

Н.В. ЗВЁЗДОЧКИНА

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ФИЗИОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие



КАЗАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

2019

УДК 612.821

ББК 28.073

З 43

Печатается по рекомендации Учебно-методической комиссии

Института фундаментальной медицины и биологии КФУ,

протокол № 3 от 17 апреля 2019 г.

Рецензент:

д. б. н., профессор КФУ **Гайнутдинов Х.Л.**

З 43 Звёздочкина Н.В.

Методы исследований в физиологии : учебно-методическое пособие / Н.В. Звёздочкина. - Казань: Казан. ун-т, 2019. – 99 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов-медиков, изучающих дисциплины: «Методы исследования в медицине и биологии» и «Методы физиологических исследований», а также для студентов-бакалавров направления «Биология», получающих практические навыки оценки функционального состояния человека. Пособие состоит из четырех разделов: исследование морфофункционального состояния организма человека, нейрофункциональные исследования, психофизиологическая диагностика и гигиенические критерии тяжести и напряженности трудового процесса. В приложении приведены планы проведения лабораторных работ по выше названным дисциплинам.

Фотография на 1-й стр. – велоэргометрическое исследование сердечно-сосудистой системы.

УДК 612.821

ББК 28.073

© Звёздочкина Н.В., 2019

**© Казанский университет,
2019**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Раздел I. Исследование морфофункционального состояния организма человека	7
Лабораторная работа I.1. Антропометрические измерения: массоростовые соотношения. Измерение окружностей тела. Расчет основных индексов	7
Лабораторная работа I.2. Методика измерения артериального давления аускультативным методом Короткова (рекомендации экспертов ВОЗ)	21
Лабораторная работа I.3. Регистрация и анализ ЭКГ здорового человека	24
Лабораторная работа I.4. Определение положения электрической оси сердца.	31
Лабораторная работа I.5. Определение физической работоспособности при помощи велоэргометрического теста PWC_{170}	33
Лабораторная работа I.6. Определение максимального потребления кислорода (МПК) при выполнении велоэргометрического теста	38
Лабораторная работа I.7. Пневмография. Определение частоты и глубины дыхания. Дыхание при функциональных нагрузках	43
Лабораторная работа I.8. Метод оценки функционального состояния человека (опросник САН)	47
Раздел II. Нейрофункциональные исследования	49
Лабораторная работа II.1. Регистрация электрической активности головного мозга при функциональных пробах	49
Лабораторная работа II.2. Регистрация суммарной электрической активности мышц плеча при разной интенсивности напряжения	54
Лабораторная работа II.3. Электронейромиография (ЭНМГ). Исследование моторного проведения по срединному нерву (демонстрационное занятие)	55
Лабораторная работа II.4. Стабилометрический метод оценки функций равновесия (демонстрационное занятие)	62
Раздел III. Психофизиологическая диагностика	64
Лабораторная работа III.1 Оценка времени реакции: простая зрительно-моторная реакция; реакция выбора, реакция различения	65
Лабораторная работа III.2 Реакция на движущийся объект	71
Лабораторная работа III.3 Анализ моторных способностей: теппинг-тест	72

Лабораторная работа III.4. Изучение особенностей внимания: оценка внимания; помехоустойчивость. Красно-черные таблицы Шульте-Платонова. Методика Мюнстенберга	73
Лабораторная работа III.5. Исследование краткосрочной памяти. Память на образы и числа	78
Лабораторная работа III.6. Регистрация кожно-гальванической реакции (КГР)	80
Лабораторная работа III.7. Методика проведения полиграфологического исследования	82
Раздел IV. Гигиенические критерии тяжести и напряженности трудового процесса	
Лабораторная работа IV.1. Методика оценки тяжести трудового процесса	84
Лабораторная работа IV.2. Методикой оценки напряженности трудового процесса	87
ПРИЛОЖЕНИЕ	90
План проведения занятий по курсу «Методы исследования в биологии и медицине»	90
План проведения занятий по курсу «Методы физиологических исследований»	91
План проведения занятий по получению практических навыков по физиологическим методам исследования	93
Протокол оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса (рекомендуемый)	95
Протокол оценки условий труда по показателям напряженности трудового процесса (рекомендуемый)	97

Введение

В учебно-методическом пособии представлены некоторые физиологические методы, позволяющие оценить функциональное состояние ряда систем организма человека, в частности, кардио-респираторной и нервной систем.

Функциональное состояние - это совокупность различных характеристик, процессов, свойств и качеств, обуславливающих уровень активности систем, эффективность деятельности и поведение человека. Состояние — причинно обусловленное явление, реакция не отдельной системы или органа, а личности в целом, с включением в реагирование как физиологических, так и психологических уровней управления и регулирования. В связи с этим, актуальной является проблема оценки и диагностики качественного и количественного состава функционального состояния.

Значение физиологических методов состоит в том, что они дают возможность объективной диагностики состояния и позволяют количественно оценить наблюдаемые сдвиги в функционировании той или иной системы. Наиболее распространены следующие электрофизиологические показатели: электроэнцефалограмма (ЭЭГ) — индикатор уровня активации головного мозга; электрокардиограмма (ЭКГ) — оценка возбудимости сердечной мышцы; электромиограмма (ЭМГ) — показатель мышечного тонуса и уровня возбудимости мышц; кожно-гальваническая реакция (КГР) — индикатор реакции вегетативной нервной системы, связанной с активностью ретикулярной формации мозга. Также важны такие вегетативные показатели, как частота дыхания и пульса, кровяное давление, состояние тонуса сосудов, температура тела и т.д.

В пособии представлены различные лабораторные работы, позволяющие оценить морфо- и нейрофункциональные состояния человека; провести психофизиологическую диагностику, а также изучить гигиенические критерии тяжести и напряженности трудового процесса.

Методические рекомендации студентам по выполнению лабораторных работ.

Приступая к выполнению заданий, ознакомьтесь с целью и задачами исследования; усвойте основные термины изучаемого вопроса и навыки, которыми должны овладеть при выполнении конкретной лабораторной

работы. Затем проведите экспериментальное исследование, полученные результаты представьте в таблицах; сравните с нормативными данными изучаемого вопроса. По завершении каждой лабораторной работы напишите заключение об определенном функциональном состоянии человека. Для расширения теоретических знаний в конце каждой работы рекомендован список литературы.

Раздел I. Исследование морфофункционального состояния организма человека

Лабораторная работа I.1. Антропометрические измерения: массо- ростовые соотношения. Измерение окружностей тела. Расчет основных индексов.

Цель исследования: приобрести навыки антропометрических измерений.

Задачи:

- Провести измерения основных антропометрических параметров юношей и девушек (по 3-4 чел);
- результаты вычислений занести в тетрадь протоколов; рассчитать средние статистические значения;
- сделать вывод о физическом состоянии испытуемых.

Студент должен уметь:

- измерить рост стоя и сидя;
- определить массу тела;
- измерить окружности грудной клетки в трёх положениях;
- измерить окружность плеча в двух положениях;
- измерить окружности бедра, голени, шеи, талии;
- провести ручную и станковую динамометрию;
- провести соматоскопию;
- провести калиперометрические измерения;
- оценить физическое развитие по методу индексов.

Оценка физического развития человека

Физическое развитие - комплекс функциональных и морфологических свойств организма, который определяет запас его физических сил, т.е. служит критерием крепости организма.

Уровень физического развития определяют совокупностью методов, основанных на измерениях морфологических и функциональных признаков.

Основными методами исследования физического развития человека являются внешний осмотр (соматоскопия) и измерения — антропометрия (соматометрия).

К *основным антропометрическим методам* относят измерения роста, массы тела, окружности грудной клетки (при максимальном вдохе, паузе и максимальном выдохе), силу кистей и становую силу (силу мышц спины).

К *дополнительным антропометрическим показателям* относят рост сидя, окружности: шеи, живота, талии, бедра и голени, плеча; длину рук и др.

Таким образом, антропометрия включает в себя определение длины, диаметров, окружностей различных частей тела.

ЗАДАНИЕ 1. Определение роста тела

Рост стоя и сидя измеряется ростомером. При измерении роста стоя пациент становится спиной к вертикальной стойке, касаясь ее пятками, ягодицами и межлопаточной областью. Планшетку опускают до соприкосновения с головой. При измерении роста сидя пациент садится на скамейку, касаясь вертикальной стойки ягодицами и межлопаточной областью.

Зная длину тела стоя и сидя, можно найти *коэффициент пропорциональности (КП) тела*.

$$\text{КП} = ((L_1 - L_2) / L_2) \times 100$$

где: L_1 — длина тела стоя, L_2 — длина тела сидя в см.

В норме КП = 87—92%.

Лица, имеющие низкий коэффициент пропорциональности, имеют при прочих равных условиях более низкое расположение центра тяжести, что дает им преимущество при выполнении упражнений, требующих высокой устойчивости тела в пространстве (горнолыжный спорт, прыжки с трамплина, борьба и т.д.). Лица, имеющие высокий коэффициент пропорциональности (более 92%), имеют преимущество перед лицами с низким коэффициентом в прыжках, беге. У женщин данный коэффициент несколько ниже, чем у мужчин.

Существует специальный индекс, характеризующий длину ног. Его называют индекс скелии либо индекс Мануврие (ИМ).

$$\text{ИМ} = (\text{длина ноги} / \text{рост сидя}) \times 100$$

Если величина индекса не достигает отметки 84,9, значит, ноги коротковаты: при величине индекса от 85 до 89 можно говорить о средних ногах; при индексе 90 и выше, речь идет о длинноногом человеке.

Полученные данные занесите в таблицу 1.

Антропометрические показатели

Испытуемые	Рост стоя	Рост сидя	КП, %	ИМ
Девушки				
Юноши				

ЗАДАНИЕ 2. Определение массы тела.

Масса тела определяется взвешиванием на рычажных медицинских весах. Масса тела суммарно выражает уровень развития костно-мышечного аппарата, подкожно-жирового слоя и внутренних органов.

Измерение окружностей. Окружности головы, груди, плеча, бедра, голени измеряют сантиметровой лентой (см. рис.1 *Измерение окружностей*).

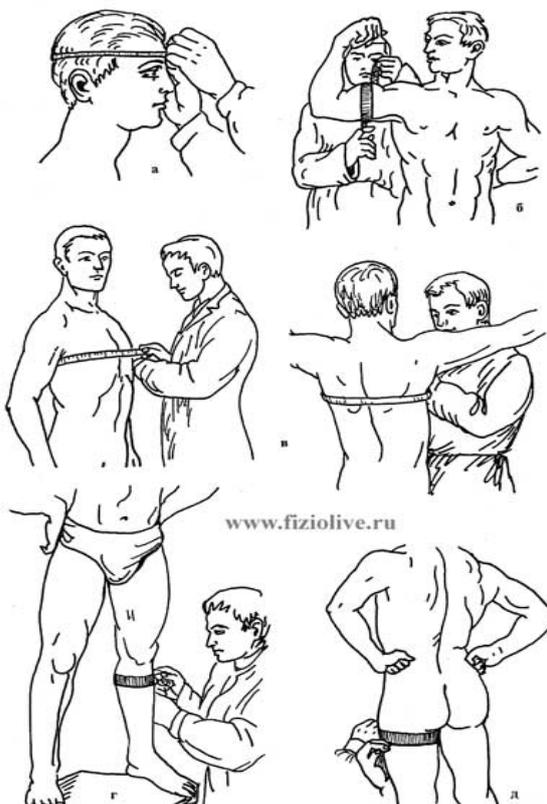


Рис.1. Измерение окружностей головы (а); плеча (б); груди (в); голени (г), бедра (д)

Из множества антропометрических измерений тела в клинической практике наиболее часто используются измерение окружности плеча в средней трети при помощи сантиметровой ленты и толщины кожной складки трицепса при помощи калипера.

ЗАДАНИЕ 3. Расчет жировой и мышечной массы тела

По рекомендациям ВОЗ считается, что «здоровый» процент жира для мужчин от 20 до 40 лет составляет не менее 8% и не более 20%. У здоровой женщины в той же возрастной группе процент жира должен составлять от 15% до 31%.

Норма мышечной массы тела для женщин составляет примерно 35% от всей массы тела; норма для мужчин - около 43%.

Методика измерения кожно-жировой складки

Толщина подкожной жировой складки измеряется с помощью калипера. Во избежание ошибок тщательно определяют место измерения.

Важно правильно поднять кожную складку. Она плотно зажимается большим и указательным пальцами или тремя пальцами так, чтобы в составе складки оказалась бы кожа и подкожный жировой слой. Жалобы на боль свидетельствуют о том, что захвачена только кожа. Пальцы располагают приблизительно на 1 см выше места измерения. Губки калипера прикладывают так, чтобы расстояние от гребешка складки до точки измерения примерно равнялось бы толщине самой складки. Отсчет производят через 2-3 сек. после того, как губки калипера приложены к складке. Толщину подкожной жировой складки измеряют на правой стороне тела.

Для определения состава массы тела толщину жировых складок измеряют в следующих точках:

Задание: проведите калиперометрические измерения, используя калипер электронно- цифровой КЕЦ-100 по следующим точкам (рис.2):

1. под нижним углом лопатки в косом направлении,
2. на задней поверхности плеча в верхней трети плеча в вертикальном направлении,
3. на передней поверхности плеча в верхней трети внутренней поверхности плеча в вертикальном направлении,
4. на предплечье на передневнутренней поверхности в вертикальном направлении,
5. на передней поверхности груди по передней подмышечной линии в косом направлении,

6. на передней стенке живота на уровне пупка в вертикальном направлении,
7. на бедре в верхней части на переднелатеральной поверхности параллельно ходу паховой складки,
8. на голени в вертикальном направлении на заднелатеральной поверхности верхней части,
9. на тыльной поверхности кисти на уровне головки 3 пальца.

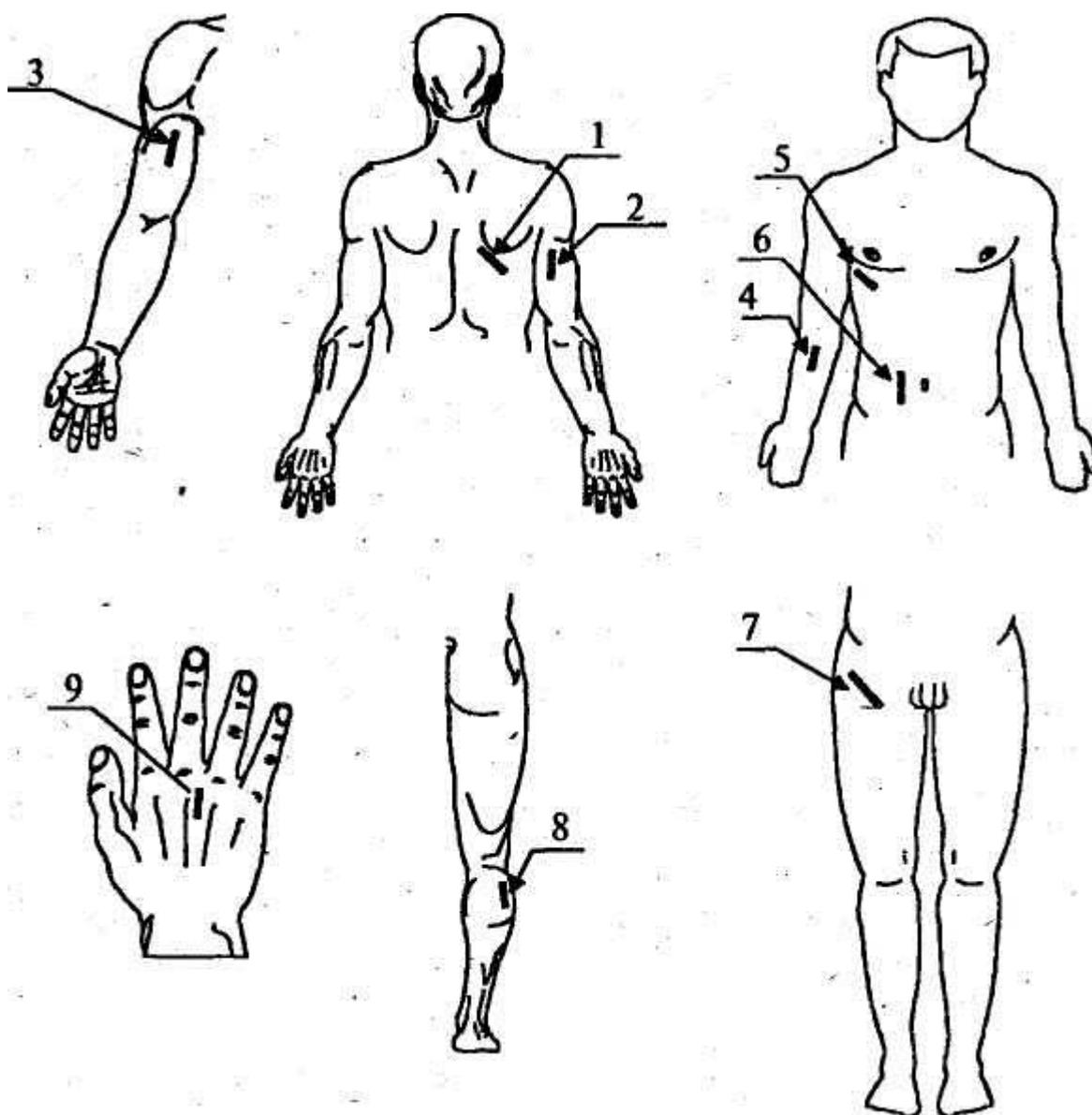


Рисунок 2. Расположение мест замера жировых складок

Определение жировой массы тела

На теле человека измеряются кожно-жировые складки в 9 точках:
Вычисляется средняя толщина кожно-жировой складки (d):

$$d = (d1+d2+d3+d4+d5+d6+d7+d8+d9)/18$$

Затем по формуле Матейки определяется абсолютное количество жира (D) в кг:

$$D = dSK,$$

где K - константа, равна 0,13;
S - поверхность тела в м², вычисляется по формуле:

$$S = 1+(P+H)/100,$$

где P - вес в кг; H - отклонение в росте от 160 см с соответствующим знаком.

