $AM_0$ ,
  - $BP$ .
3. **Сделать заключение** о характере гистограммы.

## Лабораторная работа № 15

### СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Применение спектрального анализа позволяет количественно оценить влияние на работу сердца различных регуляторных систем.

Спектральный анализ дает информацию о распределении мощности в зависимости от частоты колебаний (рис. 16).

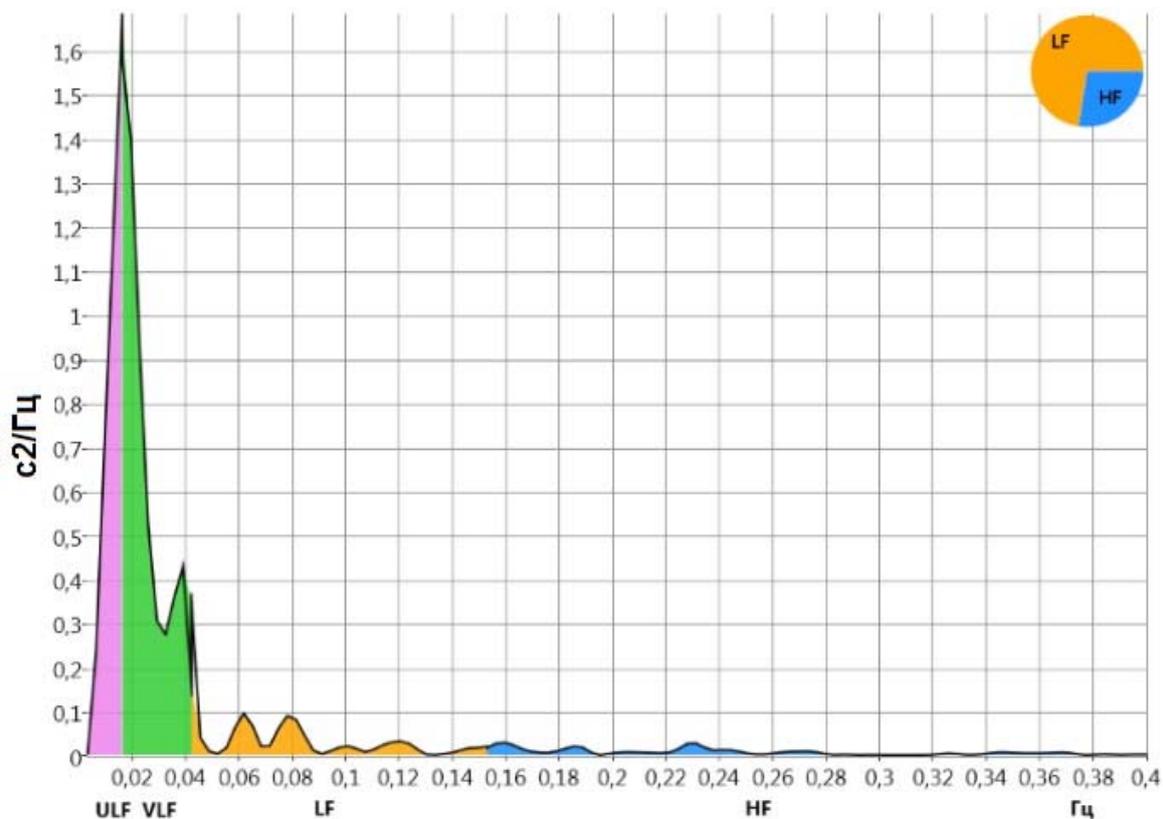


Рис. 16. Спектральный анализ сердечного ритма

Выделяют три основных спектральных компонента, которые соответствуют колебаниям ритма сердца различной периодичности.

Спектральные компоненты бывают:

1) *высокочастотными, т. е. быстрыми, дыхательными (High Frequency, HF)*, в диапазоне от 0,4 до 0,15 Гц. Высокочастотные колебания, сопряженные с дыханием, порождаются колебанием активности парасимпатической системы. Дыхательная составляющая свидетельствует о парасимпатической активности. Этот диапазон характеризует расслабление сердечной мышцы, отдых, восстановление сил.

Обычно дыхательная составляющая (*HF*) занимает 15 – 25 % суммарной мощности спектра. Среднее абсолютное значение у здоровых людей в покое ( $975 \pm 203$ ) мс<sup>2</sup>. Снижение этой доли до 8 – 10 % указывает на смещение вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела. Если же величина *HF* падает ниже 2 – 3 %, то можно говорить о резком преобладании симпатической активности;

2) *низкочастотными (Low Frequency, LF)*, в диапазоне от 0,15 до 0,04 Гц. Обусловлены колебанием симпатической нервной системы. Низкочастотная составляющая рассматривается как одно из проявлений координации центральной и вегетативной нервной системы при различных возмущающих воздействиях на организм. Данный диапазон характеризует расход сил.

В норме процентная доля этих волн в положении «лежа» составляет от 15 до 35 – 40 %. Среднее абсолютное значение у здоровых людей в покое: ( $1170 \pm 416$ ) мс<sup>2</sup>. Высокие абсолютные значения наблюдаются у здоровых людей;

3) *очень низкочастотными (Very Low Frequency, VLF)*, в диапазоне от 0,04 до 0,003 Гц. Отражают гуморально-метаболические влияния. Самая медленная система регуляции кровообращения – это гуморально-метаболическая система. Она связана с активностью как циркулирующих гормонов в крови, так и активных веществ в самой ткани (тканевых гормонов). Ее регулирующее влияние связано со следующей активностью тканей: одно колебание в минуту и реже, что соответствует диапазону частот менее 0,04 Гц. По мнению многих исследователей, *VLF* отражает уровень основного обмена, терморегуляции, эрготропных функций.

В норме мощность *VLF* составляет 15 – 30 % от суммарной мощности спектра. Среднее абсолютное значение у здоровых людей:  $(765 \pm 410) \text{ мс}^2$ . Высокий по сравнению с нормой уровень *VLF* можно трактовать как гиперадаптивное состояние; сниженный уровень *VLF* указывает на энергодефицитное состояние.

При анализе длительных записей выделяют также еще и ультранизкочастотный компонент – *Ultra Low Frequency (UULF)* с частотами ниже 0,003 Гц.

**Общая мощность спектра (*TP, TF*)** отражает суммарный эффект воздействия на сердечный ритм всех уровней регуляции. Высокие значения характерны для здоровых людей и отражают хорошее функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, однако сверхвысокие значения этого показателя, например повышение *TP* более, чем на  $16000 \text{ мс}^2$ , характерны для некачественной записи или наличия эктопических ритмов.

Среднее абсолютное значение у здоровых людей в покое:  $(3446 \pm 1018) \text{ мс}^2$ . Снижение наблюдается при понижении адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы, низкой стрессовой устойчивости организма.

**Индекс централизации (*IC*)** показывает отношение активности центрального контура регуляции к автономному и вычисляется делением суммы мощностей низкочастотных волн к мощности волн высокой частоты:

$$(LF + VLF) / HF.$$

Максимальное значение у здоровых людей в покое: 3.

**Индекс вагосимпатического взаимодействия (*LF/HF*)** характеризует соотношение симпатического и парасимпатического влияний. При повышении тонуса симпатического отдела данный показатель возрастает, при ваготонии – наоборот. Среднее абсолютное значение у здоровых людей 0,7 – 1,5.

### **Ход работы**

**1. Провести** спектральный анализ по следующим показателям:

– мощность высокочастотных волн (*High Frequency, HF*), 0,4 – 0,15 Гц,

– мощность низкочастотных волн (*Low Frequency, LF*), 0,15 – 0,04 Гц,

- мощность очень низкочастотных волн (*Very Low Frequency, VLF*), 0,04 – 0,003 Гц,
- общая мощность спектра,
- индекс централизации,
- индекс вагосимпатического взаимодействия.

**2. Сделать заключение** о соответствии показателей норме.

### *Лабораторная работа № 16*

#### *ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ РЕГУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ И СТЕПЕНИ АДАПТАЦИИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ*

Для определения степени адаптации сердечно-сосудистой системы и оценки адекватности процессов регуляции используют ряд параметров, являющихся производными классических статистических показателей.

1. *Индекс напряжения (ИН) регуляторных систем (стресс-индекс, индекс Баевского)* рассчитывается по формуле

$$\text{ИН} = \text{АМо} / (2 \text{Мо} \cdot \text{ВР}).$$

Индекс характеризует баланс симпатической и парасимпатической систем регуляции. В норме он составляет 80 – 150 ед. Показатель чувствителен к усилению тонуса СНС. Небольшая нагрузка (физическая или эмоциональная) увеличивает ИН в 1,5 – 2 раза. При значительных нагрузках он возрастет в 5 – 10 раз. У больных с постоянным напряжением регуляторных систем ИН в покое равен 400 – 600 усл. ед. У больных с приступами стенокардии и инфарктом миокарда ИН в покое достигает 1000 – 1500 ед.

2. *Индекс вегетативного равновесия (ИВР)* – соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов ВНС; рассчитывается по формуле

$$\text{ИВР} = \text{АМо} / \text{ВР}.$$

Значение ИВР увеличивается при мобилизации симпатического отдела ВНС и снижается при усилении функции парасимпатического отдела ВНС. Физиологическое значение индекса вегетативного равновесия:

менее 30 – выраженная инертность и пассивность, явная доминанта парасимпатического отдела;

от 30 до 100 – незначительное преобладание парасимпатического отдела, расслабление;

от 100 до 350 – норма, вегетативный баланс находится в равновесии;

от 350 до 1300 – напряжение, домината симпатического отдела;

более 1300 – крайняя степень напряжения симпатического отдела на фоне истощения энергии.

3. Показатель адекватности процессов регуляции (ПАПР) рассчитывается по формуле

$$\text{ПАПР} = A M_o / M_o.$$

Отражает соответствие между активностью парасимпатического отдела ВНС и ведущим уровнем функционирования синусового узла, позволяет судить об избыточной или недостаточной централизации управления ритмом для данной частоты пульса. Нормальные значения ПАПР: 35 – 70 ед. Недостаточная централизация проявляется увеличением данного показателя.

4. Показатель активности регуляторных систем.

Для комплексного анализа параметров variability сердечного ритма Р. М. Баевским была предложена методика расчета показателя активности регуляторных систем (ПАРС) по пяти критериям.

Ниже представлены критерии для оценки отдельных состояний и характеристик системы регуляции ритма сердца по данным его математического анализа (табл. 9).

Таблица 9

*Критерии для оценки состояний и характеристик системы регуляции ритма сердца*

Характеристика системы регуляции	Критерий для оценки
<b>А. Суммарный эффект регуляции</b>	<i>rNN</i>
+2 Выраженная тахикардия	< 0,66
+1 Умеренная тахикардия	< 0,80
0 Нормокардия	0,8...1,0
-1 Умеренная брадикардия	> 1,00
-2 Выраженная брадикардия	> 1,20

Характеристика системы регуляции	Критерий для оценки		
<b>Б. Автоматизм сердца</b>	<i>SDNN</i>	<i>dX</i>	<i>CV</i>
+2 Стабильный ритм	< 0,02	< 0,10	$M < 2,0$
+1 Выраженная синусовая аритмия	> 0,10	> 0,30	$rNN > 8,0$
0 Умеренная синусовая аритмия	0,1	$rNN \dots 0,3$	$rNN$
-1 Нарушение автоматизма умеренное		> 0,45	$rNN$
-2 Нарушение автоматизма выраженное	> 0,10	> 0,60	$rNN > 8,0$
<b>В. Вегетативный гомеостаз</b>	<i>dX</i>	<i>AMo</i>	<b>ИН</b>
+2 Выраженное преобладание СНС	< 0,06	> 80	> 500
+1 Умеренное преобладание СНС	< 0,15	> 50	> 200
0 Вегетативный гомеостаз сохранен	0,15...0,3	30...50	50...200
-1 Умеренное преобладание ПСНС	> 0,30	< 30	< 50
-2 Выраженное преобладание ПСНС	> 0,50	< 15	< 25
<b>Г. Устойчивость регуляции</b>	<i>CV</i>		
+2 Дисрегуляция	< 3,0		
0 Устойчивая регуляция	3,0...6,0		
+2 Дисрегуляция	> 6,0		
<b>Д. Активность подкорковых нервных центров (ПНЦ)</b>	<i>VLF / TF</i>	<i>LF / TF</i>	<i>HF / TF</i>
+2 Выраженное усиление активности ПНЦ, %	> 70	> 25 %	< 5
+1 Умеренное усиление активности ПНЦ, %	> 60	–	< 20
0 Нормальная активность ПНЦ, %	40...60	–	20...30
-1 Умеренное ослабление активности ПНЦ, %	< 40	–	> 30
-2 Выраженное ослабление активности ПНЦ, %	< 20	–	> 40

Суммарный эффект регуляции оценивают по частоте пульса или математическому ожиданию ( $rNN$ ) с выделением состояний выраженной тахикардии, умеренной тахикардии, нормокардии, умеренной брадикардии, выраженной брадикардии.

Функцию автоматизма характеризуют величинами среднеквадратического отклонения ( $SDNN$ ), вариационного размаха ( $dX$ ) и коэффициента вариации ( $CV$ ) с выделением состояний стабильного ритма, выраженной синусовой аритмии, умеренной синусовой аритмии, нарушения умеренного и выраженного автоматизма. Для уточнения состояний функции автоматизма используются результаты анализа принадлежности интервалов сердечного ритма к номотопному ритму.

Вегетативный гомеостаз оценивают по значениям вариационного размаха ( $dX$ ), амплитуды моды и индексу напряжения с определением состояний умеренного или выраженного преобладания СНС, сохранения вегетативного гомеостаза, умеренного или выраженного преобладания ПСНС, вариации ( $CV$ ), определяя состояние устойчивой регуляции или дисрегуляции.

Код показателя активности ПНЦ формируется на основе относительных мощностей дыхательных волн и волн первого и второго порядка ( $VLF / TF$ ,  $LF / TF$ ,  $HF / TF$ , где  $TF = VLF + LF + HF$ ) с выделением состояний выраженного усиления активности ПНЦ, умеренного усиления активности ПНЦ, нормальной активности ПНЦ, умеренного ослабления активности и выраженного ослабления активности ПНЦ.

Для общей характеристики активности регуляторных систем формируется показатель в виде суммы оценок (по модулю) отдельных состояний и характеристик системы регуляции ритма сердца (критериев) – ПАРС:

$$\text{ПАРС} = |A| + |B| + |B| + |Г| + |Д|.$$

ПАРС характеризует активность регуляторных систем в целом, которая зависит от общей реакции организма на воздействие факторов окружающей среды. Величина ПАРС определяется в условных баллах (в диапазоне от 0 до 10).

##### *5. Интерпретация результатов.*

Специфика регуляции сердечной активности со стороны ЦНС обеспечивает возможность получения прогностической информации не только о деятельности сердца, но и об изменении состояния всего организма в целом, поскольку нервная и гуморальная регуляции кровообращения изменяются раньше, чем выявляются энергетические, метаболические и гемодинамические нарушения. Для интерпретации результатов используется лестница состояний, в которой отражена балльная оценка функциональных состояний регуляторных систем (рис. 17, табл. 10).



*Рис. 17. Лестница состояний (балльные оценки функциональных состояний)*

Таблица 10

*Функциональное состояние и уровень напряжения регуляторных систем*

Функциональное состояние	Уровень напряжения регуляторных систем
Норма	1 – оптимальный уровень
	2 – нормальный уровень
	3 – умеренное функциональное напряжение
Донозологические состояния	4 – выраженное функциональное напряжение
	5 – резко выраженное функциональное напряжение
Преморбидные состояния	6 – перенапряжение регуляторных механизмов
	7 – резко выраженное перенапряжение
Срыв адаптации	8 – истощение регуляторных систем
	9 – резко выраженное истощение
	10 – срыв механизмов регуляции

Различают два варианта состояний функционального напряжения: с преобладанием активности адренергических механизмов регуляции или с преобладанием активности холинергических механизмов регуляции.

Адренергические механизмы – это симпатический отдел вегетативной нервной системы, активирующий ПНЦ, симпатоадреналовая система с ее сложным комплексом нейрогуморальных механизмов, включая систему «гипофиз-надпочечники».

Холинергические механизмы представлены парасимпатическим отделом вегетативной нервной системы и тормозящими (ингибирующими) нервными центрами подкорковой области.

Адренергические механизмы выполняют мобилизующую роль, обеспечивая расходование энергии с целью противодействия стрессовым воздействиям. Холинергические механизмы тормозят расходование энергии, активно сохраняют функциональные резервы, обеспечивают восстановление ресурсов организма. В норме адренергические и холинергические механизмы действуют согласованно, дополняя друг друга. При функциональном напряжении, особенно выраженном, возникает их разлад, который достигает максимума в состоянии истощения и астенизации регуляторных систем. Однако уже при умеренном функциональном напряжении могут активироваться (кроме адренергических), и холинергические механизмы. Это чаще всего связано с низкими функциональными резервами организма.

Активация холинергического звена регуляции при функциональном напряжении может быть выявлена по наличию «отрицательных» баллов ПАРС. Отрицательные баллы указывают на активацию парасимпатической системы, на ослабление активности ПНЦ, на развитие явлений дисрегуляции, указывающих на несогласованное взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. В тех случаях, когда число «отрицательных» баллов составляет более 50 процентов от заданной для каждого из состояний суммы баллов, диагностируется функциональное напряжение с преобладанием холинергического звена регуляции. Такого рода оценка означает необходимость более внимательного отношения к реакции организма на стресс, вследствие вероятного снижения его функциональных резервов.

Все пять описанных состояний являются динамичными, переходят друг в друга в течение дня и даже в течение нескольких минут. Но степень колебания значений ПАРС в норме не превышает  $\pm 1$  условного балла. Важно определить, в каком диапазоне происходят эти колебания. Если в районе 1 – 3 баллов, то это характеризует обычное

состояние текущей регуляции физиологических функций, поскольку организм постоянно осуществляет поиск оптимального уровня функционирования. Если колебания ПАРС происходят в диапазоне 4 – 6 баллов, т. е. отражают состояние выраженного функционального напряжения, то нужно изучить причину этого явления.

Особенно серьезного внимания заслуживают подобные состояния, если они сопровождаются активацией холинергического звена регуляции. Возможно, что состояние выраженного функционального напряжения обусловлено снижением функциональных резервов организма в конце рабочей недели или после выполнения напряженной работы; тогда речь может идти лишь об отдыхе. Если же это наблюдается в обычных условиях, то требуется серьезное внимание к своему здоровью.

Если отмечаются значения ПАРС выше 6 баллов и это наблюдается не кратковременно, а в течение часа и более в условиях покоя или при повторных исследованиях, то следует срочно обратиться к врачу для установления диагноза возможного заболевания и лечения.

Стресс – это результат напряжения механизмов регуляции, которое сопровождается расходом жизненных сил. Программно-аппаратные средства открывают возможность управления здоровьем на основе объективной оценки функционального состояния организма и его резервов с помощью простого и доступного метода.

### **Ход работы**

**1. Рассчитать и оценить** показатели, являющиеся производными классических статистических показателей вариабельности сердечного ритма:

- индекс напряженности регуляторных систем (стресс-индекс, индекс Баевского);
- индекс вегетативного равновесия (ИВР);
- показатель адекватности процессов регуляции.

**2. Оценить** показатель активности регуляторных систем.

**3. Сделать заключение** об адаптационном состоянии по показателю ПАРС.

## Раздел 5. ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАК «НЕЙРОСОФТ-ПСИХОТЕСТ»

### Условия проведения диагностики и виды проб

На психику и, соответственно, на поведение, деятельность и общение человека оказывают влияние множество объективных и субъективных внешних и внутренних факторов. Полностью исключить влияние всех возможных факторов и получить стопроцентно достоверный показатель невозможно, но для получения максимально достоверных результатов психофизиологических и психологических обследований необходимо по возможности минимизировать степень влияния посторонних факторов на психику обследуемого.

Для этого организация обследований должна соответствовать определенным требованиям, в число которых входят стандартизация внешних условий и процедуры обследования, создание оптимального психологического климата и мотивационной установки обследуемых. Данные аспекты являются общими для проведения психофизиологических и психологических обследований.

Необходимые условия проведения психофизиологической диагностики при многократном повторении относятся главным образом к стандартизации внешних условий и процедуры обследования: соблюдение постоянства инструктажа и всех физических параметров сигналов, предъявляемых обследуемому (размер, цвет, частота и амплитуда сигналов, а также временный интервал между ними).