Затем рассчитывают относительное содержание жира в %:

$$ОСЖ = (D/P)100,$$

где D и P выражаются в кг.

Определение мышечной массы

Для выполнения работы необходимы: калипер, сантиметровая лента. Измеряют сантиметровой лентой в покое окружности плеча, предплечья, бедра, голени, а также толщину кожно-жировых складок на предплечье (спереди и сзади) калипером.

Применяя формулу Матейки, можно рассчитать абсолютную массу мышечной ткани:

$$СММ = ДТ * r^2 * k,$$

где СММ - масса скелетных мышц в г; ДТ- рост в см; K = 6,5 (константа); r – средний радиус плеча, предплечья, бедра и голени без подкожного жира (см), определяемое по формуле:

$r = (\text{сумма обхватов окружностей плеча, предплечья, бедра, голени в см} / 25,12) - (\text{сумма жировых складок плеча (спереди и сзади), предплечья, бедра и голени}) / 100$.

Полученные расчетные значения занесите в табл.2. Сделайте выводы.

Таблица 2

Процентное содержание жировой и мышечной массы

Испытуемые	Жировая масса тела, %		Мышечная масса, %
	Ниже нормы	Норма	
Девушки			
Диапазон нормы		15-31	35
Юноши			
Диапазон нормы		8-20	43

ЗАДАНИЕ 4. Динамометрия

Основным методом определения силы мышц является динамометрия. Измерения производят кистевым и становым динамометрами.

Отмечено, что развитие мышечной силы происходит к 25—35 годам, после чего начинается ее снижение. Установлено также, что сила мышц в течение дня колеблется и что максимальное проявление мышечной силы наблюдается при внешней температуре +20°. Показатели зависят от возраста, пола и вида спорта, которым занимается обследуемый.

Мышечная сила рук характеризует степень развития мускулатуры и измеряется ручным динамометром (в кг). Производят 2—3 измерения, записывают наибольший показатель.

Становая сила определяет силу разгибательных мышц спины и измеряется становым динамометром.

Противопоказания для измерения становой силы являются: грыжи (паховая и пупочная, и др., менструация, беременность, гипертоническая болезнь, миопия (-5 и более) и др.

Силовые индексы получают от деления показателей силы на вес (в %).

$$СИ = C_k / P * 100\%; \quad СИ = C_{ст} / P * 100\%$$

Полученные показатели занесите в таблицу 3, сделайте выводы о соответствии нормативным значениям.

Таблица 3 Показатели динамометрии

№	Испытуемые	Сила кисти, кг	Силовой индекс кисти, в % от веса	Становая сила мышц спины,	Силовой индекс мышц спины, в % от веса
1.	Юноши				
	Норма для юношей		60 - 75		200 - 220
2.	Девушки				
	Норма для девушек		45-50		135- 150

ЗАДАНИЕ 5. Расчет оценочных индексов

Метод индексов. Индексы физического развития - это показатели соотношения отдельных антропометрических признаков, выраженных в математических формулах. Некоторые из них могут быть полезными для ориентировочной оценки отдельных показателей физического развития. Применяются при массовых обследованиях населения, для отбора в спортивные секции и пр.

Масса тела — отражение общих запасов энергии организма. Существует прямая связь ($r = 0,6$; $p < 0,05$) между потерей массы тела у тяжелоатлетов и снижением общего белка тела.

Потеря массы тела. У здоровых взрослых людей масса тела изменяется меньше, чем 0,1 кг в сутки. Потеря массы тела более 0,5 кг в сутки указывает на отрицательный энергетический и (или) водный баланс.

Клинически значимая потеря массы тела составляет 10% и более исходной в течение менее полугода.

Степень выраженности потери массы тела определяется двумя факторами: скоростью изменения массы и ее общим уменьшением. Скорость потери массы тела при полном голодании составляет около 0,4

кг в день. Выживание возможно при наличии приблизительно 70% должной (идеальной) массы тела.

Недостаточное поступление пищи — весьма распространенная причина отрицательного энергетического баланса у больных — приводит к постепенной потере массы тела по сравнению с полным голоданием. При некоторых хронических заболеваниях изменение массы тела может происходить в течение нескольких лет или даже десятилетий.

Минимальная масса тела, совместимая с жизнью, находится в пределах между 48 и 55% должной. Запасы жира в этом случае составляют менее 5%, дальнейшее истощение метаболически используемой жировой массы приводит к быстрому истощению тканей и смерти.

Индекс массы тела

Стандартный показатель размера тела — это *индекс массы тела* (ИМТ). Он отражает соотношение веса (кг) к квадрату роста (m^2). Этот показатель используется для диагностики степени белково-энергетической недостаточности (БЭН) и ожирения. Согласно большинству официальных стандартов, при избыточном весе значение ИМТ превышает 25, а при ожирении показатель ИМТ более 30. Нормативные значения ИМТ и отклонения представлены в табл. 4

ИМТ рассчитывается по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{Масса тела (кг)} / \text{Рост (м}^2\text{)}$$

Рассчитайте индекс массы тела и определите свой ИМТ при помощи таблиц 4 и 5, представленные ниже. Одна и та же шкала используется как для мужчин, так и для женщин.

Таблица 4

Норма и отклонения индекса массы тела

ИМТ	Соответствие между ростом и весом
Меньше 16	Выраженный дефицит массы тела, истощение
16-18,5	Недостаточная масса тела (дефицит)
18,5-24,9	Норма
25-29,9	Лишний вес, избыточная масса тела (предохранение)
30-34,9	Ожирение I степени
35-39,9	Ожирение II степени
Больше 40	Ожирение III степени (морбидное)

Таблица 5

Нормативные значения для определения индекса массы тела

ИМТ (кг/м ²)	Норма						Избыточный вес					Ожирение		
	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40
Рост (см)	Вес (кг)													
147	41	44	45	48	50	52	54	56	59	61	63	65	76	87
150	43	45	47	49	52	54	56	58	60	63	65	67	78	90
152	44	46	49	51	54	56	58	60	63	65	67	69	81	93
155	45	48	50	53	55	58	60	62	65	67	69	72	84	96
157	47	49	52	54	57	59	62	64	67	69	72	74	87	99
160	49	51	54	56	59	61	64	66	69	72	74	77	89	102
163	50	53	55	58	61	64	66	68	71	74	77	79	93	105
165	52	54	57	60	63	65	68	71	73	76	79	82	95	109
168	54	56	59	62	64	67	70	73	76	78	81	84	98	112
170	55	58	61	64	66	69	72	75	78	81	84	87	101	116
172	57	59	63	65	68	72	74	78	80	83	86	89	104	119

175	58	61	64	66	70	73	77	80	83	86	89	92	107	122
178	60	63	66	69	73	76	79	82	85	88	92	95	no	126
180	62	65	68	71	75	78	81	84	88	91	94	98	113	130
183	64	67	70	73	77	80	83	87	90	93	97	100	117	133
185	65	68	72	75	80	83	86	89	93	96	99	103	120	137
188	67	70	74	78	81	84	88	92	95	99	102	106	123	141
191	69	73	76	80	83	87	91	94	98	102	105	109	127	145
193	71	74	78	82	86	89	93	97	100	104	108	112	130	149

Оценочные индексы массы тела. Соотношение между весом (g) и ростом (L) может быть найдено с помощью индексов Брока - Бругша, Кетле и т.д.

Индекс Брока - Бругша:

$g = L - 100$ (кг) при $L = 155-165$ см,

$g = L - 105$ (кг) при $L = 166-175$ см,

$g = L - 110$ (кг) при $L =$ более 175 см

Индекс Кетле, или весо-ростовой индекс, получается при делении веса (г) на рост (см). Этот индекс равен в среднем для мужчин 379 - 400 г, для женщин - 325 - 390 г.

Полученные результаты занесите в таблицу 6. Сделайте выводы.

Таблица 6

Оценочные индексы массы тела

Индексы	Девушки		Юноши	
	Ниже среднего	Средний	Ниже среднего	Средний
Брока, кг				
Кетле, г/см				
ИМТ, кг/м ²				

ЗАДАНИЕ 6. Определение типа телосложения

Тип телосложения можно определить по характерным ярко выраженным внешним признакам. Чаще, тип телосложения определяют, рассчитав индекс Соловьёва (для взрослых), либо по реберному углу в области солнечного сплетения. Для расчёта индекса Соловьёва необходимо сантиметром измерить окружность самого тонкого места на запястье, полученное число в сантиметрах и будет являться значением индекса. Данные для интерпретации результатов определения типа телосложения по индексу Соловьёва или реберному углу приведены в таблице ниже (табл.7).

Таблица 7

Определение типа телосложения (конституции) человека по классификации В.М. Черноруцкого

Тип телосложения	Индекс Соловьёва - для мужчин	Индекс Соловьёва - для женщин	Реберный угол
астенический (тонкокостный)	Менее 18см	Менее 15см	острый (менее 90 градусов)
нормостенический (нормальный)	18-20см	15-17см	ближе к прямому, примерно равный 90 градусам
гиперстенический (ширококостный)	Более 20см	Более 17см	тупой (больше 90 градусов)

Полученные результаты приведите в таблице, и сделайте вывод о телосложении юношей и девушек.

ЗАДАНИЕ 7. Самостоятельная оценка физического состояния по таблице КОНТРЭКС -1

Ответьте на вопросы анкеты, подсчитайте количество баллов, и оцените физическое состояние.

Таблица 8

**Оценка физического состояния по диагностической системе
самоконтроля КОНТРЭКС - 1**

№п/п	Факторы	Влияние
1	Возраст	За каждый год начисляется 1 балл
2	Масса тела	Имеющий массу тела в нормальных пределах получает 30 баллов. За каждый кг массы сверх должных величин вычитается 1 балл
3	Артериальное давление	Имеющий нормальное давление АД получает 30 баллов. За каждый 1 мм рт. ст. давления (систолическое и диастолическое) выше рассчитанной величины вычитается 1 балл
4	ЧСС в покое	За каждый удар ниже 90 начисляется 1 балл. При пульсе 90 и выше баллы не начисляются
5	Восстановление пульса	Восстановление ЧСС через 2 мин после 20 приседаний за 40 сек. Соответствие ЧСС исходной величины оценивается в 30 баллов. При превышении на 10 - 20 сек. Вычитается 10 баллов
6	Общая выносливость	Занятия 15 мин. Бегом при ЧСС 170 уд.в 1 мин 4 раза в неделю - 25 баллов 3 раза в неделю - 10 баллов 2 раза в неделю - 10 баллов 1 раз в неделю - 5 баллов
7	Курение	Некурящий получает 30 баллов. За каждую сигарету, выкуренную в течение 1 дня вычитается 10 баллов
8	Прием алкоголя	Неупотребляющий - 30 баллов. За каждые 100 г любого алкогольного напитка, выпитого за неделю, вычитается 2 балла

Оценка физического состояния в баллах

Низкое - менее 90	Выше среднего - 171 - 200
Ниже среднего - 91 - 120	Высокое - более 200
Среднее - 121 - 170	

Заключение

На основании проведенного исследования, напишите заключение о состоянии физического развития девушек и юношей, участвовавших в обследовании.

Литература

1. Физиологические основы здоровья человека / Под ред Б.И. Ткаченко. СПб.: Архангельск: Изд: ИЦСГМУ, 2001.-728с.
2. Грачёв О.К. Физическая культура: Учебное пособие.-М.: ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2005.-264с.

Лабораторная работа I.2. Методика измерения артериального давления аускультативным методом Короткова (рекомендации экспертов ВОЗ)

1. Обстановка. Измерение АД должно проводиться в тихой, спокойной удобной обстановке при комфортной температуре. Следует избегать внешних воздействий, которые могут увеличить вариабельность АД или помешать аускультации. Пациент должен сидеть на стуле с прямой спинкой рядом со столом. Для измерения АД в положении стоя используется стойка с регулируемой высотой и поддерживающей поверхностью для руки и тонометра. Высота стола и стойки должны быть такими, чтобы при измерении АД середина манжетки, наложенной на плечо пациента, находилась на уровне сердца пациента, т.е. приблизительно на уровне четвертого межреберья в положении сидя или на уровне средней подмышечной линии в положении лежа.

Отклонение положения середины манжетки, наложенной на плечо или бедро пациента, от уровня сердца может привести к ложному изменению АД на 0,8 мм рт.ст. на каждый 1 см: завышению АД при положении манжетки ниже уровня сердца и занижению АД - выше уровня сердца. Опора спины на спинку стула и руки на поддерживающую поверхность исключает повышение АД из-за изометрического сокращения мышц. Измерение давления должно производиться в тихой, спокойной и удобной обстановке.

2. Подготовка к измерению АД и продолжительность отдыха. АД следует измерять через 1— 2 ч после приема пищи. В течение 1 ч до измерения пациенту не следует курить и употреблять кофе. На пациенте не должно быть тугих, давящей одежды. Рука, на которой будет производиться измерение АД, должна быть обнажена. Пациент должен сидеть, опираясь на спинку стула, с расслабленными, нескрещенными ногами. Объясните пациенту процедуру измерения и предупредите, что на все вопросы вы ответите после измерения. Не рекомендуется разговаривать во время проведения измерений, так как это может повлиять на уровень АД. Измерение АД должно производиться после не менее 5-минутного отдыха.

3. Размер манжетки. Ширина манжетки должна охватывать не менее 40% окружности плеча и не менее 80% его длины. АД измеряют на правой руке или на руке с более высоким уровнем АД (при заболеваниях, при которых наблюдается существенная разница между правой и левой рукой пациента, как правило, более низкое АД регистрируется на левой руке). Использование узкой или короткой манжетки приводит к существенному ложному завышению АД. Ширина манжеты должна охватывать не менее 40% окружности плеча и не менее 80% его длины. АД, как правило измеряют на правой руке, а при неодинаковом наполнении и напряжении пульса (*pulsus differens*) на обеих руках.

4. Положение манжетки. Определите пальпаторно пульсацию плечевой артерии на уровне середины плеча. Середина баллона манжетки должна находиться точно над пальпируемой артерией. Нижний край манжетки должен быть на 2,5 см выше локтевой ямки. Плотность наложения манжетки: между манжеткой и поверхностью плеча пациента должен проходить палец. Нижний край манжетки должен быть на 2,5 см выше

локтевой ямки. Плотность наложения манжетки: между манжеткой и поверхностью плеча пациента должен проходить указательный палец.

5. Определение максимального уровня нагнетания воздуха в манжетку необходимо для точного определения систолического АД при минимальном дискомфорте для пациента, избежания "аускультативного провала".

1) Определить пульсацию лучевой артерии, характер и ритм пульса. При выраженных нарушениях ритма (мерцательной аритмии) величина систолического АД может варьировать от сокращения к сокращению, поэтому для более точного определения его уровня следует произвести дополнительное измерение.

2) Продолжая пальпировать лучевую артерию, быстро накачать воздух в манжетку до 60 мм рт.ст., затем нагнетать по 10 мм рт.ст. до исчезновения пульсации.

3) Сдувать воздух из манжетки следует со скоростью 2 мм рт.ст. в секунду. Регистрируется уровень АД, при котором вновь появляется пульс.

4) Полностью выпустить воздух из манжетки. Для определения уровня максимального нагнетания воздуха в манжетку величину систолического АД, определенного пальпаторно, увеличивают на 30 мм рт.ст.

6. *Положение стетоскопа.* Пальпаторно определяется точка максимальной пульсации плечевой артерии, которая обычно располагается сразу над локтевой ямкой на внутренней поверхности плеча. Мембрана стетоскопа должна полностью плотно прилегать к поверхности плеча. Следует избегать слишком сильного давления стетоскопом, так как оно может вызвать дополнительную компрессию плечевой артерии. Рекомендуется использовать низкочастотную мембрану. Головка стетоскопа не должна касаться манжетки или трубок, так как звук от соприкосновения с ними может нарушить восприятие тонов Короткова.

7. Накачивание и сдувание манжетки. Нагнетание воздуха в манжетку до максимального уровня производится быстро. Медленное нагнетание

воздуха в манжетку приводит к нарушению венозного оттока крови, усилению болевых ощущений и —смазыванию звука. При плохой слышимости следует быстро выпустить воздух из манжетки, проверить положение стетоскопа и повторить процедуру. Медленное выпускание воздуха позволяет определить систолическое и диастолическое АД по началу фаз тонов Короткова. Точность определения АД зависит от скорости декомпрессии: чем выше скорость декомпрессии, тем ниже точность измерения. В таблице 1 представлены показатели систолического и диастолического артериального давления в норме и при наличии гипертензии.