В связи с тем, что большинство возможных целей психофизиологической диагностики однотипные, выделяют несколько видов стандартных проб, к каждой из которых предъявляются соответствующие требования.

**Фоновая проба** – это диагностика того или иного свойства в обычных условиях. Фоновое психофизиологическое обследование, как правило, проводится в первой половине дня в связи с тем, что в этом случае на психофизиологическое состояние не оказывают существенного влияния такие факторы, как утомление. При этом необходимо учитывать возможные исключения, например, если человек предварительно работал в ночную смену или проявляет признаки фи-

зического недомогания. При фоновой записи фиксируется исходное состояние, которое служит своеобразной точкой отсчета для сравнения с результатами повторных диагностических обследований.

**Проба в условиях помех** обычно применяется для оценки помехоустойчивости и полнезависимости, на основании которых определяются свойства нервной системы и устойчивость какого-либо психофизиологического качества. Различают следующие виды помех: зрительные, слуховые и психоэмоциональные (в условиях воздействия того или иного стрессора, например ограниченного времени). В случае применения помех следует точно установить вид помехи, ее количественные характеристики и задачи обследования.

**Медикаментозная проба** применяется для оценки воздействия того или иного фармацевтического препарата на центральную нервную систему человека. Медикаментозная проба используется с целью индивидуального подбора наиболее действенного лекарственного препарата с наименьшей вероятностью побочных эффектов. При медикаментозной пробе необходимо учитывать особенности фармакокинетики и фармакодинамики препарата. При этом вначале проводится фоновая запись, затем через один или несколько определенных промежутков времени (в зависимости от фармакодинамики препарата) психофизиологическое обследование повторяют. Для медикаментозной пробы особенно важно учитывать возможное воздействие посторонних факторов: условия проведения каждого из обследований должны совпадать с условиями проведения фоновой пробы.

**Проба после нагрузки** применяется для определения степени и динамики влияния утомления на психофизиологические особенности человека. Обследования в данной сфере могут проводиться как после рабочей смены, так и после кратковременной физической нагрузки. По результатам такого рода обследований оценивается степень выраженности сдвигов соответствующих психофизиологических показателей (разность между показателями фоновой записи и записи после нагрузки). В процессе проведения индивидуальной пробы следует обратить особое внимание на то, являются ли физиологические сдвиги и время последующего восстановления систем адекватными той нагрузке, которую испытывал обследуемый.

## Основные показатели описательной статистики и их информационное значение

**Статистика** – это наука, изучающая методы сбора, обобщения и обработки цифровых данных, характеризующих количественные закономерности массовых явлений в связи с их качественным содержанием.

К основным понятиям статистики относятся статистическая совокупность, варьирующий признак, статистический показатель. **Статистическая совокупность** – это множество объектов или явлений, имеющих один или несколько общих признаков и различающихся по одному или нескольким другим признакам. **Варьирующий признак** – это свойство объектов или явлений статистической совокупности, принимающее различное значение у отдельных единиц статистической совокупности. **Статистический показатель** – это количественная оценка варьирующего признака.

Анализ системы статистических показателей позволяет выявить качественные и количественные закономерности изучаемого объекта, явления или всей статистической совокупности, т. е. именно результаты анализа системы статистических показателей имеют теоретическое и практическое значение.

Анализ системы статистических показателей начинается с обобщения, ранжирования и распределения частот первичных данных. **Обобщение** – это запись данных в виде таблицы, в одном столбце которой указывается порядковый номер единицы статистической совокупности, в остальных – полученные по данной единице статистические показатели варьирующих признаков. **Ранжирование** – это упорядочение переменных каждого варьируемого признака, как правило, от минимальной до максимальной. Распределение частот заключается в создании таблицы, где в первом столбце однократно указываются проранжированные статистические показатели (от минимального до максимального), а во втором столбце фиксируется частота, с которой встречается данная оценка.

Для удобства анализа распределение частот выражается графически. Основными видами графического выражения распределения частот являются гистограмма и полигон распределения. Гистограмма представляет собой последовательность примыкающих друг к другу

столбцов, ширина которых – это конкретный интервал показателей варьирующего признака, а высота соответствует частоте или количеству показателей в данном интервале. **Полигон распределения** – это ломаная линия, соединяющая точки, соответствующие по оси абсцисс средним значениям интервалов, а по оси ординат – частотам показателей в данном интервале.

Стандартный анализ системы статистических показателей осуществляется для выявления параметров распределения статистических показателей (единиц) статистической совокупности на группы и проходит следующие этапы, на каждом из которых вычисляются отдельные параметры:

1. Вычисление средних величин. **Средняя величина** – это обобщающая количественная характеристика единиц статистической совокупности по варьирующему признаку, позволяющая выявить центральную тенденцию степени выраженности данного признака. Наиболее часто применяются следующие виды средних величин: средняя арифметическая, медиана и мода.

**Средняя арифметическая (M)** – это величина, равная сумме отдельных значений признака, деленной на число этих значений. **Медиана** – это величина, расположенная в середине ряда распределения, т. е. медиана делит выборку на две равные части. Медиана также является 50-м процентилем, т. е. такой величиной, меньше которой оказываются 50 % значений варьирующего признака статистической совокупности. **Мода** – это величина, наиболее часто встречающаяся в данной статистической совокупности.

2. Вычисление показателей варьирования. **Показатели варьирования** – это величины, характеризующие разброс значений варьируемого признака по данной статистической совокупности относительно среднего. В большинстве случаев наиболее удобным в использовании показателем варьирования является среднее квадратическое (стандартное) отклонение, так как данный показатель измеряется в тех же единицах, что и варьируемый признак. Стандартное отклонение (*SD*) отражает среднюю абсолютную величину разброса значений варьируемого признака по данной статистической совокупности относительно среднего арифметического.

3. Определение достоверности полученных статистических показателей варьирующего признака. О достоверных результатах свиде-

тельствует так называемое нормальное распределение частот (соответствующее закону К. Ф. Гаусса), при котором 68 % статистических показателей находятся в диапазоне  $M \pm SD$ ; 95% показателей – в диапазоне  $M \pm 2SD$ ; 99,7 % показателей – в диапазоне  $M \pm 3SD$ . В случае, если распределение частот не является нормальным, достоверность результатов ставится под сомнение.

4. Вычисление асимметрии. Асимметрия является мерой несимметричности распределения. Положительное значение асимметрии отражает сдвиг графического изображения распределения в сторону бóльших значений, отрицательное – в сторону меньших значений варьирующего признака. Медиана классического распределения К. Ф. Гаусса совпадает со средним арифметическим, а коэффициент асимметрии при этом равен нулю. Когда показатель асимметрии значительно отличается от нуля, а разность между медианой и средним арифметическим значением является особо высокой, особенности статистической совокупности в большей степени характеризуются медианой, чем средним арифметическим. В таких случаях нельзя доверять и стандартному отклонению, так как разброс показателей, находящихся по одну сторону от медианы, значительно отличается от разброса показателей, находящихся по другую сторону от медианы. Среднее значение при этом переходит в сторону большего разброса показателей. Функцию стандартного отклонения в таких случаях выполняют 25-й и 75-й процентиля, между которыми находится половина значений варьирующего признака.

5. Вычисление эксцесса. Эксцесс отражает степень «пикообразности» распределения. Отрицательное значение эксцесса характеризует плосковершинное распределение, т. е. распределение со значительным варьированием признаков, а положительное – островершинное, т. е. с незначительным варьированием признаков. Классическому распределению К. Ф. Гаусса соответствует значение эксцесса, равное нулю.

Для краткой интерпретации статистических показателей достаточно обратить внимание на их среднее значение (является ли оно низким, средним или высоким) и на достоверность результатов, о которой свидетельствует наличие нормального распределения.

Более подробная интерпретация полученных данных осуществляется в соответствии с конкретными целями и задачами обследования либо при отсутствии нормального распределения частот.

## *Лабораторная работа № 17*

### *ПРОСТАЯ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНАЯ РЕАКЦИЯ*

Простая зрительно-моторная реакция (ПЗМР) – это элементарный вид произвольной реакции человека на зрительный стимул. Простая зрительно-моторная реакция состоит из двух последовательных компонентов: сенсорного (латентного) и моторного периодов.

**Латентный период** – это период восприятия и идентификации стимульного сигнала, имеющий несколько составляющих:

- возбуждение рецепторов сетчатки;
- прохождение сигнала по зрительному анализатору;
- переработка сигнала центральной нервной системой;
- принятие решения о конкретном способе реагирования.

**Моторный период** – это период выполнения движения, включающий следующие этапы:

- посылка сигнала к исполнительному органу;
- развитие возбуждения в исполнительном органе;
- сокращение мышцы конечности, или собственно выполнение движения;
- проприорецепторный контроль параметров движения.

Скорость простой зрительно-моторной реакции зависит от времени, затраченного на прохождение каждого из ее этапов. Например, длительность моторного периода зависит от быстроты проведения возбуждения по нервам, возбуждения мышц и преодоления сил инерции покоя тела и конечности. Общая скорость ПЗМР обусловлена анатомическими особенностями анализатора, свойствами нервных процессов, психофизиологическим состоянием организма и двигательного-координационным потенциалом обследуемого. На основе измерений времени реакции определяются скорость и качество реагирования обследуемого на зрительный стимул.

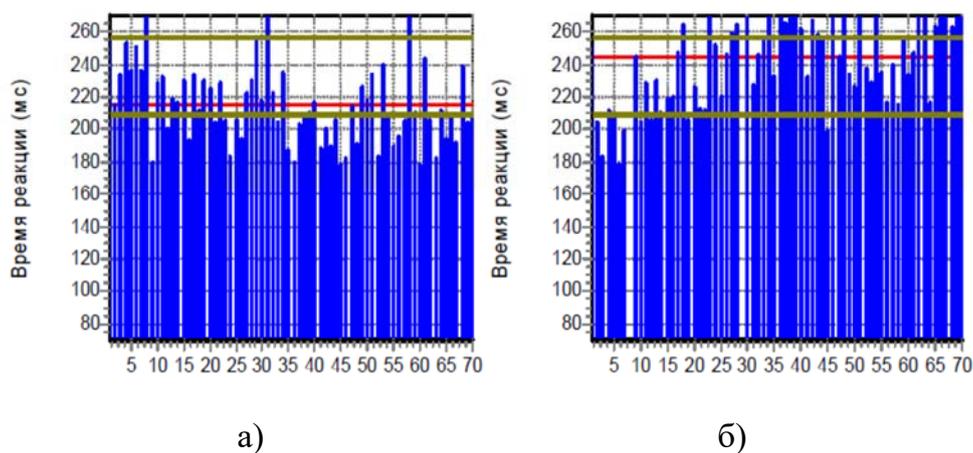
Простая зрительно-моторная реакция лежит в основе других целенаправленных приспособительных реакций человека, поэтому на основании показателя скорости ПЗМР можно сделать вывод о временных параметрах более сложных составляющих поведения человека. Кроме того, скорость простой зрительно-моторной реакции позволяет оценить интегральные характеристики центральной нервной системы человека, т. к. при ее реализации задействованы как основные

анализаторные системы человека (зрительная и кинестетическая), так и определенные отделы головного мозга и нисходящие нервные пути.