Таблица 1. Определение и классификация уровней АД (мм рт. ст.)

Категория	САД	ДАД
Оптимальное	≤ 120	≤ 80
Нормальное	120-129	80-84
Высокое нормальное	130-138	85-89
Степень 1 (мягкая гипертензия)	140-159	90-99
Степень 2 (умеренная гипертензия)	160-179	100-109
Степень 3 (гипертензия)	≥ 180	≥ 110

Лабораторная работа I.3. Регистрация и анализ ЭКГ здорового человека

Цель исследования: получение навыков регистрации, обработки и анализа ЭКГ.

Задание: на полученной записи ЭКГ определите водитель ритма, подсчитайте и оцените ЧСС, рассчитайте и оцените зубцы и интервалы.

План (схема) расшифровки электрокардиограммы

1.Подготовительный этап: знакомство с данными о пациенте – возраст, пол, основной диагноз и сопутствующие заболевания, группа здоровья и т.д.

2.Проверка стандартов техники регистрации ЭКГ. Вольтаж ЭКГ.

3.Беглый просмотр всей ленты для получения предварительных данных о наличии патологических изменений.

4.Анализ сердечного ритма:

а.определение регулярности сердечного ритма,

б.определение водителя ритма,

с.подсчёт и оценка числа сердечных сокращений.

5.Анализ и оценка проводимости.

6.Определение положения электрической оси сердца.

7.Анализ зубца Р (предсердный комплекс).

8.Анализ желудочкового комплекса QRST:

а.анализ комплекса QRS,

б.анализ сегмента S (R)T,

с.анализ зубца Т,

д.анализ и оценка интервала QT.

9.Электрокардиографическое заключение.

Техника регистрации электрокардиограммы

Для получения качественной записи ЭКГ необходимо строго придерживаться некоторых общих правил ее регистрации.

Условия проведения исследования. ЭКГ регистрируют в специальном помещении, удаленном от возможных источников электрических помех: физиотерапевтических и рентгеновских кабинетов, электромоторов, распределительных электрощитов и т.д. Кушетка должна находиться на расстоянии не менее 1,5-2 м от проводов электросети. Исследование проводится после 10-15 мин отдыха и не ранее чем через 2 ч после приема пищи. Запись ЭКГ проводится обычно в положении больного лежа на спине, что позволяет добиться максимального расслабления мышц. Предварительно фиксируют фамилию, имя и отчество пациента, его возраст, дату и время исследования, номер истории болезни и диагноз.

Наложение электродов. На внутреннюю поверхность голеней и предплечий в нижней их трети с помощью резиновых лент или

специальных пластмассовых зажимов накладывают 4 пластинчатых электрода, а на грудь устанавливают один или несколько (при многоканальной записи) грудных электродов, используя резиновую грушу-присоску или приклеивающиеся одноразовые грудные электроды (рис.1). Для обеспечения контакта электродов с кожей и уменьшения помех и наводных токов в местах наложения электродов необходимо предварительно обезжирить кожу спиртом и покрыть электроды слоем специальной токопроводящей пасты, которая позволяет максимально снизить межэлектродное сопротивление.

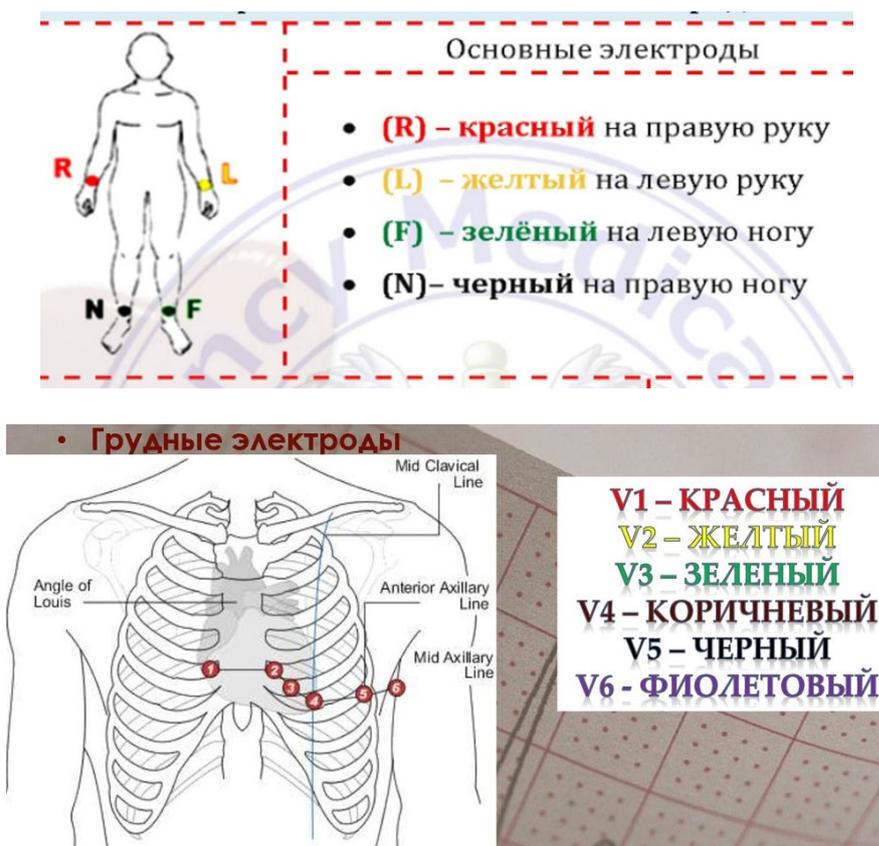


Рисунок 1. Правильное наложение стандартных и грудных электродов ЭКГ

Подключение проводов к электродам. К каждому электроду, установленному на конечностях или на поверхности грудной клетки, присоединяют провод, идущий от электрокардиографа и маркированный определенным цветом. Общепринятой является следующая маркировка входных проводов: правая рука - красный цвет; левая рука - желтый цвет; левая нога - зеленый цвет; правая нога (заземление пациента) - черный цвет; грудной электрод - белый цвет.

При наличии 6-канального электрокардиографа, позволяющего одновременно регистрировать ЭКГ в 6 грудных отведениях, к электроду V1 подключают провод, имеющий красную маркировку наконечника; к электроду V2 - желтую, V3 - зеленую, V4 - коричневую, V5 - черную и V6 - синюю или фиолетовую. Маркировка остальных проводов та же, что и в одноканальных электрокардиографах.

Выбор усиления электрокардиографа. Прежде чем начинать запись ЭКГ, на всех каналах электрокардиографа необходимо установить одинаковое усиление электрического сигнала. Для этого в каждом электрокардиографе предусмотрена возможность подачи на гальванометр стандартного калибровочного напряжения, равного 1 mV (рис.2).



Рисунок 2. Калибровка ЭКГ при разной скорости записи.

а - стандартный контрольный милливольт - 10 мм = 1mV; скорость 50 мм/с; б – при скорости 25 мм/с.

Обычно усиление каждого канала подбирается таким образом, чтобы напряжение 1 mV вызывало отклонение гальванометра и регистрирующей системы, равное 10 мм. Для этого в положении переключателя отведений «0» регулируют усиление электрокардиографа и регистрируют калибровочный милливольт. При необходимости можно изменить усиление: уменьшить при слишком большой амплитуде зубцов ЭКГ (1 mV = 5 мм) или увеличить при малой их амплитуде (1 mV равен 15 или 20 мм).

Запись электрокардиограммы. Запись ЭКГ осуществляют при спокойном дыхании. Вначале записывают ЭКГ в стандартных отведениях (I, II, III), затем в усиленных отведениях от конечностей (aVR, aVL и aVF) и грудных отведениях (V1-V6). В каждом отведении

записывают не менее 4 сердечных циклов (рис.3). ЭКГ регистрируют, как правило, при скорости движения бумаги 50 мм/с. Меньшую скорость (25 мм/с) используют при необходимости более длительной записи ЭКГ, например для диагностики нарушений ритма.

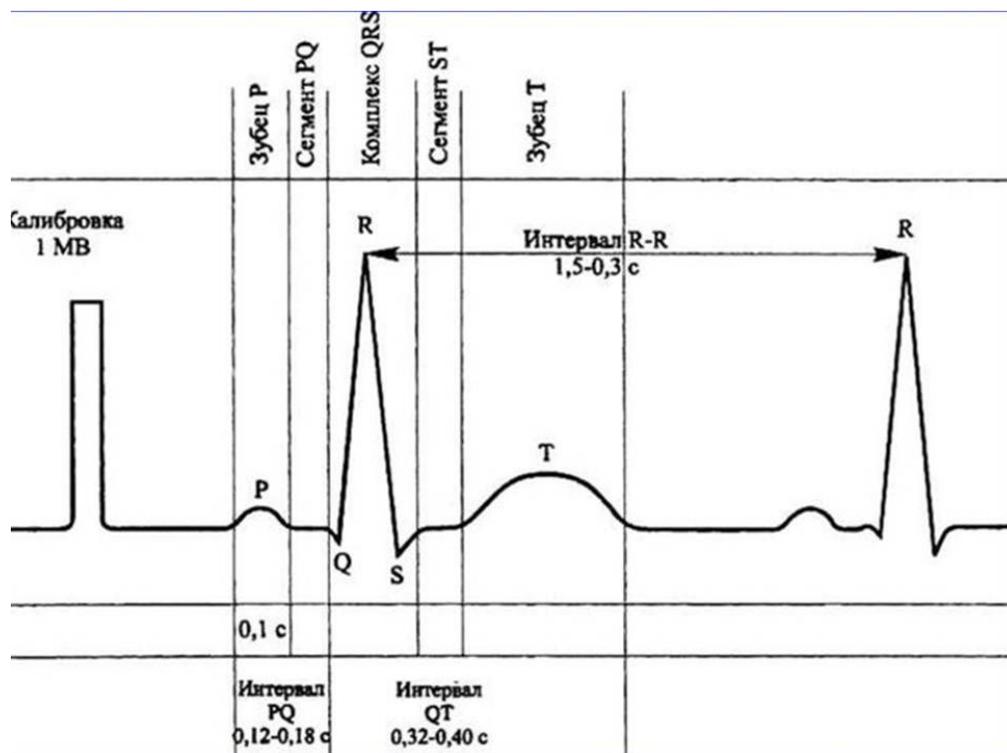


Рисунок 3. ЭКГ во втором отведении. Обозначены зубцы, сегменты и интервалы.

Анализ сердечного ритма

Анализ сердечного ритма предусматривает:

- определение регулярности сердечных сокращений,
- определение водителя ритма,
- подсчет частоты сердечных сокращений.

Определение регулярности сердечного ритма.

Регулярность сердечного ритма оценивается при сравнении продолжительности интервалов RR (PP) между последовательными сердечными циклами. Если они близки (в пределах $\pm 10\%$ от средней продолжительности RR), сердечный ритм считается

правильным (регулярным). В противном случае ритм считается неправильным (нерегулярным)

Определение водителя ритма. Для определения водителя ритма на ЭКГ необходимо оценить последовательность возбуждения отделов сердца: при синусовом ритме возбуждение предсердий предшествует возбуждению желудочков, поэтому в большинстве отведений (особенно в I, II, aVF, V4-V6) зубцы P положительные и регистрируются перед каждым комплексом QRS. Обычно оценка ритма проводится по стандартным отведениям, особенно по 2 стандартному. Кроме того, зубцы P имеют нормальную форму и ширину, и располагаются на одинаковом расстоянии от комплекса QRS (постоянный интервал PQ) в одном и том же отведении. При отсутствии этих признаков диагностируются различные варианты несинусового ритма.

Подсчет частоты сердечных сокращений. При правильном ритме проводится подсчет продолжительности одного сердечного цикла (интервал RR в с), а далее выясняют, сколько таких циклов укладывается в 1 минуту (60 с), т.е. ЧСС = 60/ RR. Или можно воспользоваться специальной таблицей (таблица 1 приложений), в которой каждому значению RR (в с) соответствует заранее вычисленная ЧСС. Можно подсчитать и приблизительно: 600 разделить на количество больших клеток (5 мм) между RR. В случае небольшой синусовой аритмии подсчитывают среднюю цифру ЧСС по продолжительности нескольких (от 3 до 7) сердечных циклов. При выраженной синусовой аритмии определяют максимальную и минимальную ЧСС по продолжительности наибольшего и наименьшего RR. В заключении указывается два показателя ЧСС. При неправильном ритме в одном из отведений (чаще во II стандартном) ЭКГ записывают на длинную ленту. Подсчитывают число комплексов QRS, зарегистрированных за 3 с (15 см бумажной ленты при скорости 50 мм/с), и полученный результат умножается на 20.

Оценка частоты сердечных сокращений. При оценке ЧСС ориентируются на средневозрастной показатель и допустимые отклонения от него. В норме частота сердечных сокращений у взрослого человека составляет 60-90 в минуту. Если ЧСС выходит за пределы допустимых отклонений, говорят о тахикардии (учащение ЧСС) или брадикардии (урежение ЧСС). При наличии неправильного ритма соответственно тахиаритмия и брадиаритмия.

Анализ и оценка проводимости. Для определения проводимости измеряют:

- продолжительность зубца Р – проводимость по предсердиям; в норме 0,06-0,10 с.

- продолжительность интервала PQ – атриовентрикулярная проводимость в норме составляет 0,12-0,20 с;

- продолжительность комплекса QRS – проводимость по желудочкам в норме составляет 0,08-0,10 с;

Увеличение продолжительности перечисленных элементов ЭКГ указывает на замедление, а уменьшение – на ускорение проведения импульсов в соответствующем отделе проводящей системы сердца.

Электрокардиографическое заключение

В нём указывают:

1. основной водитель ритма: синусовый или несинусовый (какой именно) ритм;

2. регулярность ритма сердца: правильный или неправильный ритм;

3. число сердечных сокращений (ЧСС);

4. положение электрической оси сердца;

5. наличие четырех электрокардиографических синдромов:

а) нарушений ритма сердца;

б) нарушений проводимости;

в) гипертрофии миокарда желудочков и/или предсердий, а также их острых перегрузок;

г) повреждений миокарда (ишемии, дистрофии, некрозов, рубцов и т.п.).

6. При отсутствии патологических изменений указывают, что ЭКГ является вариантом возрастной нормы.

Задание: По этому образцу составьте электрокардиографическое заключение.

Литература: Руководство по кардиологии : Учебное пособие в 3 т. / Под ред. Г.И. Сторожакова, А.А. Горбаченкова. - 2008. - Т. 1. - 672 с. : ил.

Лабораторная работа I.4. Определение положения электрической оси сердца

Электрическая ось сердца (ЭОС) – направление электрической оси сердца показывающий суммарную величину биоэлектрических изменений, протекающих в сердечной мышце при каждом ее сокращении.

ЭОС активно используется в кардиологии и функциональной диагностике, отражающий электрические процессы, происходящие в сердце.

Целью данного исследования является определение положения электрической оси сердца несколькими методами.

Задание: на ЭКГ самостоятельно рассчитайте угол α и определите положение ЭОС перечисленными способами

Способы определения положения ЭОС

1. Визуальные.

2. Графические – с использованием различных систем координат (треугольник Эйнтховена, 6-осевая схема Бейли, схема Дьеда).

3. По таблицам или диаграммам.

1. Визуальное определение положения ЭОС – используют для приблизительной оценки при регистрации в трех стандартных отведениях.

Для определения положения ЭОС обращают внимание на выраженность амплитуды зубцов R и соотношение зубцов R и S в стандартных отведениях табл. 1

Таблица 1. Визуальное определение электрической оси сердца

Положение ЭОС	Преобладание зубца R	Направление комплекса QRS	
		I отведение	III отведение
Нормограмма	$R_{II} > R_I > R_{III}$	QRS «+»	QRS «+»
Отклонение вправо	$R_{III} > R_{II} > R_I$	QRS «-», $S_I > R_I$	QRS «+»
Отклонение влево	$R_I > R_{II} > R_{III}$	QRS «+»	QRS «-», $S_{III} > R_{III}$

Примечание: если записать стандартные отведения арабскими цифрами (R_1, R_2, R_3), то легко запомнить порядковый номер цифр по величине зубца R в этих отведениях: нормограмма – 213, правограмма – 321, левограмма – 123.

2 способ. Оценка ЭОС с использованием 6-ти отведений от конечностей.

Для определения положения ЭОС вначале ориентируются по трём стандартным отведениям, а затем обращают внимание на равенство зубцов R и S в стандартных и усиленных.

Таблица 2.

ЭОС (угол α)	Равенство зубцов R и S
0°	$R_{avf} = S_{avf}$
30°	$R_{III} = S_{III}$
60°	$R_{avl} = S_{avl}$
90°	$R_I = S_I$

Для определения угла α графическим методом или по таблицам Р.Я. Письменного необходимо вычислить алгебраическую сумму амплитуд зубцов комплекса QRS последовательно в I, а затем в III стандартных отведениях. Для получения алгебраической суммы зубцов комплекса QRS в каком-либо отведении надо из амплитуды зубца R вычесть амплитуду отрицательных зубцов, т.е. S и Q. Если доминирующим зубцом комплекса QRS является R, то алгебраическая сумма зубцов будет положительной, а если S или Q – отрицательной.

Полученные величины откладывают на оси соответствующих отведений и графически определяют угол α в любой из перечисленных систем координат. Или, используя те же данные, угол α определяют по таблицам Р.Я.Письменного (см. таблицы 5, 6, 7 приложения, там же – правила пользования таблицами).

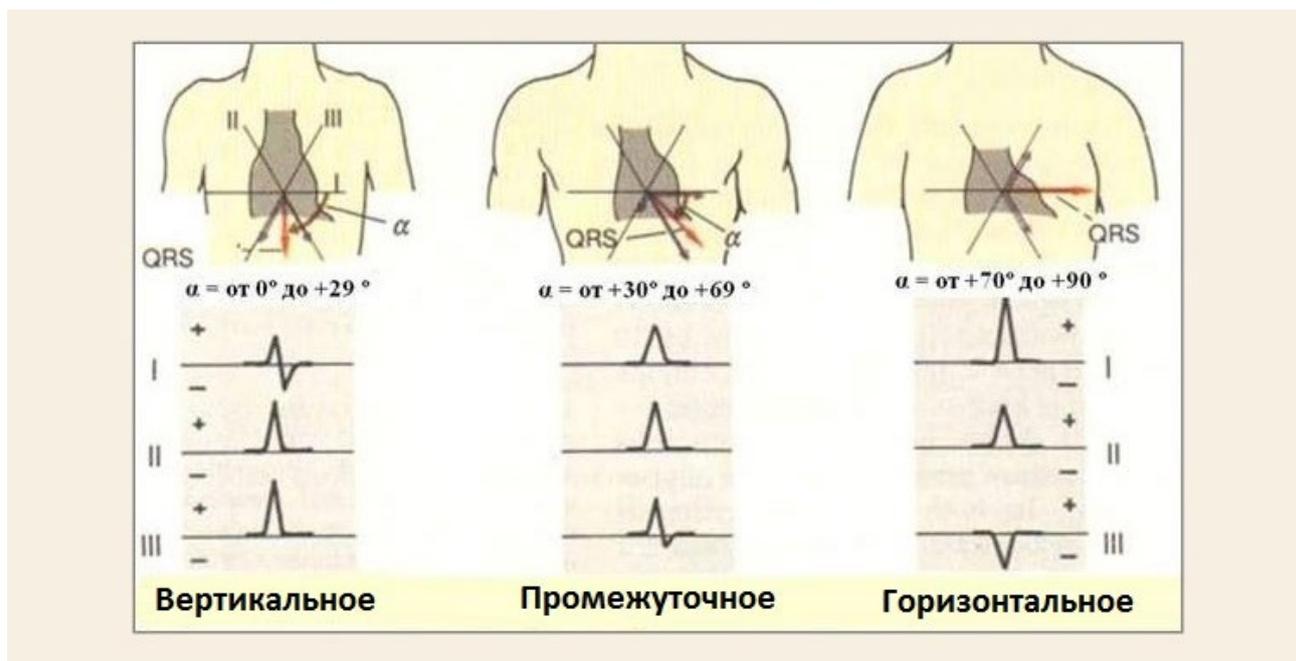


Рисунок 1. Варианты расположения ЭОС в норме

Лабораторная работа 1.5. Определение физической работоспособности при помощи велоэргометрического теста PWC₁₇₀

Велоэргометрия (ВЭМ) является наиболее простым и доступным способом определения физической работоспособности. Тест PWC₁₇₀ является функциональной пробой, основанной на определении мощности мышечной нагрузки, при которой ЧСС повышается до 170 уд/мин. Впервые предложен скандинавским ученым Съёстрандом (1947 г.). Название теста происходит от первых букв английского названия теста «Physical Working Capacity», который переводится как *физическая работоспособность*. Основываясь на линейной зависимости между ЧСС и мощностью нагрузки, В.Л. Карпман (1969, 1988) предложил щадящий метод определения физической работоспособности путем выполнения

двух умеренных по мощности возрастающих нагрузок: первая в 400-600 кгм/мин, вторая в 800-1000 кгм/мин.

Показания для проведения тестирования:

1. Диагностика коронарной недостаточности.
2. Диагностика артериальной гипертензии.
3. Диагностика облитерирующего атеросклероза артерий нижних конечностей.
4. Оценка эффективности проводимой медикаментозной терапии.
5. Определение толерантности к физической нагрузке и физической работоспособности.

Абсолютные противопоказания для тестирования:

- неконтролируемая сердечная недостаточность,
- инфаркт миокарда и нестабильная стенокардия,
- гемодинамически значимые нарушения ритма,
- аортальный стеноз,
- аневризма аорты,
- острый тромбофлебит,
- острый перикардит, миокардит.

Физиологическая реакция организма на физическую нагрузку

1. Увеличение ЧСС (не более чем на 20 уд\мин в первые 3 мин после нагрузки).
2. Преимущественное повышение систолического АД и незначительное снижение диастолического АД (САД не более 20-40 мм.рт.ст. ДАД не более 10-12 мм.рт.ст.).
3. Изменения на ЭКГ: укорочение интервалов QT, PQ, узкие заострённые з.Р, небольшое снижение вольтажа з.Р.
4. Косовосходящая депрессия сегмента ST (менее 2 мм, длительностью менее 0,06с). Увеличение или снижение вольтажа з.Т, возникновение отдельных отрицательных з. Т.
5. Появление одышки, жара, утомляемости.

Критерии прекращения нагрузочной пробы

- Достижение заданной ЧСС.
- Возникновение типичного приступа стенокардии, частой желудочковой экстрасистолии, желудочковой тахикардии.
- Появление нарушений проводимости и изменений на ЭКГ.
- Повышение САД выше 220мм рт.ст., ДАД более 110 ммрт.ст, снижение САД на 20 мм. рт. ст.
- Приступ удушья, выраженная одышка, головокружение, головная боль.

- Отказ больного от продолжения пробы.
- Как мера предосторожности по решению врача.

Цели исследования:

1. определение физической работоспособности у здоровых лиц,
2. анализ динамики показателей ЧСС и артериального давления в ходе выполнения теста,
3. выявление изменений в ЭКГ.

Аппаратура. а) многоканальный (3-х, 6-ти, 12-ти канальный) электрокардиограф с жидкокристаллическим дисплеем и малоинерционной, помехоустойчивой записью; б) велоэргометр.

Технология проведения пробы

Тип нагрузки: ступенчатая.

1. У испытуемого в состоянии покоя в положении сидя определяют ЧСС и АД; проводят запись ЭКГ.
2. Затем он должен выполнить работу на велоэргометре с частотой вращения педалей 60 - 70 об/мин. (как наиболее физиологичное). Продолжительность каждой ступени 3 минуты. Выбирается *мощность первой ступени* (см. расчет выбора мощности нагрузки, табл. 1).
3. Запись ЭКГ начинают за 30 секунд до окончания каждой ступени. Если запись "плавает" и ее трудно оценить, можно приостановить пробу на несколько секунд и попросить пациента задержать дыхание на выдохе для стабилизации изолинии ЭКГ.
4. Измерение АД желательно проводить ежеминутно и обязательно в конце каждой ступени нагрузки, не прекращая процесса педалирования.
5. Перед пробой испытуемому детально описывают порядок проведения пробы и предлагают сообщать обо всех изменениях состояния.
6. После пробы пациентам, выдержавшим высокие нагрузки, необходимо продолжить педалирование с малой мощностью в течение 1 минуты. Эта мера безопасности направлена на предупреждение коллапса, который может произойти за счет резкого уменьшения венозного возврата вследствие периферической вазодилатации при прекращении работы "мышечного насоса".

Выбор мощности нагрузки

1. Мощность первой нагрузки N1 зависит от массы человека. Определить ее можно по таблице 1.

Таблица 1. Зависимость мощности первой нагрузки N1 от массы человека

Масса тела, кг	59 и менее	60-64	65-69	70-74	75-79	80 и более
Мощность, кгм/мин	300	400	500	600	700	800

В конце 1-й нагрузки определить АД и подсчитать ЧСС за 30 с, и в зависимости от нее и величины 1-й нагрузки определяют по таблице Белоцерковского (табл. 2) величину 2-й нагрузки N2. После 3-минутного перерыва исследований на протяжении 3 мин поработать со 2-й нагрузкой. В конце 2-й нагрузки вновь определяют АД и ЧСС за 30 с.

Таблица 2

Ориентировочные значения мощности 2-й нагрузки (кгм/мин; (таб. Белоцерковского)

Масса тела, кг	Мощность работы при 1й нагрузке N1, кгм/мин	ЧСС в 1 мин при N1				
		80-89	90-99	100-109	110-119	120-129
60-64	400	1100	1000	900	800	700
65-69	500	1200	1100	1000	900	800
70-74	600	1300	1200	1100	1000	900
75-79	700	1400	1300	1200	1100	1000
80-85	800	1500	1400	1300	1200	1100

Для точности определения N2 можно воспользоваться формулой:

$$N2 = N1 \cdot [1 + (170 - f1) / (f1 - 60)]$$

где N1 - мощность первой нагрузки,

N2 - мощность второй нагрузки,

f1 - ЧСС в конце первой нагрузки,

f2 - ЧСС в конце второй нагрузки.

Затем по формуле вычисляют PWC₁₇₀:

$$PWC_{170} = N1 + (N2 - N1) \cdot [(170 - f1) / (f2 - f1)]$$

По таблице 3 определите уровень физической работоспособности

Таблица 3. Оценка общей физической работоспособности у людей разного пола и возраста по данным пробы PWC₁₇₀

Возраст, лет	Физическая работоспособность				
	низкая	ниже средней	средняя	выше средней	высокая
Женщины					
20-29	449	450-549	550-749	750-849	850
30-39	399	400-499	500-699	700-799	800
40-49	299	300-399	400-599	600-699	700
50-59	199	200-299	300-499	300-599	600
Мужчины					
20-29	699	700-849	850-1149	1150-1299	1300
30-39	599	600-749	750-1049	1050-1199	1200
40-49	499	500-649	660-949	950-1099	1100
50-59	399	400-549	550-849	850-999	1100

Задания:

Постройте график изменения ЧСС в ходе тестирования.

Постройте график динамики артериального давления в ходе тестирования.

Изучите изменения в ЭКГ: интервалы QT, PQ; амплитуда зубцов P, T, R; положение сегмента ST.

Литература

1. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. М., «Медицина», 1990.
2. Карпман В.Л. и др. Тестирование в спортивной медицине. М., 1988.

Лабораторная работа 1.6. Определение максимального потребления кислорода (МПК) при выполнении велоэргометрического теста

Цель исследования: Оценка толерантности к физической нагрузке по величине потребления кислорода.

Основной показатель продуктивности кардиореспираторной системы – максимальное потребление количества кислорода (МПК). Это максимальное количество кислорода, которое человек способен потребить в течение одной минуты при выполнении физической нагрузки. МПК является мерой аэробной мощности и интегральным показателем состояния транспорта кислорода. Величина МПК позволяет судить о степени изменения в организме энергетических процессов, обеспечивающих его физическую работоспособность.

МПК зависит от ряда факторов:

- содержание кислорода во вдыхаемом воздухе,
- объема легочной вентиляции,
- кислородной емкости крови,
- скорости кровотока, работающих мышц и т.д.

МПК определяют двумя методами: прямым и непрямым.

Прямой метод основан на непосредственном измерении количества потребляемого кислорода в условиях покоя и во время нагрузок. Потребление кислорода повышается с увеличением нагрузки, однако при достижении величины близкой к предельным возможностям

организма, при дальнейшем увеличении мощности нагрузки возрастания потребления кислорода не отмечается. На кривой, отражающей зависимость потребления кислорода от мощности нагрузки, возникает «плато». Мощность нагрузки при которой возникает «плато», считается уровнем максимальной аэробной работоспособности, а потребление кислорода называется максимальным.

Непрямой метод определения МПК. Для расчета МПК этим методом обследуемому предлагают выполнить субмаксимальную нагрузку на велоэргометре или степе в течение 6 минут. Мощность нагрузки должна быть такой, чтобы ЧСС при ее выполнении была не ниже 130 уд/мин. На 5 и 6 минуте фиксируют ЧСС за 10 секунд и определяют МПК по номограмме Астранда или по формуле.

Для прогноза величины МПК используют формулу В. Л. Карпмана:

$$МПК = 1,7 \times PWC_{170} + 1240,$$

где *МПК* – максимальное потребление кислорода, мл/мин; *PWC₁₇₀*, – физическая работоспособность, кгм/мин.

Тест Астранда

Тест Астранда применяется для оценки функционального состояния спортсмена по уровню максимального потребления кислорода (МПК). Чем выше МПК (л/мин), тем лучше функциональное состояние спортсмена. Метод Астранда является непрямым методом определения МПК, который не требует сложной дорогостоящей аппаратуры. В основе его лежит линейная зависимость между ЧСС и величиной потребления кислорода.

Ход работы

Для проведения теста необходим велоэргометр, тонометр (пульсометр)

1. Тест начинается с 3-минутной разминки, в течение которой мощность нагрузки постепенно повышается до 200-250 Вт, в зависимости от подготовленности спортсмена.

2. Затем выполняется разовая непрерывная субмаксимальная работа продолжительностью 4 мин, в конце которой измеряется ЧСС. К концу теста ЧСС должна установиться на одном постоянном уровне.

3.Рекомендуется подбирать такую мощность нагрузки, при которой ЧСС будет находиться в пределах 130-150 уд/мин. Частота педалирования — 50 об/мин. На 3 и 4 минуте фиксируют ЧСС за 10 секунд и определяют МПК по номограмме Астранда.

4. Расчет МПК проводят по специальной номограмме Астранда (рис.1). Найденная с помощью номограммы величина МПК корректируется путем умножения на «возрастной фактор» (таблица 3). На рис.1 представлена номограмма Астранда после расчета на основе субмаксимального нагрузочного теста на велоэргометре. Сначала находят значение мощности нагрузки на шкале «велоэргометрия», затем частоту пульса и соединяют, и получают значение МПК

Таблица 3. Возрастные поправочные коэффициенты к величинам МПК по номограмме Астранда

Возраст, лет	15	25	35	40	45	50	55	60	85
Фактор	1,10	1,0	0,87	0,83	0,78	0,75	0,71	0,68	0,65

Расчет должных величин МПК

$ДМПК = 52 - (0,25 \times \text{возраст})$ - для мужчин

$ДМПК = 44 - (0,2 \times \text{возраст})$ – для женщин

Оценочным показателем является отклонение ДМПК от МПК, выраженное в процентах, которое рассчитывают по формуле: $ДМПК \% = \frac{МПК}{ДМПК} 100\%$,

Где: МПК - показатель, найденный по таблице или рассчитанный по формуле Карпмана.