Время ПЗМР может изменяться в зависимости от любых факторов, оказывающих влияние на свойства и состояние ЦНС, как внешних (интенсивность раздражителя, его сенсорная модальность и сенсорное качество, межсигнальный интервал), так и внутренних (возраст, пол, профессиональные навыки, типологические особенности нервной системы), а также от комбинации этих факторов.

В современной психофизиологии выделяют следующие основные факторы, оказывающие влияние на скорость сенсомоторных реакций, к числу которых относится и простая зрительно-моторная реакция:

1) латентный период сенсомоторной реакции при бинокулярном восприятии раздражителя является более кратковременным, чем при монокулярном (рис. 18);



*Рис. 18. Сенсомоторная реакция при бинокулярном (а) и монокулярном (б) восприятии*

2) при выполнении сенсомоторной реакции ведущей рукой моторный период сокращается;

3) в процессе упражнений и тренировки время сенсомоторной реакции стабилизируется и сокращается на 0,03 – 0,05 секунды;

4) на красный цвет раздражителя время зрительно-моторной реакции короче, чем на зеленый;

5) при ритмичной подаче сигналов-раздражителей регистрируется меньшее время сенсомоторной реакции, чем при аритмичном их

предъявлении. Это обусловлено тем, что при ритмичной подаче сигналов человек усваивает размер временного промежутка между сигналами, благодаря чему появляется возможность прогнозирования времени предъявления следующего сигнала;

6) время реакции зависит от свойства концентрации внимания. При высокой концентрации внимания время между воздействием раздражителя и выполнением ответного движения уменьшается, при низкой – увеличивается;

7) время сенсомоторной реакции зависит от типологических особенностей нервной системы, главным образом от подвижности нервных процессов и их уравновешенности;

8) на скорость сенсомоторной реакции оказывает влияние функциональное состояние организма. При низком функциональном состоянии показатель скорости уменьшается (при этом время ПЗМР увеличивается).

### **Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

### **Ход работы**

Методика «Простая зрительно-моторная реакция» предназначена для диагностики скорости данной реакции. Обследуемому последовательно предъявляются световые сигналы красного, зеленого или оранжевого цвета. При появлении сигнала обследуемый должен как можно быстрее нажать на соответствующую кнопку, стараясь при этом не допускать ошибок (ошибками считаются преждевременное нажатие кнопки и пропуск сигнала). Световой сигнал подается в достаточно случайные моменты времени, чтобы не выработывался рефлекс на время, и в то же время достаточно регулярно, чтобы каждый очередной сигнал был ожидаем. Интервал между сигналами составляет от 0,5 до 2,5 с. Первые 5 – 7 сигналов являются «пробными», предназначены для адаптации обследуемого и не регистрируются. Рекомендованное число предъявляемых сигналов в одном обследовании – 70, минимальное – 30. Выбор цветового сигнала и количество хроматических проб зависят от целей и задач обследования. При этом необходимо учитывать, что красный цвет сигнала считается наиболее интенсивным раздражителем. Для первичной экспресс-диагностики с це-

лью выявления «групп риска» достаточно использовать красный световой сигнал. Для более тщательной диагностики необходимо применять не менее двух цветовых сигналов.

Проведение обследований по данной методике может осуществляться при помощи двух приборов: зрительно-моторной трубы и зрительно-моторного анализатора. Зрительно-моторная труба представляет собой полый цилиндр, одно из оснований которого плотно прикладывается к глазу; в области другого основания находится светодиод, генерирующий световые сигналы. Обследуемый держит зрительно-моторную трубу ведущей рукой, поместив указательный палец на кнопку, находящуюся на поверхности трубы. Зрительно-моторную трубу необходимо использовать для проведения монокулярных обследований, например, для выявления сенсорной асимметрии. Зрительно-моторный анализатор представляет собой пульт управления, совмещающий индикатор для предъявления световых сигналов и кнопки для нажатия при поступлении сигнала. Рекомендуемое расстояние между глазами и зрительно-моторным анализатором составляет 60 – 80 см.

При обследовании детей необходимо учитывать, что дошкольный и младший школьный возраст характеризуется преобладанием игровой мотивации деятельности, быстрой утомляемостью от монотонной работы и высокой отвлекаемостью. Поэтому при обследовании детей рекомендуется предъявление 30 сигналов, т. к. такой вариант наиболее оптимален для реализации ребенком целенаправленного действия и получения надежного результата при низких затратах времени. Инструкцию детям предъявляют в игровой форме: специалисту необходимо проявить творческий подход, который способствует повышению заинтересованности ребенка в правильном выполнении задания.

Оценка результатов по методике «Простая зрительно-моторная реакция» при наличии нормального распределения производится на основании среднего значения времени реакции и стандартного отклонения. Среднее значение отражает среднюю скорость ПЗМР, характерную для данного индивида: чем меньше среднее значение времени реакции, тем выше скорость реагирования. Стандартное отклонение является показателем стабильности сенсомоторного реагирования: чем меньше стандартное отклонение, тем более стабильной является скорость сенсомоторной реакции (табл. 11, 12).

Таблица 11

*Средние значения основных статистических показателей  
по методике «Простая зрительно-моторная реакция»  
(зрительно-моторная труба, n = 70,) мс*

Показатель	Цвет сигнала	Возраст	Правый глаз (ведущий)	Левый глаз
М (среднее значение)	Красный	17 и более	203 – 253	202 – 268
	Зеленый		219 – 265	211 – 273
SD (стандартное отклонение)	Красный		36 – 66	29 – 77
	Зеленый		33 – 93	36 – 90

Таблица 12

*Средние значения основных статистических показателей  
по методике «Простая зрительно-моторная реакция»  
(зрительно-моторный анализатор), мс*

Показатель	Цвет сигнала	Возраст	Число цветовых сигналов	Бинокулярное обследование	Правый глаз (ведущий)	Левый глаз
М (среднее значение)	Красный	4 – 7	30	356 – 542	382 – 540	412 – 556
		8 – 12		227 – 353	303 – 449	291 – 439
		13 – 16		205 – 273	234 – 364	239 – 355
		17 и более	70	193 – 233	202 – 258	204 – 254
	Зеленый	4 – 7	30	372 – 534	377 – 557	397 – 555
		8 – 12		238 – 362	287 – 437	303 – 459
		13 – 16		189 – 277	231 – 321	235 – 335
		17 и более	70	189 – 231	203 – 257	202 – 252
SD (стандартное отклонение)	Красный	4 – 7	30	103 – 181	102 – 176	113 – 179
		8 – 12		46 – 126	81 – 151	64 – 144
		13 – 16		32 – 98	49 – 125	48 – 122
		17 и более	70	23 – 97	31 – 69	27 – 69
	Зеленый	4 – 7	30	97 – 177	113 – 195	107 – 189
		8 – 12		49 – 141	69 – 145	66 – 156
		13 – 16		33 – 89	45 – 125	41 – 133
		17 и более	70	27 – 49	34 – 74	27 – 67

Для получения наиболее полной информации о свойствах и состоянии центральной нервной системы на основании результатов по данной методике можно использовать дополнительные показатели, в частности критерии Т. Д. Лоскутовой и коэффициент точности Уиппла.

На основании соответствия нестандартных статистических показателей состоянию обследуемого А. М. Зимкина и Т. Д. Лоскутова определили три количественных критерия, позволяющих характеризовать с различных сторон текущее функциональное состояние центральной нервной системы: функциональный уровень системы, устойчивость реакции и уровень функциональных возможностей.

Величина первого критерия (функционального уровня системы (ФУС)) определяется положением вариационной кривой относительно оси абсцисс, т. е. абсолютными значениями времени простой зрительно-моторной реакции.

Величина второго показателя (устойчивость реакции (УР)) обратно пропорциональна показателю рассеивания времени реакции; устойчивость реакции интерпретируется как устойчивость состояния центральной нервной системы.

Третий критерий (уровень функциональных возможностей (УФВ)) связан с асимметрией и является наиболее полным, позволяя судить о способности обследуемого формировать адекватную заданию функциональную систему и достаточно длительно ее удерживать.

Коэффициент точности Уиппла выявляет соотношение ошибок и правильных нажатий и вычисляется по формуле:

$KT = (N - R) / (N + R)$ , где  $N$  – число измерений (предъявленных сигналов);  $R$  – количество правильных нажатий;  $P$  – количество ошибок. Чем меньше данный показатель, тем выше степень точности выполнения заданий. Показатель точности свидетельствует о степени устойчивости внимания, обусловленного, в свою очередь, силой и уравновешенностью нервных процессов (табл. 13, 14).

Таблица 13

Средние значения дополнительных показателей по методике  
«Простая зрительно-моторная реакция»  
(зрительно-моторная труба,  $n = 70$ )

Критерий	Цвет сигнала	Возраст	Правый глаз (ведущий)	Левый глаз
ФУС	Красный	17 и бо- лее	4,7 – 3,9	4,8 – 3,8
	Зеленый		4,6 – 3,8	4,7 – 3,9
УР	Красный		2,1 – 1,3	2,5 – 1,1
	Зеленый		2,1 – 1,1	2,2 – 1,0
УФВ	Красный		3,7 – 2,9	4,0 – 2,6
	Зеленый		3,6 – 2,6	3,8 – 2,6

Таблица 14

Средние значения дополнительных показателей по методике  
«Простая зрительно-моторная реакция»  
(зрительно-моторный анализатор)

Критерий	Цвет сигнала	Возраст	Число цветовых сигналов	Бинокуляр- ное обсле- дование	Правый глаз (ведущий)	Левый глаз	
ФУС	Красный	4 – 7	30	4,5 – 3,1	4,7 – 3,3	4,3 – 3,1	
		8 – 12		4,5 – 3,3	4,1 – 3,1	4,2 – 3,2	
		13 – 16		4,7 – 3,5	4,5 – 3,3	4,4 – 3,2	
	Зеленый	17 и более	70	4,9 – 4,1	4,9 – 3,9	4,7 – 3,9	
		4 – 7	30	4,4 – 3,2	4,5 – 3,1	4,4 – 3,2	
				8 – 12	4,4 – 3,4	4,4 – 3,2	4,2 – 3,2
				13 – 16	4,9 – 3,7	4,4 – 3,6	4,4 – 3,4
	УР (устойчивость реакции)	Красный	4 – 7	30	2,7 – 0,9	2,9 – 0,9	2,5 – 0,9
8 – 12			2,2 – 0,8		2,0 – 0,8	2,1 – 0,7	
13 – 16			2,3 – 0,9		2,2 – 0,8	2,0 – 0,6	
Зеленый		17 и более	70	2,5 – 1,3	2,4 – 1,2	2,1 – 1,1	
		4 – 7	30	2,5 – 0,9	2,6 – 0,8	2,4 – 1,0	
				8 – 12	2,0 – 1,0	2,3 – 0,7	2,0 – 0,8
				13 – 16	2,5 – 1,1	2,0 – 1,2	2,0 – 0,8
17 и более	70	2,3 – 1,1	2,6 – 1,2	2,1 – 1,3			

Критерий	Цвет сигнала	Возраст	Число цветовых сигналов	Бинокулярное обследование	Правый глаз (ведущий)	Левый глаз
УФВ (уровень функциональных возможностей)	Красный	4 – 7	30	3,6 – 2,0	4,0 – 2,0	3,6 – 2,0
		8 – 12		3,7 – 2,1	3,2 – 2,0	3,3 – 1,9
		13 – 16		3,8 – 2,4	3,7 – 2,1	3,5 – 1,9
		17 и более	70	4,2 – 3,0	4,1 – 2,9	3,7 – 2,7
	Зеленый	4 – 7	30	3,7 – 2,1	3,8 – 2,0	3,5 – 2,1
		8 – 12		3,5 – 2,3	3,5 – 1,9	3,3 – 1,9
		13 – 16		3,5 – 2,3	3,5 – 2,5	3,6 – 2,2
		17 и более	70	3,5 – 2,3	4,1 – 2,7	3,8 – 2,8

Результаты по методике «Простая зрительно-моторная реакция» позволяют сделать вывод о свойствах и текущем функциональном состоянии центральной нервной системы, что, в свою очередь, указывает на работоспособность обследуемого, наличие либо отсутствие патологических изменений неврологического характера, тип темперамента и т. п. Кроме того, сопоставление результатов монокулярных обследований – это основа для диагностики особенностей сенсорной (зрительной) асимметрии.

Для выявления свойств нервных процессов необходимо проводить обследование многократно с целью устранения возможных побочных факторов, оказывающих влияние на единичное обследование. Время простой зрительно-моторной реакции позволяет диагностировать подвижность нервных процессов: чем меньше время реакции, тем выше скорость реакции и тем более подвижной является нервная система. О степени уравновешенности нервных процессов свидетельствует показатель стандартного отклонения: чем меньше стандартное отклонение, тем более уравновешенной является нервная система. При помощи данной методики возможна также диагностика силы нервных процессов путем анализа динамики показателей времени реакции по результатам отдельного обследования и нескольких обследований, проведенных в течение дня. При сильной нервной системе время реакции в течение дня и в рамках одного обследования существенно не меняется, при слабой – увеличивается.

Высокий уровень функционального состояния обследуемых характеризуется высоким средним значением и малыми колебаниями показателей времени реакции в разные часы и дни. Изменения функционального состояния вследствие утомления, снижения уровня бодрствования и тому подобного сопровождаются увеличением среднего значения времени реакции и разброса значений критериев от обследования к обследованию. Увеличение разброса физиологических показателей и низкий уровень их устойчивости во времени является наиболее ранним и наиболее универсальным показателем сдвигов функционального состояния ЦНС. Функциональное состояние также характеризуется критериями Т. Д. Лоскутовой.

Оценка времени сенсомоторной реакции также используется в целях изучения механизмов памяти, восприятия информации, ее обработки, для определения психофизиологического соответствия профессиональным требованиям, связанным с контролем эффективности деятельности в условиях дефицита времени, имитации аварийных ситуаций с возможностью изменения уровня сложности задач и т. п.

### *Лабораторная работа № 18*

#### *РЕАКЦИЯ НА ДВИЖУЩИЙСЯ ОБЪЕКТ*

Реакция на движущийся объект (РДО) представляет собой разновидность сложной сенсомоторной реакции, т. е. такой реакции, которая помимо сенсорного и моторного периодов включает период относительно сложной обработки сенсорного сигнала центральной нервной системой.

В данном случае сложность состоит в необходимости зрительной экстраполяции – пространственно-временного предвидения того, в какой точке и в какой момент окажется перемещающийся предмет. В процессе формирования заключений по обследованиям необходимо учитывать, что перцептивная экстраполяция относится к числу тренируемых качеств.

На скорость реакции на движущийся объект оказывают влияние факторы, не связанные с деятельностью нервной системы. Например, для получения сенсорной информации необходима фиксация раздражителя в центральной зоне поля зрения; так как раздражитель в данном случае представляет собой движущийся объект, для его фиксации

необходимы соответствующие диоптрические (аккомодация) и глазо-двигательные (конвергенция) изменения; таким образом, на время реакции оказывают влияние индивидуальные особенности строения хрусталика и вспомогательного аппарата глаза.

## **Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

## **Ход работы**

Методика «Реакция на движущийся объект» предназначена для измерения уравновешенности нервных процессов, т. е. степени сбалансированности процессов возбуждения и торможения по силе. На экране монитора изображена окружность, на которой в различных точках находятся две отметки, меняющие положение с каждым предъявлением движущегося объекта. От первой отметки по часовой стрелке с определенной скоростью происходит заливка окружности. Обследуемому необходимо нажать на кнопку зрительно-моторного анализатора (рис. 19) в тот момент, когда заливка достигнет второй отметки. При этом значение имеет не столько быстрота реагирования, сколько своевременность ответа на сигнал. Рекомендуемое число предъявлений движущегося объекта – 50, однако перед непосредственной регистрацией реакций желательно сделать несколько пробных предъявлений для достижения оптимального понимания инструкции и адаптации обследуемого к условиям проведения диагностики.



*Рис. 19. Пульт зрительно-моторного анализатора*

Обработка результатов производится путем сравнения количества опережающих и запаздывающих реакций. Если число опережений (преждевременных реакций) превышает число запаздываний, то диагностируется неуравновешенность нервных процессов с преобладанием силы возбуждения; если число запаздываний превышает число опережений, – неуравновешенность с преобладанием торможения; если данные показатели равны либо различаются незначительно, то диагностируется уравновешенность нервных процессов. По результатам диагностики также вычисляется показатель энтропии, отражающий вероятность возникновения ошибок: чем выше значение энтропии, тем больше вероятность возникновения ошибки.

Методика «Реакция на движущийся объект» применяется главным образом в целях профотбора, например, на специальности операторов с различными системами управления, в спортивной профессиональной диагностике.

**1. Сделать общее заключение** об уравновешенности нервных процессов. При составлении заключения необходимо учитывать, что на результаты обследований по данной методике оказывает влияние текущее функциональное состояние респондента, поэтому однозначных выводов на основании одного-двух обследований делать нельзя.

## *Лабораторная работа № 19*

### *РЕАКЦИЯ РАЗЛИЧЕНИЯ*

Реакция различения – это разновидность сложной сенсомоторной реакции. В отличие от простой реакции, реакция различения осуществляется на один определенный стимул из нескольких разнообразных стимулов. Поэтому процесс обработки сенсорной информации центральной нервной системой происходит не только по принципу наличия либо отсутствия сигнала, но и по принципу различения сигналов, отбора сигналов определенного цвета из общего их числа и формирования реакции на заданный вид сигнала.

В связи с более сложным процессом обработки сенсорной информации центральной нервной системой скорость реакции разли-

чения меньше, чем скорость простой реакции, т. е. время, затраченное на осуществление реакции различения, больше, чем на осуществление простой реакции.

### **Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

### **Ход работы**

Методика «Реакция различения» предназначена для измерения подвижности нервных процессов в ЦНС. Обследуемому последовательно предъявляются разноцветные световые сигналы. В ответ на предъявление каждого из световых сигналов определенного цвета обследуемый должен быстро нажать на соответствующую кнопку на зрительно-моторной трубе или на зрительно-моторном анализаторе, стараясь не допускать ошибок. Интервалы между предъявляемыми сигналами различны, диапазон значений интервала между сигналами составляет от 0,5 до 2,5 с. Последовательность цветов также случайна. Первые 5 – 7 сигналов не регистрируются и предназначены для адаптации обследуемого к методике. Рекомендуемое число предъявляемых сигналов в одном обследовании для детей школьного возраста – 30, для взрослых – 70 или 100. Выбор цвета основного светового сигнала определяется целью и задачами обследования. Обычно основным цветом сигнала, требующим реакции, выбирается красный.

Анализ полученных результатов осуществляется на основании среднего значения и стандартного отклонения; при отсутствии нормального распределения – на основании медианы и процентилей. Кроме того, необходимо учитывать число ошибок и показатель коэффициента точности.

Величина показателя среднего значения свидетельствует о подвижности нервных процессов; показатель стандартного отклонения – об уравновешенности; динамика значений времени реакции – о силе нервных процессов аналогично методике «Простая зрительно-моторная реакция». Число ошибок и величина коэффициента точности также дают информацию о силе нервных процессов, так как отражают особенности концентрации внимания.

Если результат по данной методике отражает общую подвижность нервных процессов, на которую оказывают влияние физиологи-

ческие особенности зрительного анализатора и периферической нервной системы, то для диагностики подвижности нервных процессов в ЦНС рекомендуется проводить обследования по данной методике в сочетании с обследованиями по методике «Простая зрительно-моторная реакция». Разность между средним временем реакции различения и средним временем ПЗМР отражает скорость протекания нервных и психических процессов в центральной нервной системе.