Зависимость физического состояния от величины ДМПК

Уровень физического состояния	ДМПК, %
Низкий	50-60
Ниже среднего	61-74
Средний	75-90
Выше среднего	91-100
Высокий	101 и выше

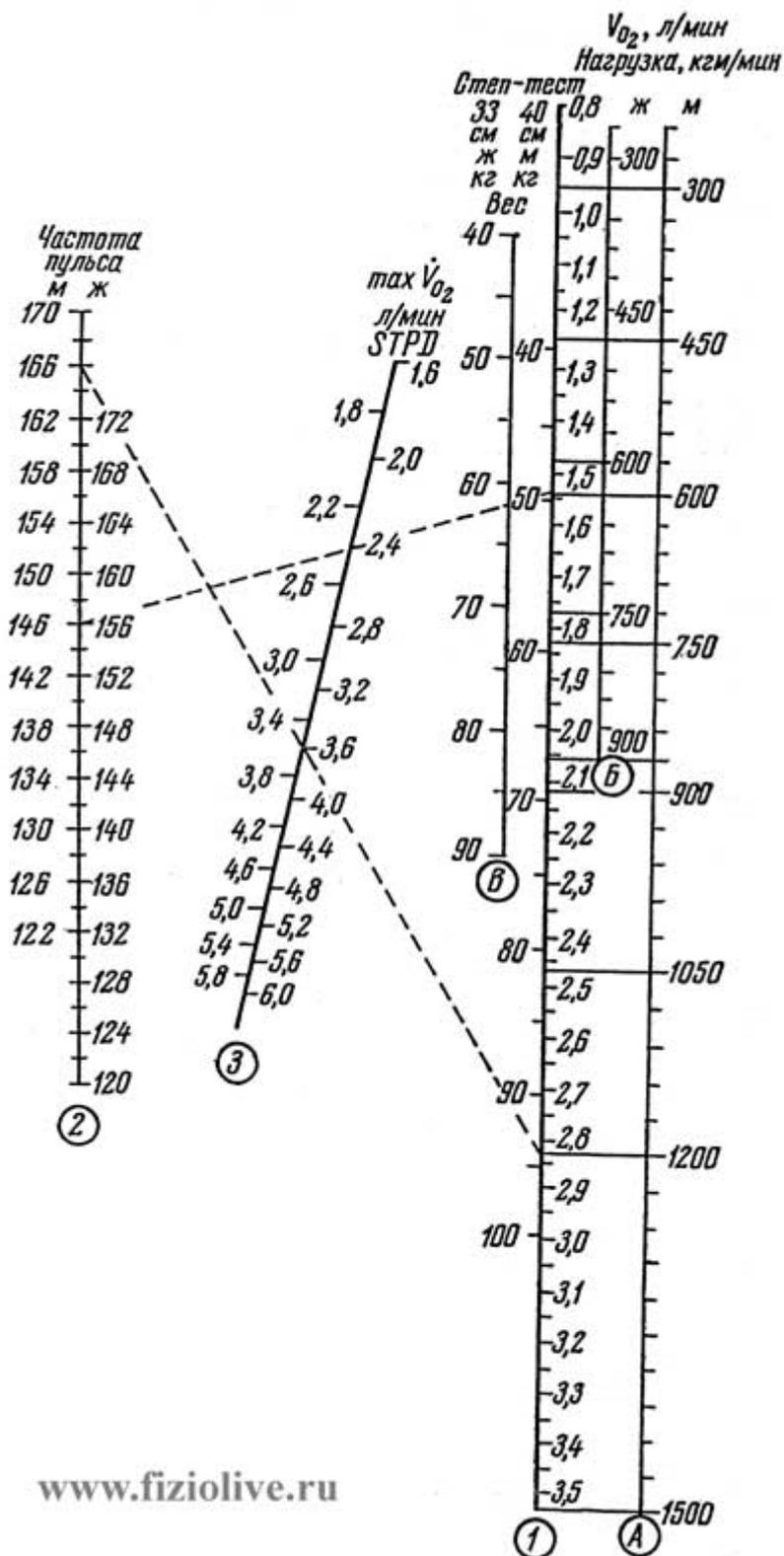


Рисунок 1. Номограмма Astrand-Ryhming для определения МПК на основе субмаксимального степ-теста и теста на велоэргометре

Показатели МПК для мужчин (мл/мин/кг)

Уровень МПК	Возраст					
	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65+
Отличный	> 60	> 56	> 51	> 45	> 41	> 37
Хороший	52-60	49-56	43-51	39-45	36-41	33-37
Выше среднего	47-51	43-48	39-42	35-38	32-35	29-32
Средний	42-46	40-42	35-38	32-35	30-31	26-28
Ниже среднего	37-41	35-39	31-34	29-31	26-29	22-25
Низкий	30-36	30-34	26-30	25-28	22-25	20-21
Очень низкий	< 30	< 30	< 26	< 25	< 22	< 20

Показатели МПК для женщин (мл/мин/кг)

Уровень МПК	Возраст					
	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65+
Отличный	> 56	> 52	> 45	> 40	> 37	> 32
Хороший	47-56	45-52	38-45	34-40	32-37	28-32
Выше среднего	42-46	39-44	34-37	31-33	28-31	25-27
Средний	38-41	35-38	31-33	28-30	25-27	22-24
Ниже среднего	33-37	31-34	27-30	25-27	22-24	19-22
Низкий	28-32	26-30	22-26	20-24	18-21	17-18
Очень низкий	< 28	< 26	< 22	< 20	< 18	< 17

MSSE, 43 (7), 1334-1359, 2011.

Лабораторная работа I.7. Пневмография. Определение частоты и глубины дыхания. Дыхание при функциональных нагрузках

Различают внешнее и внутреннее дыхание. Под внешним понимают происходящий через легочные капилляры газообмен между кровью и наружным воздухом, под внутренним — процессы, обеспечивающие газообмен между кровью и тканями организма, а также окислительные процессы, идущие в тканях.

Для изучения дыхания используют различные методики:

1. Пневмография — запись дыхательных движений (оценка их ритма, частоты, амплитуды);
2. Спирометрия — определение объема легочного воздуха.
3. Измерение газообмена — определение величины поглощения организмом кислорода и выделения углекислоты, т. е. легочный газообмен;

4. Оксигемометрия — определение степени насыщения артериальной крови кислородом, т. е. степени артериализации крови, показателем которой является количество гемоглобина в крови, находящегося в ней в виде оксигемоглобина.

Для изучения таких характеристик используются датчики различной конструкции: ртутные, воздушные, угольные, механические, термодатчики, пьезодатчики и др. Часто подсчет дыхательных движений производится путем визуального наблюдения за дыхательными экскурсиями грудной клетки.

Частота дыхания у нормального здорового человека варьирует от 8 до 28 циклов в минуту, возрастая при работе до 40.

Задание 1. Определение легочных объемов дыхания методом спирометрии

Спирометрия — это определение объема легочного воздуха. Создатель этого метода. Гутчинсон разработал классификацию объемов легочного воздуха. Согласно этой классификации, различают следующие объемы:

— дыхательный воздух (дыхательный объем, ДО) — объем воздуха, вдыхаемого и выдыхаемого при нормальных вдохе и выдохе; его величина составляет 300–900 мл. Это мера глубины дыхания;

— дополнительный воздух (резервный объем вдоха, РОвд) — объем воздуха, вдыхаемого при максимально глубоком вдохе; его величина составляет 1500–2000 мл;

— резервный воздух (резервный объем выдоха, РОвыд) — объем воздуха, выдыхаемого при максимально глубоком выдохе; его величина — 1500–2000 мл. Резервный воздух поддерживает легкие в определенной степени расширения;

— остаточный воздух (остаточный объем легких, ООЛ) — объем воздуха, остающегося в легких после максимального выдоха. Его объем у здорового мужчины среднего возраста составляет 1000–1500 мл, возрастая к старости до 2000–2500 мл. Он может быть измерен у человека методом ингаляции (вдыхания) индифферентных газов.

Объем максимального выдоха, произведенного после максимального вдоха, называется *жизненной емкостью легких (ЖЕЛ)* и представляет собой сумму $ЖЕЛ = ДО + РОвд + РОвыд$.

Для мужчины среднего роста ЖЕЛ варьирует в пределах 3500-5000 мл и более, для женщин характерны более низкие значения.

Задание: Определите ЖЕЛ у девушек и юношей с помощью сухого спирометра.

Задание 2. Оценка интенсивности вентиляции легких

Мерилом легочной вентиляции является минутный объем дыхания: где ОД — дыхательный объем, определяемый с помощью спирометра, ЧД — частота дыхания, 1/мин. Определяется в нашем случае визуально, за три минуты. Полученная сумма делится на 3.

$$МОД = ОД \times ЧД$$

В покое величина МОД колеблется в пределах 3,5–10 л. При выполнении работы он возрастает до 30–40 л, а при работах большой интенсивности возрастает до 100 л и более.

Полученные любым методом объемные величины легочной вентиляции необходимо привести к стандартным условиям: так называемому сухому состоянию (воздуху без примеси водяных паров, температуре 00 С и давлению 760 мм рт.ст.). Приведение производится по специальной формуле, но на практике удобнее пользоваться специальными таблицами Ландольта-Бернштейна. Для этого надо знать атмосферное давление в момент опыта в мм рт.ст. и температуру воздуха в градусах по Цельсию. С их помощью определяют пересчетный коэффициент, на который умножают эмпирическое значение легочного объема.

Другим показателем состояния функции внешнего дыхания является вентиляционный индекс, позволяющий судить о степени использования организмом жизненной емкости легких:

$$ВИ = МОД / ЖЕЛ$$

У здоровых людей в норме ВИ равен приблизительно 2, возрастая при физической работе до 10–12.

Приведите полученные данные в таблице 1

Параметры вентиляции легких

Испытуемые	Частота дыхания, мин	Дыхательный объем, мл	МОД	ВИ
Девушки				
Юноши				

Задание 3. Оценка функционального состояния дыхательной системы с помощью проб Штанге и Генчи

Пробы Штанге и Генчи заключаются в произвольной задержке внешнего дыхания на вдохе и выдохе и позволяют оценивать состояние механизмов регуляции систем энергообеспечения.

а) проба Штанге. После глубокого вдоха и выдоха сделать глубокий вдох и задержать дыхание, одновременно включив секундомер, а при окончании задержки дыхания секундомер остановить.

Зафиксировать время в секундах. Полученный результат позволяет определить уровень гипоксической устойчивости.

Существуют такие уровни устойчивости

— низкий уровень устойчивости: задержка дыхания возможна на время не более 30с;

— умеренный: задержка дыхания возможна на время в интервале 31-60 с;

— высокий: задержка дыхания возможна на время в интервале 61-90 с;

— очень высокий уровень гипоксической устойчивости: задержка дыхания возможна на время более 90 с;

б) проба Генчи. Проба производится при задержке дыхания после выдоха. Надо сделать глубокий вдох и выдох с одновременным включением секундомера после выдоха. Задержать дыхание и выключить секундомер после прекращения задержки дыхания.

Результаты по пробе Генчи дают основание оценить способность человека противостоять недостатку кислорода в организме за счет волевых усилий. У взрослых в норме проба Генчи составляет 30- 45 с. Время, в течение которого человек может задерживать дыхание, преодолевая желание вдохнуть, индивидуально, зависит от состояния аппарата внешнего дыхания и системы кровообращения.

Полученные результаты приведите в таблице 2; сделайте выводы.

Оценка функционального состояния дыхательной системы

Испытуемые	Проба Генчи	Проба Штанге
Девушки		
Юноши		

Лабораторная работа I.8. Метод оценки функционального состояния человека (опросник САН)

Сотрудники Первого Московского медицинского института им. И. М. Сеченова в 1973 году В. А. Доскин, Н. А. Лаврентьева, В. Б. Шарай, М. П. Мирошников разработали специальный опросник для оценки *самочувствия, активности и настроения* (САН). Тест используется для оценки психического состояния, как пациентов медицинских учреждений, так и здоровых людей. Опросник САН выявляет такие особенности: *самочувствие*, состоящее из силы, утомляемости и здоровья; *активность* – из подвижности, скорости протекания функций; *настроение*, составляемое характеристиками эмоционального состояния.

Структура теста. Опросник САН составлен из 30 пар противоположных качеств, характеризующих самочувствие. При прохождении теста нужно максимально точно описывать своё состояние. Для этого в каждой из приведенных пар нужно выбирать особенность, с помощью которой можно отобразить состояние в данный момент времени. Сущность оценивания заключается в том, что испытуемых просят соотнести свое состояние с рядом признаков по многоступенчатой шкале. Шкала эта состоит из индексов (3 2 1 0 1 2 3) и расположена между тридцатью парами слов противоположного значения, отражающих подвижность, скорость и темп протекания функций (активность), силу, здоровье, утомление (самочувствие), а также характеристики эмоционального состояния (настроение). Испытуемый должен выбрать и отметить цифру, наиболее точно отражающую его состояние в момент обследования.

Индекс 3 нужно выбирать при неудовлетворительном самочувствии, наиболее низкой активности и очень плохом настроении. Он соответствует 1 баллу.

Индекс 2, который соответствует такому же числу баллов (2).

Индекс 1 принимается за 3 балла. Полюса шкалы претерпевают постоянные изменения.

Индекс 3 с противоположной стороны становится равен 7 баллам. Для положительных состояний свойственны высокие значения, а для отрицательных – наиболее низкие.

По приведенным баллам следует рассчитать среднее арифметическое. Это нужно делать в целом, а также отдельно, в зависимости от активности, настроения и самочувствия.

Самочувствие, активность, настроение определяются как благоприятные, когда оценка превышает 4 балла. Если значение является меньшим, то нельзя судить о хорошем отношении к происходящему в этот момент времени. Для нормальных оценок состояния свойственен диапазон 5,0-5,5 баллов.

Этот бланковый тест предназначен для оперативной оценки самочувствия, активности и настроения (по первым буквам этих функциональных состояний и назван опросник).

Инструкция: Вам предлагается описать свое состояние, которое вы испытаете в настоящий момент, с помощью таблицы, состоящей из 30 полярных признаков. Вы должны в каждой паре выбрать ту характеристику, которая наиболее точно описывает ваше состояние, и отметить цифру, которая соответствует степени (силе) выраженности данной характеристики.

Код опросника:

Вопросы на самочувствие – 1, 2, 7, 8, 13, 14, 19, 20, 25, 26.

Вопросы на активность – 3, 4, 9, 10, 15, 16, 21, 22, 27, 28.

Вопросы на настроение – 5, 6, 11, 12, 17, 18, 23, 24, 29, 30.

Бланк теста САН

1. Самочувствие хорошее	3..2..1..0..1..2..3	Самочувствие плохое
2. Чувствую себя сильным	3..2..1..0..1..2..3	Чувствую себя слабым
3. Пассивный	3..2..1..0..1..2..3	Активный
4. Малоподвижный	3..2..1..0..1..2..3	Подвижный
5. Веселый	3..2..1..0..1..2..3	Грустный
6. Хорошее настроение	3..2..1..0..1..2..3	Плохое настроение
7. Работоспособный	3..2..1..0..1..2..3	Разбитый
8. Полный сил	3..2..1..0..1..2..3	Обессиленный
9. Медлительный	3..2..1..0..1..2..3	Быстрый
10. Бездеятельный	3..2..1..0..1..2..3	Деятельный
11. Счастливый	3..2..1..0..1..2..3	Несчастный
12. Жизнерадостный	3..2..1..0..1..2..3	Мрачный
13. Напряженный	3..2..1..0..1..2..3	Расслабленный
14. Здоровый	3..2..1..0..1..2..3	Больной
15. Безучастный	3..2..1..0..1..2..3	Увлеченный
16. Равнодушный	3..2..1..0..1..2..3	Взволнованный
17. Восторженный	3..2..1..0..1..2..3	Унылый
18. Радостный	3..2..1..0..1..2..3	Печальный
19. Отдохнувший	3..2..1..0..1..2..3	Усталый
20. Свежий	3..2..1..0..1..2..3	Изнуренный
21. Сонливый	3..2..1..0..1..2..3	Возбужденный
22. Желание отдохнуть	3..2..1..0..1..2..3	Желание работать
23. Спокойный	3..2..1..0..1..2..3	Озабоченный
24. Оптимистичный	3..2..1..0..1..2..3	Пессимистичный
25. Выносливый	3..2..1..0..1..2..3	Утомляемый
26. Бодрый	3..2..1..0..1..2..3	Вялый
27. Соображать трудно	3..2..1..0..1..2..3	Соображать легко
28. Рассеянный	3..2..1..0..1..2..3	Внимательный
29. Полный надежд	3..2..1..0..1..2..3	Разочарованный
30. Довольный	3..2..1..0..1..2..3	Недовольный

Оформление: По полученным баллам постройте гистограмму и сделайте вывод о состоянии оптанта.

Раздел II. Нейрофункциональные исследования

Лабораторная работа II.1. Регистрация электрической активности головного мозга при функциональных пробах

Для регистрации ЭЭГ используют комплексную электрофизиологическую установку, в состав которой входит электроэнцефалограф Нейрон-Спектр-1 (ООО «Нейрософт», Россия).

Цель исследования:

1. Овладение навыками правильной постановки электродов.
2. Запись ЭЭГ.
3. Проведение функциональных проб при записи ЭЭГ (закрытые и открытые глаза).
4. Написание заключения по результатам обследования.

Ход работы

Регистрацию ЭЭГ осуществляют монополярно (биполярно), с помощью неполяризующихся хлорсеребряных электродов от 8 энцефалографических отведений, установленных в соответствии с международной схемой 10-20%. В качестве референтного электрода используют ушные электроды (A1, A2).

Наложение электродов

1. Разместите испытуемого в кресле для регистрации ЭЭГ. Наденьте на его голову шлем для электродов так, чтобы он прилегал к голове плотно, но не давил и не причинял неудобств.
2. Раздвиньте волосы в месте постановки электродов. Обезжиривание кожи под электродами проведите ваткой, смоченной спиртом. Установите под резинками шлема заранее промоченные в физиологическом растворе электроды. Под электродами поместите специальный электропроводный гель на марлевой прокладке. Закрепите клипсы референтных электродов на мочках ушной раковины.
3. Подключите электроды к коммутационному блоку электроэнцефалографа согласно маркировке.
4. Проверьте правильность установки каналов на панели электроэнцефалографа. Измерьте уровень переходного сопротивления электродов. Нажмите кнопку «Импеданс» на панели инструментов, в окне «Монтажи» выберите - «монополярное 8». После этого на экране появится окно с результатами измерения подэлектродного импеданса. Для регистрации ЭЭГ приемлемыми считаются значения импеданса, не превышающие 30 кОм. На рисунке монтажа схемы наложения электродов точки под электродами будут зеленого (или желтого) цвета.

Если они красные, проверьте наложение электрода в соответствующей точке.

5. Убедившись в отсутствии выраженных артефактов в ЭЭГ, проведите мониторинг записи. Во время записи в лаборатории должна соблюдаться полная тишина. Испытуемого просят во время записи не совершать никаких движений. Исключения составляют естественные движения моргания, дыхания, глотания, которые должны совершаться в естественном ритме. Зарегистрируйте калибровочный сигнал, и переходите к регистрации ЭЭГ.

6. Выполните функциональные пробы «открывания» и закрывания глаз. В ходе записи ЭЭГ испытуемого периодически просят открыть (на 3-4 с) и через 10 с - закрыть глаза. Момент открывания и закрывания глаз обозначают специальными маркерами. В период записи выставьте соответствующие маркеры.