Данная методика в сочетании с методикой «Простая зрительно-моторная реакция» удобна для диагностики межполушарной асимметрии.

**1. Сделать заключение** о подвижности нервных процессов.

### *Лабораторная работа № 20*

#### *РЕАКЦИЯ ВЫБОРА*

Реакция выбора – это разновидность сложной сенсомоторной реакции, заключающаяся в осуществлении нескольких различных реакций на надлежащие стимулы. При этом каждому определенному стимулу соответствует конкретный тип реакции.

#### **Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

#### **Ход работы**

Методика «Реакция выбора» предназначена для оценки подвижности нервных процессов. Обследуемому последовательно предъявляются световые сигналы двух различных цветов. Интервал между сигналами варьируется от 0,5 до 2,5 с, последовательность сигналов различного цвета случайна. В ответ на предъявление сигнала основного цвета обследуемый должен как можно быстрее нажать левую кнопку на зрительно-моторном анализаторе или зрительно-моторной трубе, в ответ на предъявление сигнала второстепенного цвета – правую кнопку. Рекомендуемое число предъявлений – 30 для детей, 70 или 100 – для взрослых.

В настоящее время ПАК «Нейрософт-ПсихоТест» предоставляет возможность выбора красного, оранжевого и зеленого цветов. В пер-

спективе предполагается добавить возможность выбора синего цвета. Влияние цвета на нервную и психическую деятельность человека осуществляется в двух направлениях: психофизиологическом и ассоциативном. Психофизиологическое воздействие основано на такой характеристике цвета, как длина волны (табл. 15).

Таблица 15

*Длина волн для оценки психофизиологического воздействия, нм*

Цвет	Фиолетовый	Синий	Голубой	Зеленый	Желтый	Оранжевый	Красный
Длина волны	400	450	500	550	600	650	700

Цвета с небольшими значениями длины волны (фиолетовый, синий) провоцируют реакцию торможения; цвета с высокими значениями длины волны (оранжевый, красный) – реакцию возбуждения.

Ассоциативное воздействие цветов основано на восприятии определенных цветов как символов каких-либо образов и отражает эмоциональное отношение к этим образам. Например, в русской культуре красный цвет символизирует красоту, черный – траур.

Обработка результатов по данной методике производится путем сравнения полученных значений со среднестатистическими показателями (табл. 16).

Таблица 16

*Средние значения основных статистических показателей по методике «Реакция выбора» (зрительно-моторный анализатор), мс, бинокулярное обследование*

Цвет сигнала	Возраст, лет	Число световых сигналов	М (среднее значение)	SD (стандартное отклонение)	Коэффициент точности
Красный – зеленый	4 – 7	30	582 – 716	128 – 196	0,15 – 0,31
	8 – 12		408 – 604	102 – 160	0,07 – 0,23
	13 – 16		363 – 493	87 – 129	0,06 – 0,22
	17 и более	70	332 – 434	69 – 113	0,04 – 0,18

Цвет сигнала	Возраст, лет	Число световых сигналов	М (среднее значение)	SD (стандартное отклонение)	Коэффициент точности
Зеленый – оранжевый	4 – 7	30	612 – 778	106 – 184	0,19 – 0,37
	8 – 12		518 – 688	89 – 173	0,11 – 0,31
	13 – 16		463 – 613	105 – 163	0,09 – 0,25
	17 и более	70	385 – 547	105 – 177	0,07 – 0,19
Оранжевый – красный	4 – 7	30	605 – 750	106 – 186	0,14 – 0,34
	8 – 12		505 – 693	100 – 172	0,06 – 0,26
	13 – 16		431 – 581	98 – 154	0,05 – 0,23
	17 и более	70	391 – 515	92 – 154	0,06 – 0,18

Показатель среднего значения времени сложной сенсомоторной реакции выбора отражает общую подвижность нервных процессов: если индивидуальное среднее значение времени реакции выше среднестатистического, то диагностируется инертность нервных процессов, если ниже – подвижность. Показатели по данной методике также дают информацию об уравновешенности (стандартное отклонение) и силе (коэффициент точности) нервных процессов.

Для диагностики показателя индивидуальной подвижности нервных процессов в центральной нервной системе необходимо сравнить средние значения по данной методике со средними значениями по методике «Простая зрительно-моторная реакция».

Методики «Реакция различения» и «Реакция выбора» применяются преимущественно в профессиональной психофизиологической диагностике для выявления профессиональной пригодности человека к специальностям, предъявляющим высокие требования к осуществлению сложных сенсомоторных реакций и к свойствам нервных процессов.

### **1. Сделать заключение** о подвижности нервных процессов.

## *Лабораторная работа № 21*

### *ТЕППИНГ-ТЕСТ*

Экспресс-методика «Теппинг-тест» разработана Е. П. Ильиным в 1972 г. для диагностики силы нервных процессов путем измерения динамики темпа движений кисти. Сила нервных процессов отражает общую работоспособность человека: человек с сильной нервной системой способен выдерживать более интенсивную и длительную нагрузку, чем человек со слабой нервной системой. При слабой нервной системе утомление вследствие психического или физического напряжения возникает быстрее, чем при сильной.

#### **Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

#### **Ход работы**

Обследования проводятся при помощи двух специальных приборов: «карандаша» и резиновой «платформы». Респонденту необходимо взять в руку «карандаш» и в течение заданного времени стучать им по «платформе» с максимально возможной частотой даже в том случае, если обследуемый почувствует утомление. Специалист при этом должен сообщить обследуемому, что чем большее количество движений он совершит, тем лучше. Допускается также вербальное стимулирование в ходе обследования («Не сдавайтесь», «Работайте еще быстрее»). Непосредственно перед проведением обследования респонденту рекомендуется дать возможность разминки: для этого он в течение 5 – 10 с выполняет инструкцию к методике.

При выборе времени проведения обследования необходимо учитывать, что на динамику темпа движений кисти влияют особенности не только нервной, но и мышечной системы, поэтому при наличии слабого развития мышц либо при особо длительных обследованиях на результаты может оказывать влияние мышечное утомление. Рекомендуемое время проведения обследования – 30 с.

Данная методика не применяется для обследования детей до 7 лет, так как младший возраст характеризуется низкой степенью развития волевых свойств личности и небольшим максимальным темпом движений, в результате чего индивидуальные различия по итогам обследований сглаживаются.

Обработка результатов производится путем подсчета количества движений, осуществленных обследуемым в каждом из пятисекундных интервалов обследования. По полученным показателям строится кривая, характеризующая общую работоспособность обследуемого и силу нервных процессов. Различают пять основных типов кривых, полученных по результатам обследований по методике «Теппинг-тест».

1. *Выпуклый тип*. Характеризуется возрастанием темпа движений в первые 15 с обследования более чем на 10 %; затем темп, как правило, снижается до исходного ( $\pm 10$  %). Такой тип кривой свидетельствует о наличии у обследуемого сильной нервной системы.

2. *Ровный тип*. Темп движений обследуемого удерживается около исходного уровня с колебаниями  $\pm 10$  % на протяжении всего отрезка времени. Такой вариант кривой свидетельствует о наличии у обследуемого средней силы нервной системы.

3. *Нисходящий тип*. Максимальное количество движений фиксируется в течение первого пятисекундного интервала, затем темп движений снижается более чем на 10 %. Этот тип кривой свидетельствует о слабости нервной системы.

4. *Промежуточный тип (между ровным и нисходящим)*. Максимальное число движений фиксируется в течение первых двух-трех пятисекундных интервалов, затем темп движений падает более чем на 10 %. Такой тип кривой свидетельствует о наличии у обследуемого нервной системы на границе между слабой и средней (среднеслабая нервная система).

5. *Вогнутый тип*. Темп движений обследуемого вначале снижается, затем фиксируется кратковременное возрастание темпа до исходного уровня ( $\pm 10$  %). Обследуемые с таким типом кривой также относятся к группе лиц со среднеслабой нервной системой.

Определение моторной асимметрии при помощи методики «Теппинг-тест» производится следующим образом: вначале обследование по методике «Теппинг-тест» осуществляется правой рукой, затем левой. По полученным показателям высчитывается коэффициент асимметрии. Положительное значение коэффициента асимметрии указывает на то, что ведущей является правая рука, отрицательное – левая. Величина коэффициента асимметрии по модулю отражает степень преобладания активности ведущей руки.

**1. Сделать заключение** о силе нервных процессов и моторной асимметрии.

## Лабораторная работа № 22

### ОЦЕНКА ВНИМАНИЯ

Теоретической основой психофизиологического измерения свойств внимания является их зависимость от свойств нервных процессов.

#### Оборудование

ПАК «Нейрософт-Психотест».

#### Ход работы

Методика «Оценка внимания» предназначена для диагностики концентрации и устойчивости внимания. Обследуемому последовательно предъявляются световые сигналы различного цвета в центре экрана монитора (цвет фона – темно-серый). Необходимо как можно быстрее отреагировать на появление сигнала нажатием кнопки на зрительно-моторном анализаторе. При нажатии на кнопку сигнал исчезает. Продолжительность интервалов между сигналами различна и составляет от 0,5 до 2,5 с. Первые 5 – 7 сигналов являются пробными и не регистрируются. Рекомендуемое число предъявляемых сигналов в одном обследовании: для взрослых – 70 или 100, для детей – 30. Выбор цвета сигнала определяется задачами обследования. Для первичной экспресс-диагностики, как правило, используется световой сигнал красного цвета.

По результатам диагностики определяются показатели концентрации и устойчивости внимания (табл. 17).

Таблица 17

#### *Интерпретация результатов по методике «Оценка внимания»*

Вид диагностики	Низкое значение, с	Среднее значение, с	Высокое значение, с
Устойчивость внимания	Менее 0,8	0,8 – 1,0	Более 1,0
Концентрация внимания	Более 1,0	0,8 – 1,0	Менее 0,8

Применяя данную методику, необходимо учитывать, что на результаты обследований оказывают значительное влияние функциональное состояние обследуемого и условия проведения диагностики.

Для получения наиболее достоверного результата желательно проводить обследование по данной методике не менее трех раз, при этом каждое из обследований должно быть выполнено в различные дни и часы: диагностика концентрации и устойчивости внимания производится в соответствии со средним значением по проведенным обследованиям.

Методика «Оценка внимания» применяется в целях профотбора на специальности, требующие высокой концентрации и устойчивости внимания (например, специальность контролера готовой продукции на производстве), в детской психофизиологической диагностике (например, для выявления дефицита внимания у гиперактивных детей) и т. п.

**1. Сделать заключение** о концентрации и устойчивости внимания.

### *Лабораторная работа № 23*

#### *ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ*

Помехоустойчивость – это характеристика внимания, отражающая способность человека сопротивляться воздействию фоновых признаков (помех) при восприятии какого-либо объекта. Помехи в данном контексте понимаются как различные звуковые и зрительные стимулы, которые мешают выполнению заданной работы. Помехи различаются по частоте, длительности и интенсивности.

Наличие помех при восприятии объекта снижает степень чувствительности к основному сигналу, концентрацию внимания и общую работоспособность человека. Однако в зависимости от индивидуальных свойств нервной системы воздействие одних и тех же помех на различных людей неодинаково, а в зависимости от текущего функционального состояния один и тот же человек в различное время по-разному подвержен воздействию помех. При наличии высокой помехоустойчивости человек способен в течение длительного времени концентрировать внимание на необходимом объекте и выполнять заданную деятельность независимо от окружающих условий; при низкой помехоустойчивости длительная концентрация внимания человека возможна лишь в условиях отсутствия шума и других отвлекающих факторов.

## **Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

## **Ход работы**

Условия проведения обследований по методике «Помехоустойчивость» и инструкция для респондента аналогичны условиям проведения и инструкции к методике «Оценка внимания». Различие между данными методиками состоит в наличии зрительных помех на экране в процессе проведения обследований по методике «Помехоустойчивость».

Методика «Помехоустойчивость» применяется совместно с методикой «Оценка внимания»; определение помехоустойчивости производится на основании сравнения результатов по данным методикам. Если средние значения времени реакции обследуемого на световые сигналы по той и другой методике равны либо различаются незначительно, то диагностируется высокая помехоустойчивость обследуемого. Если среднее время реакции на стимулы по методике «Помехоустойчивость» значительно превышает соответствующий показатель по методике «Оценка внимания», то диагностируется низкий уровень помехоустойчивости обследуемого. Для определения степени достоверности различий рекомендуется использовать критерий Вилкоксона или Колмогорова-Смирнова.

Данная методика применяется в целях профотбора на специальности, связанные с выполнением деятельности в условиях помех.

**1. Сделать заключение** о способности человека сопротивляться воздействию фоновых признаков (помех) при восприятии какого-либо объекта.

## ***Лабораторная работа № 24***

### ***КРИТИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА СВЕТОВЫХ МЕЛЬКАНИЙ***

При восприятии дискретных световых стимулов человек, в зависимости от частоты пульсации, может как ощущать их прерывистость, так и воспринимать их как ровное свечение. Критическая частота световых мельканий (КЧСМ), или критическая частота слияния световых мельканий, – это значение границы между частотой пульсирующего светового сигнала, воспринимаемого глазом как

отдельные световые сигналы, и частотой, воспринимаемой как слитный световой сигнал.

Методика «Критическая частота световых мельканий» – это субъективный психофизиологический метод, состоящий в последовательном предъявлении обследуемому дискретных световых стимулов возрастающей либо убывающей частоты и предназначенным для диагностики критического ее значения. Теоретической основой данной методики является предположение о том, что индивидуальная КЧСМ обусловлена подвижностью нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора в понимании подвижности как быстроты возникновения и исчезновения нервных процессов возбуждения и торможения. Необходимо отметить, что острота зрения не влияет на результаты обследований.

Противопоказания к применению методики КЧСМ: светобоязнь, слезотечение, острый период воспалительного процесса глаз, а также индивидуальная непереносимость мелькающего света, которая часто встречается у больных с рассеянным склерозом.

КЧСМ зависит не только от внутренних, но и от внешних факторов, таких как климатические условия, время суток, освещенность, зоны проекции на сетчатке при воздействии мелькающим светом, яркость, угловые размеры, длина волны стимулов. Поэтому особое значение для применения обследований по данной методике приобретает стандартизация условий.

### **Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

### **Ход работы**

Методика «Критическая частота световых мельканий» широко используется для диагностики патологических процессов в зрительной системе, для определения степени утомления глаз и функционального состояния ЦНС. Обследуемому последовательно предъявляются дискретные световые сигналы красного, зеленого или оранжевого цвета. Если частота предъявления сигналов возрастает, то обследуемому необходимо нажать соответствующую кнопку на зрительно-моторной трубе или на зрительно-моторном анализаторе в тот момент, когда он перестанет воспринимать дискретность предъявляемых сигналов. Если частота световых сигналов убывает, то обследуе-

мый должен нажать на кнопку в первые мгновения, когда он начнет различать отдельные сигналы. Рекомендуемый диапазон частоты предъявления световых сигналов в порядке возрастания – от 10 до 70 Гц, в порядке убывания – от 70 до 10 Гц, дискретность световых мельканий – 2 Гц. Первые попытки являются пробными и не регистрируются. Диагностическое значение имеют последующие пять замеров на возрастание частоты и пять на убывание, более информативными считаются показатели на убывание частоты световых сигналов. Выбор цвета сигнала определяется целью и задачами обследования.

По результатам обследования вычисляется средняя индивидуальная КЧСМ отдельно на слияние, различение и по обеим сериям (табл. 18, 19).

Таблица 18

*Средние значения показателей по методике «Критическая частота слияния световых мельканий» (зрительно-моторный анализатор, монокулярные обследования), Гц*

Цвет сигнала	Возраст	Возрастание частоты сигналов	Убывание частоты сигналов	Итог
Красный	4 – 7	30 – 40	28 – 40	31 – 39
	8 – 12	33 – 39	30 – 40	33 – 39
	13 – 16	30 – 40	34 – 42	33 – 39
	17 и более	33 – 41	35 – 43	35 – 41
Зеленый	4 – 7	33 – 47	31 – 43	34 – 44
	8 – 12	33 – 43	36 – 43	36 – 42
	13 – 16	34 – 44	36 – 44	35 – 43
	17 и более	36 – 46	39 – 45	38 – 46

Таблица 19

*Средние значения показателей по методике «Критическая частота слияния световых мельканий» (зрительно-моторная труба, монокулярные обследования), Гц*

Цвет сигнала	Возраст	Возрастание частоты сигналов	Убывание частоты сигналов	Итог
Красный	17 и более	28 – 36	30 – 38	29 – 37
Зеленый		30 – 40	32 – 43	32 – 40

Средние значения или значения выше среднего по результатам обследования свидетельствуют о том, что подвижность нервных процессов в корковом отделе зрительного анализатора в пределах нормы; низкие показатели говорят об инертности нервных процессов; особо низкие или особо высокие показатели критической частоты слияния световых мельканий обусловлены наличием функциональных расстройств в корковом отделе зрительного анализатора.

Диагностически значимым критерием является не только снижение КЧСМ по сравнению с нормой, но и величина разницы данных КЧСМ, полученных при стимуляции импульсами зеленого и красного света. Разница между данными КЧСМ на стимуляцию зеленым и красным цветом составляет 3 – 4 Гц, является достоверной во всех возрастных группах, кроме пациентов старше 50 лет, и может служить признаком нормального соотношения между диагностическими показателями. Если КЧСМ на зеленый свет равна или ниже, чем на красный, то можно предположить нарушение функций зрительного нерва вне зависимости от этиологии атрофического процесса.

Информативной также является динамика показателей: о наличии астенопии (зрительного утомления) свидетельствует равномерное снижение показателей критической частоты световых мельканий как на красный, так и на зеленый цвет сигнала.

Для больных глаукомой характерно преимущественное уменьшение показателя КЧСМ на зеленый цвет светового сигнала по сравнению с данными КЧСМ на красный цвет, так как при данной патологии больше страдает чувствительность на цвета коротковолновой и средневолновой части спектра, чем длинноволновой. Это объясняется нейроанатомией и физиологией сетчатки. Если, напротив, снижение КЧСМ происходит в большей степени на красный свет, то можно предположить наличие патологических изменений в центральной области сетчатки.

Данная методика применяется в области клинической психофизиологии, а также в целях профессионального отбора на специальности, требования к которым включают особенности подвижности нервных процессов либо низкую степень утомляемости зрения.

**1. Сделать заключение** о степени утомления глаз.

## *Лабораторная работа № 25*

### *КОНТАКТНАЯ ТРЕМОРОМЕТРИЯ И КОНТАКТНАЯ КООРДИНАЦИОМЕТРИЯ ПО ПРОФИЛЮ*

Методики «Контактная треморометрия» и «Контактная координациометрия по профилю» предназначены для измерения точности управления движениями при решении двигательных задач. Координация связана с согласованностью и соразмерностью движений человека. Способность человека к координации обусловлена текущими и константными особенностями нервной системы, так как именно с нервной системы начинается управление движениями тела и осуществляется сенсорный контроль за ними.

Однако на координацию оказывают влияние также и особенности опорно-двигательного аппарата, поэтому на основании результатов обследований по методикам «Контактная треморометрия» и «Контактная координациометрия по профилю» не рекомендуется делать однозначных выводов о свойствах нервной системы и текущем функциональном состоянии респондента.

#### **Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

#### **Ход работы**

Для проведения обследований по методикам «Контактная треморометрия» и «Контактная координациометрия по профилю» используются специальные приборы: алюминиевый стержень («щуп») и платформа, на которой расположены три отверстия различного диаметра и лабиринт. Обследуемому необходимо:

– при обследовании по методике «Контактная треморометрия» – вставить алюминиевый стержень в одно из отверстий платформы и продержать стержень в отверстии в течение заданного времени, стараясь не касаться краев отверстия. Рекомендуемая продолжительность обследования – 15 с (табл. 20);

*Интерпретация результатов обследований по методике  
«Контактная треморометрия»*

№	Показатель	Диагностируемое свойство	Интерпретация
1	Среднее количество касаний в секунду	Мануальный тремор	Чем больше число касаний в секунду, тем выше частота и амплитуда тремора
		Координация	Чем больше число касаний в секунду, тем меньше степень выраженности способности к координации движений
2	Сенсорный контроль над движениями	Сенсорный контроль над движениями	Чем больше средняя продолжительность касаний в секунду, тем ниже степень сенсорного контроля над движениями

– при обследовании по методике «Контактная координациометрия по профилю» – вставить алюминиевый стержень через одно из отверстий платформы в начало лабиринта на глубину 2 – 3 мм и как можно быстрее провести концом стержня до конца лабиринта, стараясь не касаться краев отверстия.