7. По окончании регистрации сохраните запись на компьютере.

8. Отсоедините электроды от шлема на голове испытуемого. Промойте многозарядные электроды в проточной и дистиллированной воде. Разложите их для просушки.

Анализ электроэнцефалограммы. Визуальный метод анализа ЭЭГ в настоящее время применяется в основном при проведении клинических обследований больных, при этом наибольшее значение имеет выявление в ЭЭГ так называемых патологических знаков (изменений потенциала в форме острых волн и комплексов «пик-волна»).

Расстановка эпох анализа

При анализе ЭЭГ принято выделять стационарные участки записи для последующего анализа. Такие участки называют *эпохами анализа*. В программе «Нейрон-Спектр.NET» вы можете расставлять эпохи следующим способом:

Режим ручной расстановки эпох анализа (команда меню Анализ|Эпохи анализа|Режим ручной расстановки эпох анализа, соответствующая кнопка на панели инструментов или сочетание клавиш

[Ctrl+Alt+Shift+E]). В этом режиме вы сможете быстро и просто просмотреть всю запись ЭЭГ, расставляя эпохи анализа.

При анализе электроэнцефалограммы принято принимать во внимание стационарные участки записи, отмеченные как эпохи анализа. Используя программу «Нейрон-Спектр.NET», вы также можете анализировать любой выделенный фрагмент записи или текущую страницу ЭЭГ, видимую на экране.

Экспресс-анализ

Экспресс-анализ используется, когда требуется быстро оценить параметры некоторого фрагмента записи ЭЭГ. Анализ в реальном времени также можно отнести к экспресс-анализу. В левом верхнем углу окна отображается анализируемый фрагмент записи: Экспресс-анализ: «Выделенный фрагмент» – анализируется выделенный фрагмент записи.

Амплитуда ритмов волн

Окно «Амплитуда ритмов волн» содержит три закладки: «Таблица», «Картирование» и «Диаграммы». В столбцах закладки «Таблица» по отведениям представлены амплитуды ритмов волн анализируемого отрезка записи. Используя панель инструментов, вы можете отображать в таблице средние, максимальные, минимальные амплитуды ритмов волн или межполушарную асимметрию амплитуды ритмов волн в процентах. Используя контекстное меню, вы можете копировать результаты анализа в текущий протокол обследования.

Графики спектров

Спектральный анализ ЭЭГ, проводимый с помощью быстрого преобразования Фурье, позволяет перенести зарегистрированный сигнал из временной области в частотную. Использование частотного представления сигнала является неотъемлемой частью современного математического анализа ЭЭГ. Окно анализа «Графики спектров» предназначено для отображения графиков спектров амплитуд и спектров мощностей по отведениям.

Для того чтобы сравнить частотные спектры ЭЭГ во время «Фоновой записи» и «Открывания глаз», нужно вывести на экран два

окна «Графики спектров», выбрать в каждом из них тип анализа «Анализ эпох» и выбрать для анализа в первом окне «Фоновую запись», а во втором «Открывание глаз».

Частотные характеристики

Для табличного отображения частотных характеристик сигнала служит окно анализа «Частотные характеристики». Для того чтобы показать или скрыть данное окно, воспользуйтесь командой меню Анализ|Спектральный анализ|Частотные характеристики или соответствующей кнопкой на панели инструментов «Вид». Данное окно содержит две закладки. На закладке «По ритмам» вы можете просматривать параметры каждого ритма в отдельности или всего диапазона частот целиком. Используя панель инструментов, можно указать диапазон частот для анализа (отдельно по ритмам или весь диапазон частот), параметр анализа (амплитуда или мощность). Используйте режим: «весь диапазон частот» (мощность).

Расшифровка электроэнцефалограммы. Расшифровка электроэнцефалограммы представляет собой процесс ее интерпретации с учетом клинических симптомов, имеющих у пациента. В процессе расшифровки обязательно учитывают базальный ритм, уровень симметричности в электрической активности нейронов головного мозга левого и правого полушарий, спайки, изменения ЭЭГ на фоне функциональных тестов (открытие – закрытие глаз и др.)

ПРИМЕР ЗАКЛЮЧЕНИЯ.

ЭЭГ N 3021 от 05.02.87. И-ов Ю.С., 42 года. Обследование. Альфа-ритм выражен регулярной компонентой, распределен правильно, доминирует в затылочных отделах мозга, симметричный, веретенообразный, с хорошо выраженными веретенами, не искажен, без вспышек гиперсинхронизации, частотой 10,5 колеб./с., амплитудой до 80 мкВ, индексом 85 %. Заключение: ЭЭГ в пределах нормы.

Литература

1. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография (с элементами эпилептологии). Руководство для врачей / Л.Р.Зенков. – 5-е изд. – М. : МЕДпрессинформ, 2012. – 356 с.
<http://yandex.ru/clck/jsredir?from=yandex.ru%3Byandsearch>

2. Звёздочкина Н.В. Исследование электрической активности головного мозга . – Казань: Казан. ун-т, 2014. – 59 с.
http://libweb.ksu.ru/ebooks/01-IFMB/01_9_000701.pdf
3. Поворинский А. Г. , Заболотных В. А Пособие по клинической энцефалографии.
<http://www.mks.ru/library/books/eeg/kniga01/index.html>

Лабораторная работа II.2. Регистрация суммарной электрической активности мышц плеча при разной интенсивности напряжения

Электромиографическое обследование является примером прикладной нейрофизиологии и, следовательно, функциональным исследованием, отвечающим на определенные клинические вопросы. Прежде всего, это касается патофизиологического состояния нервно-мышечного аппарата в целом с преобладанием поражения тех или иных элементов ДЕ.

Электромиография — метод электрофизиологической диагностики поражений нервно-мышечной системы, состоящий в регистрации электрической активности (биопотенциалов) скелетных мышц.. Методика основана на регистрации биоэлектрической активности мышц с помощью поверхностных (накожных) электродов. В литературе до настоящего времени встречаются термины "глобальная ЭМГ", "суммарная ЭМГ" или интерференционная поверхностная ЭМГ.

Исследование поверхностной ЭМГ позволяет ориентировочно оценить сократительную способность группы мышцы. Достоинством метода является его неинвазивность, простота исследования, возможность суммарной оценки одновременно нескольких мышц (агонистов и антагонистов) в процессе движения. Данная методика широко используется в различных системах анализа движения, для оценки выраженности тремора, в динамике восстановительного лечения у больных с травматическим поражением конечностей.

Цель исследования: регистрация ЭМГ в мышцах-антагонистах (плеча или предплечья).

Исследование может быть выполнено с помощью электромиографа Нейрософт или Биопака (урок 1 ЭМГ Стандартная и интегрированная ЭМГ).

Ход работы:

1. Наложение электродов. Исследование проводится с помощью поверхностных электродов, которые представляют собой металлические диски или пластины площадью до 1 см², чаще вмонтированные в фиксирующую колодку для обеспечения постоянного расстояния между ними (15-20 мм); если применяются электроды со свободными пластинами, желательно сохранять рекомендуемое межэлектродное расстояние. Использование электродов с фиксированным расстоянием более предпочтительно, т. к. позволяет стандартизировать проведение методики. Наложите две пары электродов на двуглавую и трехглавую мышцы плеча.

Кожа пациента обрабатывается спиртом и смачивается изотоническим раствором хлорида натрия. В случае длительного исследования лучше наносить электродные гели или пасты. При использовании электродов с произвольным межэлектродным расстоянием активный электрод располагается над брюшком мышцы (в проекции двигательной зоны), референтный - над сухожилием или костным выступом. Заземляющий электрод можно помещать на противоположной стороне конечности.

2. Зарегистрируйте ЭМГ при сгибании и разгибании руки в локтевом суставе у нескольких человек. Полученные результаты представьте в таблице. Проведите анализ ЭМГ, выявите различия.

3. Основными параметрами поверхностной ЭМГ являются максимальная амплитуда сигнала при измерении ее от пика до пика, средняя амплитуда, средняя частота секундной реализации. Важным является такой показатель, как амплитудно-частотный коэффициент.

До сих пор остается актуальной визуальная оценка рисунка кривых. Ю.С. Юсевич (1958) были выделены основные типы поверхностной ЭМГ. Регистрация интерференционной активности с симметричных точек позволяет оценить способность мышцы к сокращению. При выраженном поражении мышц данное исследование может иметь дифференциальное диагностическое значение.

Лабораторная работа II.3. Электронейромиография (ЭНМГ)

Исследование моторного проведения по срединному нерву (демонстрационное занятие)

В основе стимуляционной ЭМГ лежит регистрация суммарного ответа мышцы (М-ответа), возникающего в мышце при электрическом

раздражении её двигательного нерва. Показанием к исследованию является подозрение на заболевания, связанные с нарушением функции двигательных волокон периферических нервов или нервно-мышечной передачи. Каких-либо особых противопоказаний (в том числе наличие имплантатов, кардиостимуляторов, эпилепсии) к проведению стимуляционной ЭМГ нет.

Данная методика является наиболее распространенной, поскольку позволяет:

- 1) оценивать состояние нерва на разных его участках;
- 2) судить о характере поражения нерва (аксональное, демиелинизирующее);
- 3) выявить степень поражения нерва;
- 4) определять состояние терминалей аксонов;
- 5) оценивать состояние самой мышцы.

СРВ определяют как расстояние, которое проходит импульс по нервному волокну за единицу времени, и выражают в метрах в секунду (м/с). Время между подачей электрического стимула и началом М-ответа, как указывалось выше, называется терминальной латентностью М-ответа.

Понятие *резидуальной латентности* - называют рассчитываемое время прохождения импульса по терминалям аксонов. На дистальном отрезке аксоны двигательных волокон ветвятся на терминали. Так как терминали не имеют миелиновой оболочки, СРВ по ним значительно ниже, чем по миелинизированным волокнам. Время между стимулом и началом М-ответа при стимуляции в дистальной точке складывается из времени прохождения по миелинизированным волокнам и времени прохождения по терминалям аксона.

Цель исследования: изучить проводящую функцию моторных нервов (n. Medianus).

Задание: зарегистрируйте и проведите анализ следующих параметров:

- Амплитуда и латентность М-ответа
- Скорость распространения возбуждения (СРВ) по моторным волокнам срединного нерва.

Для работы необходимы: электронейромиограф «Нейро-MBN» фирмы «Нейрософт» с компьютерной регистрацией и обработкой

данных; стимулирующие, отводящие и заземляющий электроды; электродная паста; спирт, вата; линейка для измерения расстояния между участками стимуляции. Исследование проводят на человеке.

Ход работы:

1. Наложение электродов

Регистрация потенциалов проводится с помощью накожных электродов. Кожа в месте наложения электродов обезжиривается спиртом. Активный электрод накладывают на моторную точку мышцы, референтный - на область сухожилия этой мышцы или на костный выступ, расположенный дистальнее активного электрода ("мышца-сухожилие" - "belli-tendon").

Для правильной установки активного электрода можно использовать костные ориентиры: головка головчатой кости на уровне запястья, передняя поверхность первого пястно-фалангового сустава. Референтный электрод (красный) накладывают дистальнее, на проксимальную фалангу большого пальца.

Заземляющий электрод размещается между отводящим и стимулирующим электродами. Импеданс под электродами рекомендуется установить от 5 до 10 кОм.

Стимулирующий биполярный электрод накладывают в проекции нерва, иннервирующего данную мышцу, в месте наиболее поверхностного его расположения. При этом катод (-) располагают дистальнее, а анод (+) проксимальнее, так как протекающий под анодом процесс деполяризации может вызывать "анодический блок", препятствующий распространению возбуждения к мышце (рис.1).

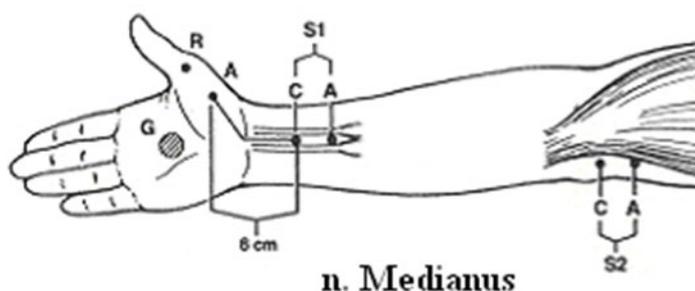


Рисунок 1. Наложение электродов: А — активный электрод (черный); R — референтный электрод (красный). Заземляющий электрод можно поместить либо на середину ладони (если вы используете одноразовый

электрод, G), либо на середину предплечья (если вы используете многоэлектродный электрод). Кабель от электродов подключается к каналу 1.

2. После установки электродов проверьте качество их наложения. Для этого нажмите кнопку «Z» на функциональной клавиатуре. На экране появится окно измерения импеданса. Все индикаторы должны быть подсвечены зеленым.

3. После проверки импеданса проведите электрическую стимуляцию для получения ответов. Первая точка стимуляции находится на уровне запястья. Стимулирующий электрод накладывают катодом более дистально. Для проведения стимуляции удобно использовать функциональную клавиатуру. Основные кнопки: кнопка одиночной стимуляции, ручка управления силой стимула, кнопка сохранения кривой.

Стимуляцию проводят прямоугольными импульсами обычно длительностью 0.2 мс, частотой 1 Гц, постепенно увеличивая силу тока, пока амплитуда получаемого М-ответа не перестанет нарастать. Определенная таким образом сила тока является максимальной. Для правильной оценки амплитудных и скоростных показателей используется супрамаксимальное (на 25-30% больше максимального) значение стимула. Необходимо получить стойкий по амплитуде и латентности вызванный ответ мышц.

4. Проведите одиночную стимуляцию, постепенно увеличивая силу стимула с шагом 1 мА, до получения максимального М-ответа. Средняя сила стимула — 20–30 мА, длительность стимула — 200 мкс. Сохраните полученный М-ответ кнопкой «ОК» на функциональной клавиатуре. Обозначьте точку положения катода маркером.

5. Проведите стимуляцию в следующей точке на уровне локтевого сустава. Установите стимулирующий электрод таким образом, чтобы углубить его под связку Пирогова. Подберите силу стимула до достижения максимального М-ответа. Обозначьте точку положения катода маркером.

6. Проведите стимуляцию на уровне нижней трети плеча по медиальной бицепитальной борозде. Обозначьте точку положения катода маркером.

7. Проведите измерение расстояния последовательно от дистальной точки стимуляции до активного электрода, между точками стимуляции. Точность измерения расстояния — ± 5 мм. D3, D2, D1 (рис.2).

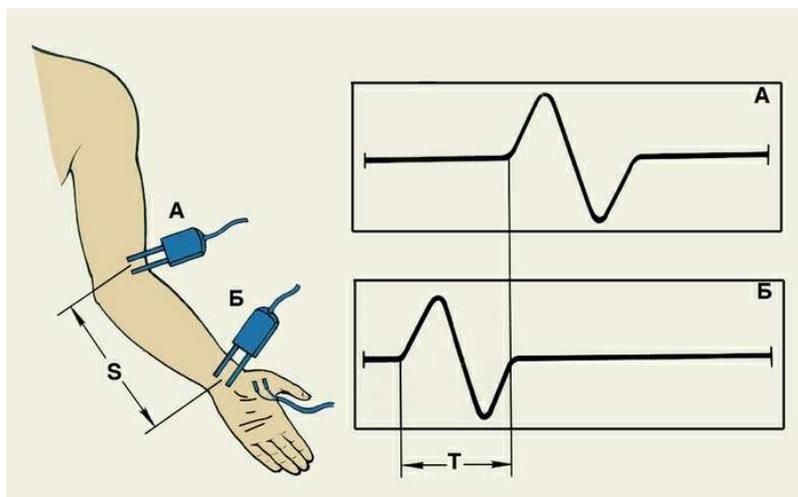


Рисунок 2. Методика определения скорости проведения импульса по двигательным волокнам срединного нерва. А, Б— точки стимуляции нерва; В— отводящий электрод; $S=D2-D1$ — расстояние между электродами; $T=L2 - L1$ — разность латентных периодов. В прямоугольниках показаны соответствующие электромиограммы.

8. Введите расстояния в таблицу. Для ввода расстояния удобно использовать кнопку «F2» функциональной клавиатуры. После активации первого места в таблице можно отредактировать указанное расстояние. Для этого используйте цифровые клавиши клавиатуры компьютера или энкодеры функциональной клавиатуры, которые управляют маркерами и проводят выбор кривой. При активации места в таблице ручка управления маркерами меняет десятичные значения, ручка выбора кривых — единичные значения. Проведите коррекцию маркеров. Необходимо точно указать начало М-ответа на всех трех кривых.

9. Оцените полученные результаты.

На мониторе выведите две (три) кривые одиночных ответов мышцы и определите латентные периоды каждого сокращения. Рассчитайте разницу между латентными периодами и запишите ее. Линейкой измерьте расстояние между точками стимуляции, предварительно отмеченные на руке маркером.