Рабочая рука обследуемого должна находиться на весу. В случае, если в ходе обследования респондент касается краев отверстия алюминиевым стержнем, подается световой сигнал.

В ходе обследований регистрируется количество касаний стержнем боковых стенок отверстия (непроизвольных отклонений от заданной точки) и общая продолжительность этих касаний. В обследованиях по методике «Контактная координациометрия по профилю» рассчитываются среднее число и средняя продолжительность касаний в секунду, а также учитывается время прохождения лабиринта (табл. 21).

*Интерпретация результатов обследований по методике  
«Контактная координациометрия по профилю»*

№	Показатель	Диагностируемое свойство	Интерпретация
1	Среднее количество касаний в секунду	Мануальный тремор	Чем больше число касаний в секунду, тем выше частота и амплитуда тремора
		Координация	Чем больше число касаний в секунду, тем меньше степень выраженности способности к координации движений
2	Средняя продолжительность касаний в секунду	Сенсорный контроль над движениями	Чем больше средняя продолжительность касаний в секунду, тем ниже степень сенсорного контроля над движениями
3	Время прохождения лабиринта	Подвижность нервных процессов	При высоких значениях времени прохождения лабиринта диагностируется инертность нервных процессов обследуемого, при низких – подвижность

В заключении к проведенному обследованию по методике «Контактная треморометрия» или «Контактная координациометрия по профилю» необходимо указать степень точности движений респондента. Высокая точность движений диагностируется при низких показателях количества и продолжительности касаний, низкая – при высоких показателях.

Данные методики главным образом применяются в целях профессионального отбора на специальности, где в процессе осуществления профессиональной деятельности необходима высокая точность движений рук. Кроме того, данные методики могут быть использованы для диагностики нарушений нервной системы и психических состояний.

**1. Сделать заключение** о точности управления движениями при решении двигательных задач.

## **Раздел 6. МЕТОДИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ И ПРОФИЛАКТИКИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

В настоящее время хорошо известным фактом является вероятность возникновения тех или иных соматических заболеваний под влиянием неадекватных форм поведения человека и стрессовых ситуаций.

Стресс – это состояние человека, характеризующееся существенным нервно-психическим напряжением и вызванное воздействием экстремальных факторов окружающей среды (стрессоров). Влияние стресса на организм человека может быть положительным, если сила экстремального фактора, вызвавшего стресс, не достигает пороговой величины. В этом случае ответной реакцией человека является мобилизация организма. Если сила стрессора превышает пороговую величину, то стресс оказывает негативное влияние на организм. Если человек находится в состоянии стресса в течение длительного времени, нередко возникают психосоматические заболевания (чаще всего сердечно-сосудистой и пищеварительной систем организма).

Поэтому для профилактики психосоматических заболеваний необходимо выявлять и корректировать стрессовые состояния пациентов. Кроме того, диагностика стрессовых состояний может способствовать установлению истинных причин тех или иных заболеваний и назначению наиболее эффективного лечения.

Для измерения вероятности возникновения психосоматических заболеваний используются методики «Физиологическая реакция на стресс», «Шкала жизненных событий» и «Методика определения стрессоустойчивости и социальной адаптации».

*Лабораторная работа № 26*  
**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ НА СТРЕСС**

**Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

**Ход работы**

Опросник «Физиологическая реакция на стресс» предназначен для диагностики предрасположенности респондента к психосоматическим заболеваниям. Опросник включает 39 пунктов, описывающих различные симптомы; тестируемому необходимо отметить, насколько часто у него проявляется тот или иной симптом, по пятибалльной шкале: «Никогда», «Редко» (чаще, чем один раз в полгода), «Иногда» (чаще, чем раз в месяц), «Часто» (чаще, чем раз в неделю), «Постоянно». Каждый ответ оценивается в диапазоне от 1 до 5 баллов соответственно. Обработка результатов осуществляется путем суммирования баллов (табл. 22).

Таблица 22

*Интерпретация результатов по методике*  
*«Физиологическая реакция на стресс»*

Балл	Интерпретация
39 – 75	Низкая частота возникновения физиологических реакций на стресс. Нет риска возникновения психосоматических заболеваний
76 – 100	Средняя частота возникновения физиологических реакций на стресс. Существует небольшая вероятность возникновения психосоматических заболеваний
101 – 150	Частота возникновения физиологических реакций на стресс выше среднего. Большая вероятность возникновения психосоматических заболеваний
151 – 195	Высокая частота возникновения физиологических реакций на стресс. Большая вероятность возникновения психосоматических заболеваний

**1. Сделать заключение** о предрасположенности респондента к психосоматическим заболеваниям.

*Лабораторная работа № 27*  
*ШКАЛА ЖИЗНЕННЫХ СОБЫТИЙ*

**Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

**Ход работы**

Методика «Шкала жизненных событий» Г. Е. Андерсона предназначена для измерения стрессовой нагрузки лиц студенческого возраста как основы формирования психосоматических заболеваний. Шкала содержит 45 пунктов, описывающих наиболее распространенные жизненные события, связанные с высоким эмоциональным напряжением (стрессовые факторы). Обследуемый должен отметить те события, которые произошли с ним за последний год. Каждый пункт шкалы оценивается определенным количеством баллов. Обработка результатов производится посредством суммирования (табл. 23).

Таблица 23

*Интерпретация результатов по методике Г. Е. Андерсона*

Балл	Интерпретация
150 – 199	Низкая степень стрессовой нагрузки. Низкая вероятность возникновения психосоматических заболеваний
200 – 299	Пороговая степень стрессовой нагрузки. Повышенный риск возникновения психосоматических заболеваний
300 и более	Высокая степень стрессовой нагрузки, повышенная ранимость. Высокая вероятность возникновения психосоматических заболеваний

**1. Сделать заключение** о стрессовой нагрузке обследуемого.

*Лабораторная работа № 28*  
**ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ  
И СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ**

**Оборудование**

ПАК «Нейрософт-Психотест».

**Ход работы**

«Методика определения стрессоустойчивости и социальной адаптации» Х. Холмса и Ричарда Х. Раге представляет собой аналог методики «Шкала жизненных событий» Г. Е. Андерсона, предназначенный для обследуемых более старшего возраста. Опросник содержит 43 пункта жизненных событий; тестируемому необходимо отметить те из них, которые происходили с ним за последний год. Обработка результатов производится путем суммирования «удельного веса» каждого из отмеченных событий (табл. 24). Авторами было доказано, что люди, которые набирают от 150 до 199 очков, имеют вероятность испытывать недомогание или заболеть (около 37 %). Те, кто набрал 200 – 299 баллов – 51 % вероятности, а те, кто набрал 300 – 79 % вероятности.

Таблица 24

*Интерпретация результатов по методике Холмса и Раге*

Балл	11 – 150	151 – 299	300 и более
Вероятность возникновения психосоматических заболеваний	Низкая	Средняя	Высокая
Балл	11 – 199	200 – 299	300 и более
Степень сопротивляемости стрессорам	Высокая	Пороговая	Низкая

**1. Сделать заключение** о стрессовой нагрузке обследуемого.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение лабораторных работ, предложенных в практикуме, позволит студентам научиться оценивать различные аспекты процессов адаптации человека к окружающей среде, что является важным фактором с точки зрения – сохранения здоровья и безопасности жизнедеятельности. В настоящее время экологическая физиология – одно из актуальных и динамически развивающихся направлений физиологии человека. Изменяющаяся среда обитания оказывает сильное воздействие на организм, а наличие механизмов физиологической адаптации является одним из условий успешного существования человека.

Студенты, обучающиеся по направлениям экологических и биологических специальностей, должны уметь оценивать адаптационный статус человека, выявлять факторы риска и их участие в возникновении заболевания, оценивать результаты взаимодействия наследственно-конституциональных качеств индивидуумов с природно-антропо-погенными факторами.

Лабораторный практикум дает возможность студентам овладеть теоретическими знаниями и современными специальными эколого-физиологическими методиками, научиться планировать эксперимент, анализировать и правильно интерпретировать результаты.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Беляков, В. И.* Практикум по нормальной физиологии : учеб.-метод. пособие для студентов мед. вузов / В. И. Беляков, Д. С. Громова. – Самара : РЕАВИЗ, 2011. – 112 с.
2. *Бабунц, И. В.* Азбука анализа variability сердечного ритма / И. В. Бабунц, Э. М. Мираджян, Ю. А. Машаех. – Ставрополь : Принт-мастер, 2002. – 112 с. – ISBN 5-89822-043-7.
3. *Баевский, Р. М.* Variability сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов. – М. : Медицина, 2000. – 295 с.
4. *Баевский, Р. М.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р. М. Баевский, А. П. Берсенева. – М. : Медицина, 1997. – 265 с.
5. *Трифонова, Т. А.* Прикладная экология человека : учеб. пособие для вузов / Т. А. Трифонова, Н. В. Мищенко, Н. В. Орешникова. – М. : Юрайт, 2018. – 206 с. – ISBN 978-5-534-05280-0.
6. *Шибкова, Д. З.* Практикум по физиологии человека и животных : учеб. пособие / Д. З. Шибкова. – 4-е изд., испр. – Челябинск : Изд-во Челяб. гос. пед. ун-та, 2015. – 244 с. – ISBN 978-5-906777-47-8.
7. Медицинские компьютерные системы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mks.ru/support/mcs-software> (дата обращения: 25.10.2020).
8. Комплекс «Здоровье-экспресс» [Электронный ресурс] // Медицинские компьютерные системы. – Режим доступа: <http://www.zdex.ru/support/software> (дата обращения: 25.10.2020).
9. Нейрософт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.neurosoft.ru> (дата обращения: 25.10.2020).

*Учебное издание*

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА**

Лабораторный практикум

**Автор-составитель МИЩЕНКО Наталья Владимировна**

Редактор Ю. В. Сухарева

Технический редактор Ш. В. Абдуллаев

Корректор Н. В. Пустовойтова

Компьютерная верстка Е. А. Кузьминой

Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Подписано в печать 21.12.21.

Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 6,51. Тираж 50 экз.

Заказ

Издательство

Владимирского государственного университета  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.  
600000, Владимир, ул. Горького, 87.