Исходя из формулы, СРВ на участке нерва вычисляют путём деления расстояния между точками стимуляции на разность латентностей М-ответов в этих точках:

$$CPB = V = (D2 - D1) / (L2 - L1),$$

где V - скорость проведения по двигательным волокнам; D2 – дистанция для второй точки стимуляции (расстояние между катодом стимулирующего электрода и активным отводящим электродом) ; D1 - дистанция для первой точки стимуляции (расстояние между катодом стимулирующего электрода и активным отводящим электродом) ; S=D2–D1 отражает расстояние между точками стимуляции; L1 - латентность в первой точке стимуляции; L2 -латентность во второй точке стимуляции (рис. 2)

Таблица 1. Рекомендуемые нормативные параметры

Нерв	Место регистрации	Амплитуда при дистальной стимуляции, мВ	Терминальная латентность, мс	Резидуальная латентность, мс	СРВм, м/с
Срединный	Abductor pollicis brevis	>3.5	Расст. 8 см 3.7±0.31 (3.3±0.4)	<2.7	>50

Снижение СРВ является маркёром процесса полной или сегментарной демиелинизации нервных волокон при невритах, полиневропатиях, таких как острая и хроническая демиелинизирующие полиневропатии, наследственные полиневропатии (болезнь Шарко-Мари-Тус, кроме её аксональных форм),диабетическая полиневропатия, компрессия нерва (туннельные синдромы, травмы). Определение СРВ позволяет выяснить, на каком участке нерва(дистальном, среднем или проксимальном) имеют место патологические изменения.

Чтобы вычислить время прохождения импульса по терминалям (резидуальная латентность), нужно из дистальной латентности в первой точке стимуляции вычесть время прохождения импульса по миелинизированной части. Это время можно рассчитать, приняв допущение, что СРВ на дистальном участке приблизительно равна СРВ на сегменте между первой и второй точками стимуляции.

Таким образом, приняв допущение, изложенное выше, формула расчёта резидуальной латентности примет вид:

$$R=L-D/V_{1-2}$$

где R - резидуальная латентность; L - дистальная латентность (время от стимула до начала М-ответа при стимуляции в дистальной точке); D - дистанция (расстояние между активным отводящим электродом и катодом стимулирующего электрода); V_{1-2} - СРВ на сегменте между первой и второй точками стимуляции.

Изолированное увеличение резидуальной латентности на одном из нервов считают признаком туннельных синдромов. Наиболее частый туннельный синдром для срединного нерва - запястный туннельный синдром.

Критерии нормальных значений М — ответа

В клинической практике удобно использовать нижние границы нормы для амплитуды М-ответа и СРВ и верхние границы нормы для резидуальной латентности и порога вызывания М-ответа (табл. 2).

Таблица 2. Нормальные значения параметров исследования проводящей функции моторных нервов

Показатели	Длинные нервы верхних конечностей
Амплитуда М-ответа	>3,5 мВ (срединный, лучевой) >6,0 мВ (локтевой)
СРВ	>45 - 50 м/с
Резидуальная латентность	<2,5 мс
Порог вызывания М-ответа	< 15 мА (200 мс)

Литература

Николаев С.Г. Проведение электронейромиографических исследований на миографах производства ООО «Нейрософт». /Методические указания

Лабораторная работа II.4. Стабилометрический метод оценки функций равновесия (демонстрационное занятие)

Снижение устойчивости вертикальной позы является одной из основных проблем, сопровождающих двигательные нарушения различной этиологии в клинике нервных болезней. Постуральная нестабильность снижает качество походки и скорость передвижения, нередко приводит к падениям больных, что усиливает их функциональную зависимость. Поэтому выявление нарушений устойчивости вертикальной позы и их восстановление являются важными задачами физической реабилитации неврологических больных. Решение данных задач стало возможным благодаря развитию метода компьютерной стабیلлографии, исследующего перемещение центра давления (ЦД) тела человека на горизонтальную плоскость при стоянии. Компьютерный стабیلлоанализатор «Стабилан-01» с биологической обратной связью (производство ЗАО «ОКБ «Ритм», г. Таганрог), расширяет диагностические возможности данного метода.

Стабилометрия (стабиллометрия, стабیلлография, постурография) — это совокупность методических приемов, заключающихся в измерении координат центра давления человека на плоскость опоры в определенных условиях за определенный период времени с целью количественной оценки двигательных возможностей или с целью создания биологической обратной связи (БОС) по опорной реакции для реабилитационных или тренировочных упражнений.

Стабیلлограмма - кривая, отражающая колебания центра тяжести тела в положении стоя. Такие исследования проводятся в вертикальной позе, на статических платформах.

Непосредственным объектом стабیلлографического исследования является процесс поддержания человеком вертикальной позы (функции равновесия), на которую влияет функционирование многих систем организма (вестибулярной, зрительной, проприоцептивной, опорно-двигательной и других). Поэтому расстройство каждой из этих систем ведет к нарушению функции равновесия.

Стабилография применяется для диагностики расстройств системы поддержания вертикальной позы, оценки проводимого лечения в динамике, экспертизы трудоспособности.

Цель исследования: диагностика устойчивости вертикальной позы здорового человека на основе анализа стабิโลграфических данных.

Ход работы: провести стабิโลграфический тест в основной стойке и в позе Ромберга.

Эти тесты позволят оценить выраженность позных нарушений пациента в основной стойке, а также роль зрения и проприоцепции в поддержании устойчивости вертикального положения.

1. Проводится центрирование платформы.
2. Пациент становится на стабิโลплатформу. Стопы устанавливаются в положении пятки вместе, носки врозь, и проводится запись сигнала длительностью 30 секунд.
3. Затем в позе Ромберга проводится запись сигнала длительностью 30 с при открытых глазах, а затем 30 с при закрытых глазах пациента.

В результате получается разница между показателями двух проб в количественном выражении, отношение показателей с закрытыми глазами к показателям с открытыми глазами. Таким образом, можно выявить значение зрения и проприоцепции в поддержании устойчивости вертикального положения тела.

В норме отношение должно быть в пределах 1,5 - 2,5. Нормы для теста Ромберга: имеется таблица показателей, в которой рядом с каждым показателем приводится заключение о соответствии его норме, что позволит сделать заключение об изменении показателей в сторону улучшения или ухудшения до и после проведения какого-либо вмешательства (тренировка, лечение и т.д.).

Основные стабิโลграфические показатели

Получаемый стабิโลграфический сигнал подвергается математической обработке. Наибольшее значение с точки зрения клинического анализа имеют следующие показатели:

X ср. - начальное смещение ЦД во фронтальной (слева направо) плоскости в мм;

Y ср. - начальное смещение ЦД в сагиттальном направлении (вперед назад) в мм;

Q x — разброс (величина девиации) ЦД во фронтальной плоскости в мм;

Q y — разброс (величина девиации) ЦД в сагиттальной плоскости в мм;

R — средний разброс (средний радиус) отклонения ЦД в мм;

L — нормированная по времени длина кривой статокинезиограммы в мм/с;

S — нормированная по времени площадь статокинезиограммы 2 в мм/с;

KR — коэффициент Ромберга (отношение S в пробе с закрытыми глазами к S в пробе с открытыми глазами).

Литература

1. Переяслов Г.А., Слива С.С. Методическое обеспечение стабиланализатора «Сабилан-01». ЗАО ОКБ «РИТМ» г. Таганрог.

2. Методики диагностики и тренировки функции равновесия на основе компьютерного стабиланализатора с биологической обратной связью «СТАБИЛАН -01» в неврологии. Пособие для врачей /Составители: Черникова Л.А., Устинова К.И., Иоффе М.Е., Слива С.С., Переяслов Г.А., Слива А. С - Москва. 2007. 50 с.

https://docviewer.yandex.ru/view/0/?*=%2Fra3Z8QHshsaScL5Koci74Lpvi9

Раздел III. Психофизиологическая диагностика

Психофизиологические методики позволяют диагностировать индивидуальные особенности человека. Тесты характеризуют:

- психомоторные свойства (время простой двигательной реакции, теппинг, тремор, координацию и т.д.);
- нейродинамические свойства (баланс нервных процессов, силу и выносливость нервной системы, функциональную подвижность нервных процессов, особенности межполушарной асимметрии);
- свойства внимания (концентрацию и устойчивость, помехоустойчивость, избирательность, объем, переключаемость и распределение);
- отдельные свойства восприятия, памяти, мышления.

Исследование проводится на программно-аппаратном комплексе НС-Психотест. Для запуска программы необходимо воспользоваться пунктом главного меню «Обследование». Если тестирование проводится впервые, выберите команду Обследование|Новое. На экране монитора

появится диалоговое окно «Карточка пациента»; заполните его. В верхней строке щелкните левой кнопкой мышки «Дерево» и выберете папку №6 «Психофизиологическая диагностика» и в ней перечисленные ниже тесты. Перед запуском тестирования кнопкой «Старт», необходимо провести инструкцию пациента об условиях выполнения теста.

Лабораторная работа III.1. Оценка времени реакции: простая зрительно-моторная реакция; реакция выбора, реакция различения

Назначение 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.

Методика «Реакция различения». Реакция различения является разновидностью 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 различения меньше, чем скорость простой реакции, т.е. время, затраченное на осуществление реакции различения, больше, чем на осуществление простой реакции.

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, т.к. отражают особенности концентрации внимания.

Методика "Реакция различения". Для диагностики подвижности нервных процессов в ЦНС рекомендуется проводить обследование по данной методике в сочетании с обследованиями по методике "Простая зрительно-моторная реакция" (ПЗМР), что удобно для диагностики межполушарной асимметрии. Разность между средним временем реакции различения и средним временем ПЗМР отражает скорость протекания нервных и психических процессов в центральной нервной системе.

Пример

Таблица 1. Данные обследований по методике "ПЗМР"

	Распределение	М, мс	SD, мс	Скорость сенсомоторной реакции
Правый глаз, правая рука	Нормальное	233	43.3	Средняя
Левый глаз, левая рука	Нормальное	217	70.6	Средняя

Таблица 2. Данные обследований по методике "Реакция различения"

	Распределение	М, мс	SD, мс	Скорость сенсомоторной реакции
Правый глаз, правая рука	Нормальное	439	65.4	Низкая
Левый глаз, левая рука	Нормальное	399	78.3	Средняя

По методикам "ПЗМР" и "Реакция различения" диагностируется преобладание активности левой руки и левого глаза, так как среднее время сенсомоторной реакции при воздействии стимула на левый глаз и ответной реакции левой руки короче, чем при воздействии на правый глаз и ответной реакции правой руки.

Различия между соответствующими показателями по методикам, отражающие время переработки сигнала корковым отделом анализатора, составляют:

- для правого глаза и правой руки: $429 - 233 = 196$ мс – время обработки сигнала соответствующим отделом левого полушария;

- для левого глаза и левой руки: $399 - 217 = 182$ – время обработки сигнала соответствующим отделом правого полушария.

Таким образом, скорость обработки сигнала в правом полушарии выше, чем в левом. Диагностируется преобладание активности правого полушария, левой руки и левого глаза.

Ход работы:

Откройте папку №6 «Психофизиологическая диагностика» и выполните следующие тесты в подпункте 6.1. Анализ зрительно-моторных реакций:

- Реакция выбора;
- Простая зрительно-моторная реакция
- Реакция различения

Задание:

- Определите среднее значение времени простой зрительно-моторной реакции и реакции выбора;
- Опишите уровень операционального функционального состояния ЦНС по критерию УФВ;
- Оцените признаки утомления
- Проведите диагностику межполушарной асимметрии

Оценка свойства проводится по временным показателям ответных реакций испытуемого при выполнении каждого из двух заданий. Среднее значение латентных периодов реакции при выполнении первого задания является показателем времени простой двигательной реакции (*время простой зрительно-моторной реакции*, ПЗМР) и характеризует способность к выполнению простых заданий, требующих быстрой реакции.

Среднее значение латентных периодов реакции на значимые стимулы отражает *время реакции различения* (дифференцирования) зрительных стимулов (данные выполнения второго задания).

Время простой зрительно-моторной реакции, как правило, меньше или равно времени реакции различения зрительных стимулов (табл. 3).

Таблица 3. Оценка времени простой зрительно-моторной реакции

Время, мс	Качественная оценка	Оценка состояния	Прогноз
155–180	Очень быстрая (высокий уровень нормы)	Варианты нормы	Благоприятно
181–205	Быстрая (средний уровень нормы)		
206–230	Замедлена легко		
231–300	Замедлена умеренно	Нарушения	сомнительно
301–400	Замедлена значительно		Неблагоприятно
Более 400	Замедлена грубо		

Уровень операционального функционального состояния ЦНС оценивается по вероятностно-статистическим параметрам распределения латентных периодов простой зрительно-моторной реакции с помощью трех критериев, отражающих разные стороны функционального состояния ЦНС. Анализ операционального функционального состояния ЦНС осуществляется по методике Т. Д. Лоскутовой. В таблице протокола исследования представлены значения трех критериев ФУС, УФВ, УР.

Первый критерий: функциональный уровень системы (ФУС). Его величина определяется главным образом положением вариационной кривой относительно абсциссы, т. е. абсолютными значениями времени реакции.

Второй критерий: устойчивость реакции (УР). Величина этого показателя тем больше, чем меньше рассеивание латентных периодов реакции. Данный критерий «привязан» к ординате. Поскольку разнообразие значений времени реакции связано с непрерывными флюктуациями состояния ЦНС, устойчивость реакции рассматривается как показатель устойчивости ее состояния.

Третий критерий: уровень функциональных возможностей (УФВ). Этот критерий является наиболее полным и позволяет судить о

способности формировать адекватную заданию функциональную систему и достаточно длительно ее удерживать. Для характеристики ФС ЦНС может быть использован только один из критериев — третий — наиболее интегральный (табл. 4).

Таблица 4. Оценка уровня функционального состояния ЦНС по критерию УФВ

УФВ, у.е.	Качественная оценка	Оценка состояния	Прогноз
3.8–4.8	Высокий	Норма	Благоприятно
3.1–3.8	Средний		
2.7–3.1	Низкий		
2.0–2.7	Снижен легко	Нарушения	Сомнительно
0.4–2.0	Снижен умеренно		Неблагоприятно
-2.7–0.4	Снижен значительно		

Признаки утомления. Оцениваются по динамике точностных и временных показателей ответных реакций испытуемого при выполнении каждого из двух заданий, поскольку признаки утомления чаще всего проявляются к концу исследования (табл. 5).

Таблица 5. Оценка признаков утомления по динамике ошибок при выполнении задания

Кол-во ошибок	Качественная оценка	Оценка состояния
Нет	Отсутствуют	Норма
2–3 в конце	Выражены легко	
Во второй половине до 4–6	Выражены умеренно	
Во второй половине до 7–10	Выражены значительно (постепенно)	Нарушения

Преобладание в конце, до 10	Выражены значительно (быстро к концу)	
Больше 10	Выражены грубо (быстро сначала)	

Приведите результаты, полученные в ходе исследования, представьте их в таблицах, и сделайте выводы.

Лабораторная работа III.2. 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.

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 от предъявления к предъявлению движущегося объекта. От первой отметки по часовой стрелке с определенной скоростью происходит заливка окружности. Обследуемому необходимо нажать на кнопку зрительно-моторного анализатора в тот момент, когда стрелка 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.

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.

Пример:

Число точных реакций: 27 (54%); число запаздываний: 10 (20%); число опережений: 13 (26%); энтропия: 1.01.

Наибольшим является число точных реакций; число опережений незначительно преобладает над числом запаздываний. Показатель энтропии свидетельствует о низкой вероятности возникновения ошибки. Таким образом, диагностируется уравновешенность нервных процессов.

Лабораторная работа III.3 Анализ моторных способностей: теппинг-тест

Методика представлена в подпункте 6.3. Анализ моторных способностей.

Экспресс-методика "Теппинг-тест" разработана Е.П. Ильиным в 1972 году 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.

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 секунд выполняет инструкцию к методике.

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".

Сделайте вывод о нейродинамических свойствах нервной системы. В тетради нарисуйте график, полученный в ходе выполнения теста.

Лабораторная работа Ш.4. Изучение особенностей внимания: оценка внимания; помехоустойчивость. Красно-черные таблицы Шульте-Платонова. Тест Мюнстенберга

В папке 6.4. Изучение особенностей внимания выполните тесты:

- Оценка внимания
- Помехоустойчивость

Назначение методики: 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.

Методика «Оценка внимания». Теоретической основой психофизиологического измерения свойств внимания является их зависимость от свойств нервных процессов.

Методика "Оценка внимания" предназначена для диагностики концентрации и устойчивости внимания. Обследуемому последовательно предъявляются световые сигналы различного цвета в центре экрана монитора (цвет фона – темный). Необходимо как можно быстрее отреагировать на появление сигнала нажатием на кнопку на зрительно-моторном анализаторе. При нажатии на кнопку сигнал исчезает. Продолжительность интервалов между сигналами различна и составляет от 0.5 до 2.5 секунд. Первые 5-7 сигналов являются пробными и не регистрируются. Рекомендуемое число предъявляемых сигналов в одном обследовании: для взрослых – 70 или 100, для детей – 30. При выборе цвета сигнала для первичной экспресс-диагностики, как правило, используется световой сигнал красного цвета.

По результатам диагностики определяются показатели концентрации и устойчивости внимания (Таблица 1).

Таблица 1. Интерпретация результатов по методике "Оценка внимания"

	Низкие значения	Средние значения	Высокие значения
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. Диагностика концентрации и устойчивости внимания производится в соответствии со средним значением по проведенным обследованиям.

Пример: Среднее значение времени реакции: 287 мс; стандартное отклонение: 38 мс; нормальное распределение; коэффициент точности Уиппла: 0.01; концентрация внимания: 1.12; устойчивость внимания: 0.98.

Диагностируется низкий уровень концентрации и средний уровень устойчивости внимания.

Методика "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 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, 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.

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".

Анализ результатов. 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.

Пример:

Таблица. Данные обследований по методикам "Оценка внимания" и "Помехоустойчивость" (фоновые пробы, бинокулярные обследования, цвет сигналов – красный)

В данном примере диагностируется незначительное различие между средним значением времени реакции на световые сигналы по методике "Оценка внимания" и средним значением по методике "Помехоустойчивость", что свидетельствует о высокой степени помехоустойчивости обследуемого.

Приведите результаты своих исследований в аналогичной таблице и сделайте вывод о степени помехоустойчивости.

Методика	Распределение	Среднее значение времени реакции, мс
"Оценка внимания"	Нормальное	347
"Помехоустойчивость"	Нормальное	360

Методика "Красно-черные таблицы Шульте-Платонова". Предназначена для изучения объема, переключаемости и распределения внимания. Обследуемому предъявляется таблица, на которой изображены несколько рядов беспорядочно разбросанных красных и черных цифр от 1 до 25. Тест состоит из трех проб: двух простых и одной сложной. Задание каждой из проб необходимо выполнять в максимально возможном темпе.

Первая простая проба – нахождение цифр от 1 до 25 в порядке возрастания. Вторая простая проба – нахождение цифр от 25 до 1 в порядке убывания. Третья сложная проба состоит из чередования серий цифр по возрастанию и убыванию: 1-25; 2-24; 3-23; 4-22 и т.д. Оценивается время выполнения каждой из проб (t_1 , t_2 и t_3 соответственно) и количество ошибок.

По результатам проведения теста рассчитайте следующие показатели:

1. Объем внимания $V = t_1 + t_2 / 2$
2. Распределение внимания $P = t_3$
3. Переключаемость внимания $\Pi = t_3 - t_1 + t_2 / 2$

Оценка показателей объема, распределения и переключаемости внимания производится по пятибалльной шкале в соответствии со следующей контрольной таблицей (Таблица 2).

Таблица 2. Шкала балльных оценок

	1 (низкий уровень)	2 (ниже среднего)	3 (средний уровень)	4 (выше среднего)	5 (высокий уровень)
Объем	61 и больше	51 – 60	38 – 50	30-37	29 и меньше
Распределение	107 и больше	87 – 106	57 – 88	44 - 56	43 и меньше
Переключаемость	41 и больше	32 – 40	18 – 31	10 -17	9 и меньше

Пример:

№ пробы	Время выполнения (с)	Количество ошибок
1	42	0
2	53	0
3	77	0

Объем внимания $V = 42 + 53 / 2 = 47.5$ – средний уровень;
 распределение внимания $P = 77$ – средний уровень;
 переключаемость внимания $\Pi = 77 - 42 + 53 / 2 = 29.5$ – средний уровень.

Все показатели свойств внимания в пределах нормы. Все задания выполнены безошибочно. Следовательно, обследуемый обладает средним (нормальным) уровнем развития всех свойств внимания.

Методика Мюнстерберга направлена на определение концентрации и устойчивости внимания. Тест состоит из буквенного текста без пробелов, в котором в числе беспорядочно расположенных букв имеются слова. За 2 минуты необходимо отыскать и указать эти слова. Оценивается количество выделенных слов и количество ошибок. Ошибками считаются пропущенные и неправильно выделенные слова. Если количество правильных ответов меньше четырех, то необходимо повторить тестирование. Полученные результаты переводятся в балльные оценки по следующей таблице (Таблица3).

Таблица3. Шкала балльных оценок

Количество правильных ответов	4-6	7-9	10-12	13-15	16-17	18-19	20-22	23-24	25
Баллы	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уровень устойчивости и концентрации внимания	Низкий		Ниже среднего		Средний		Выше среднего		Высокий

Лабораторная работа III.5. Исследование краткосрочной памяти. Память на образы и числа

В папке 1. Общая психодиагностика найдите следующие тесты:

1.1.1. Память на образы

1.1.2. Память на числа

Память – это запоминание, сохранение и воспроизведение человеком какой-либо информации. По длительности хранения информации различают кратковременную, долговременную и оперативную память. Индивидуальными характеристиками памяти человека являются объем запоминаемой информации, скорость запоминания и прочность хранения информации. Объем памяти – это число объектов, которые человек может вспомнить после их восприятия. Объем кратковременной памяти варьирует и составляет от 5 до 9 объектов (7 ± 2), объем долговременной памяти не ограничен.

Методика "Память на образы" предназначена для изучения кратковременной зрительной памяти. Вначале в течение 20 секунд обследуемому предъявляется таблица с 16 образами, которые необходимо запомнить. Затем на экране появляется таблица с 64 образами, 16 из которых совпадает с образами, содержащимися в первой таблице. Задание состоит в том, чтобы отыскать во второй таблице первично предъявленные 16 образов. Оценка успешности мнемических процессов производится по количеству правильно воспроизведенных образов. Нормой для всех возрастов являются показатели от 6 образов и выше. Такие показатели указывают на наличие у обследуемого оптимальной эффективности мнемических процессов.

Пример 1. Обследуемая О., 13 лет. Количество правильно воспроизведенных образов – 12. Следовательно, имеет место высокая эффективность кратковременной зрительной памяти.

Методика "Память на числа" предназначена для оценки кратковременной памяти: ее объема и точности. Вначале обследуемому демонстрируется в течение 20 секунд таблица с 12 двухзначными

числами, которые нужно запомнить. После этого на экране возникает таблица с 30 двухзначными числами. Задание состоит в том, чтобы найти во второй таблице числа, содержащиеся в первой таблице. Оценка эффективности мнемических процессов производится по количеству правильно найденных чисел. Нормами для взрослых являются показатели от 7 правильно отмеченных чисел и выше, для детей школьного возраста – от 5 чисел. Показатели количества правильно воспроизведенных чисел переводятся в баллы по следующей схеме (Таблица 1).

Таблица 1. Шкала балльных оценок

Количество правильно отмеченных чисел	1 – 4	5 – 6	7 – 8	9 – 12
Баллы	2	3	4	5

Пример 1: Обследуемый Р., 25 лет. Количество правильно воспроизведенных чисел – 11 (5 баллов). Следовательно, обследуемый обладает высокой эффективностью кратковременной памяти. *Пример 2:* Обследуемый П., 15 лет. Количество правильно отмеченных чисел – 3 (2 балла). Следовательно, обследуемый обладает низкой эффективностью мнемических процессов.

Литература:

Мантрова И.Н. Методическое руководство по психофизиологической и психологической диагностике.- НСФТ 010999.001 МУ. - ООО Нейрософт (Россия, Иваново), 2007 – 216с.

Оформление заключения результатам психофизиологического исследования

Заключение должно быть оформлено по общепринятой для функционально-диагностических исследований форме, включающей три основные части. *Первая* из них должна содержать общую информацию: сведения об учреждении и подразделении, в котором проводилось обследование, дате и времени обследования; о пациенте: ФИО, возраст, диагноз и т. д. *Вторая часть* заключения должна содержать подробное описание основных параметров, т. е. представлять краткое фактическое описание самого главного, существенного для выводов. *Третья часть* заключения, самая сложная — трактовка полученных данных. Здесь

необходимо резюмировать основные результаты, описанные во второй части. Заключение может быть дополнено фрагментами записи и автоматизированной обработки данных.

Пример заключения:

Исследование (уровня развития) психомоторных качеств, выполненное с помощью программно-аппаратного комплекса «НС-Психотест».

1. Способность к зрительно-моторному контролю за внешними подвижными объектами (исследовалась на модели перцептивного варианта реакции на движущийся объект)

1) умеренно снижена: точность реакций умеренно стабильно снижена.

Баланс нервных процессов нарушен в сторону преобладания процессов торможения. Индивидуальный уровень активации снижен.

2. Максимальный темп циклических кистевых движений (на модели теппинга, тест «Теппинг», режим 1) умеренно снижен (5.8 к/с) при высокой стабильности деятельности, признаки утомления не выражены.

Лабораторная работа III.6. Регистрация кожно-гальванической реакции (КГР)

Изменение электрических свойств кожи проявляется в сдвигах разности потенциалов между двумя пунктами кожной поверхности (феномен И.Тарханова) и изменениях электросопротивления кожи пропускаемому через нее току (феномен К.Фере). В лабораторной практике используются оба метода. Показатели можно измерять с разной целью. Соответственно, и их трактовка будет различной. Когда речь идет о показателях, относящихся к достаточно долгому периоду времени, следует говорить об уровне потенциала (тоническая активность). Когда исследуют реакцию малой продолжительности на предъявляемый стимул, говорят о реакции (фазическая активность). Реакции, возникновение которых нелегко связать с каким-либо внешним стимулом, называются спонтанными.

Существует много гипотез происхождения КГР. Ее рассматривали как отражение мышечной активности, как проявление деятельности

периферических кровеносных сосудов, как активность потовых желез. В последнее время ее рассматривают, скорее всего, как отражение активности потовых желез, хотя влияние сосудистых реакций на КГР полностью не отвергнуто. КГР часто используется для регистрации ориентировочной реакции. Последняя проявляется в отклонении пера самописца от нулевой линии или изменении кожного сопротивления. В лабораторной практике в качестве стимула используют вспышку света, звуковой сигнал, удар током, прикосновение. Можно выработать условный рефлекс на предъявление индифферентного стимула, осуществляя подкрепление тем или иным способом. При изучении ориентировочной реакции обычно учитывают такие показатели, как латентный период реакции, изменение кожного сопротивления, амплитуда КГР, площадь, заключенная между нулевой линией и кривой КГР, число реакций до наступления угашения КГР и т. п. В соответствии с литературными данными, кожно-гальванический компонент ориентировочной реакции является среди других одним из наиболее чувствительных. В порядке возрастания чувствительности компоненты ориентировки можно располагать следующим образом: 1) изменение частоты сердечных сокращений; 2) изменение дыхания; 3) изменение КГР; 4) активация ЭЭГ; 5) вертекс-потенциал (ВП).

При выполнении лабораторных занятий студентам предъявляется арифметическое задание — умножение двузначных чисел в уме. КГР регистрируется 2 раза: в фоне в течение 10 с при скорости протяжки бумажной ленты 3,5 мм/с и при выполнении задания все время, пока испытуемый производит умножение. Студентам выдается распечатка с КГР, зарегистрированной в ситуациях фона и решения (умножение чисел). На распечатке, поверх изображения самой реакции, нанесены клетки, с помощью которых можно производить обработку записи.

Для обработки записи необходимо сначала провести нулевую линию. После этого подсчитываются следующие показатели:

1) Число реакций в секунду в фоне и при решении (время записи в обоих случаях одинаково). Критерий появления реакции — 5-10 % от максимальной на данном участке амплитуды.

2) Амплитуда КГР в обеих ситуациях. Кроме собственно амплитуды, величину реакции оценивают с помощью таких показателей, как угол подъема кривой 1-й реакции, площадь 1-й и последующих КГР и их сумма, отношение площади 1-й КГР к количеству КГР до угашения ориентировки и пр.

- 3) Определите среднюю площадь одной реакции.
- 4) Полученные данные представьте в таблице.
- 5) Сделайте выводы о динамике параметров КГР.

Лабораторная работа III.7. Методика проведения полиграфологического исследования

В настоящем исследовании используется аппаратно-программный комплекс «ЭПОС» (далее «комплекс «ЭПОС»»), который обеспечивает снятие сигналов с датчиков, несущих физиологическую информацию.

В мировой и отечественной практике полиграф применяют для решения задач двух классов:

1. При работе с кадрами в целях профилактики правонарушений – так называемые скрининговые задачи (от англ. screen – просеивать, проверять на благонадёжность).

2. При расследованиях или служебных разбирательствах. В таких случаях исследуемое лицо подвергается проверке на предмет оценки достоверности сообщённых им ранее сведений.

Цель исследования: Знакомство с методом полиграфной проверки и анализом основных физиологических сигналов организма человека при тестировании.

Правила наложения электродов

Комплектность поставки комплекса «ЭПОС» включает сенсорный блок и датчики: – дыхания верхнего (ДхВ), дыхания нижнего (ДхН), кожно-гальванического рефлекса (КГР), фотоплетизмограммы (ФПГ), тремора (Трм), голоса (Глс); кабели связи с компьютером и др.

Электроды на субъекте крепятся следующим образом: пластины датчика тремора подкладываются под передние или задние ножки жесткого кресла или стула; датчики верхнего и нижнего дыхания

закрепляются соответственно на груди поверх легкой сорочки и на животе в области диафрагмы (рис. 1 а).



Рисунок 1. Датчики верхнего (ДхВ) и нижнего (ДхН) дыхания; кожно-гальванического рефлекса (КГР), фотоплетизмограммы (ФПГ).

Датчик кожно-гальванической реакции (КГР) закрепляется на указательном и безымянном пальцах руки с помощью ремней «Липкая лента». Место крепления датчиков на пальце – первая фаланга; датчик фоноплетизмограммы (ФПГ) помещается на кончике среднего пальца руки и закрепляется застежкой «липучкой» (рис. 1б). Датчик ФПГ не должен слишком туго затягиваться застежкой на пальце, и не должен подвергаться воздействию прямого светового потока.

Одновременный контроль указанных физиологических процессов в ходе психофизиологического исследования является строго обязательным: согласно существующим международным стандартам, исключение из контроля хотя бы одного из этих процессов делает процедуру проверки на полиграфе невалидной (Холодный Ю. И., 1999).

Этапы проведения исследования

1. Инструктаж непосредственно перед тестированием на полиграфе. На все вопросы следует отвечать быстро. Отвечать можно только «да» или «нет».
2. Во время проведения теста тестируемому категорически запрещается двигаться.
3. Провести регистрацию полиграфических параметров в состоянии спокойного бодрствования, запись фоновых реакций 15-20 с.
4. Пробное тестирование. Испытуемому предлагается заранее загадать значимое для него имя (свое имя, имя близкого человека, имя своей собаки или кошки).

Литература

1. Исследование психофизиологического состояния человека с помощью полиграфа: Учебное пособие / Н.В. Звёздочкина. – Казань: Казанский университет, 2015. – 34 с.

Раздел IV. Гигиенические критерии тяжести и напряженности трудового процесса

Лабораторная работа IV.1. Методика оценки тяжести трудового процесса

Тяжесть труда - характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность.

Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, характером рабочей позы, глубиной и частотой наклона корпуса, перемещениями в пространстве.

1. Для подсчета *физической динамической нагрузки* (внешней механической работы) определяется масса груза (деталей, изделий, инструментов и т.д.), перемещаемого вручную в каждой операции, и путь

его перемещения в метрах. Подсчитывается общее количество операций по переносу груза за смену и суммируется величина внешней механической работы (кг x м) за смену в целом. По величине внешней механической работы за смену, в зависимости от вида нагрузки (региональная или общая) и расстояния перемещения груза, определяют, к какому классу условий труда относится данная работа.

2. Для *определения массы груза* (поднимаемого или переносимого работником на протяжении смены, постоянно или при чередовании с другой работой) его взвешивают на товарных весах. Регистрируется только максимальная величина. Массу груза можно также определить по документам. *Пример.* Масса поднимаемого груза - 21 кг, груз поднимали 150 раз за смену, т.е. это часто поднимаемый груз (более 16 раз за смену) (75 ящичков, каждый поднимался 2 раза), следовательно, по этому показателю работу следует отнести к классу 3.2.

3. Понятие "*рабочее движение*" в данном случае подразумевает движение элементарное, т.е. однократное перемещение рук (или руки) из одного положения в другое. *Стереотипные рабочие движения* в зависимости от амплитуды движений и участвующей в выполнении движения мышечной массы делятся на локальные и региональные. Работы, для которых характерны локальные движения, как правило, выполняются в быстром темпе (60 - 250 движений в минуту), и за смену количество движений может достигать нескольких десятков тысяч. Поскольку при этих работах темп, т.е. количество движений в единицу времени, практически не меняется, то, подсчитав, с применением какого-либо автоматического счетчика, число движений за 10 - 15 мин., рассчитываем число движений в 1 мин., а затем умножаем на число минут, в течение которых выполняется эта работа. Время выполнения работы определяем путем хронометражных наблюдений или по фотографии рабочего дня. Число движений можно определить также по числу знаков, напечатанных (вводимых) за смену (подсчитываем число знаков на одной странице и умножаем на число страниц, напечатанных за день).

Пример. Оператор ввода данных в персональный компьютер печатает за смену 20 листов. Количество знаков на 1 листе - 2 720. Общее число вводимых знаков за смену - 54 400, т.е. 54 400 мелких локальных движений. Следовательно, по данному показателю (п. 3.1 руководства) его работу относят к классу 3.1.

4. *Статическая нагрузка*, связанная с удержанием груза или приложением усилия, рассчитывается путем перемножения двух параметров: величины удерживаемого усилия (веса груза) и времени его

удерживания. В процессе работы статические усилия встречаются в различных видах: удержание обрабатываемого изделия (инструмента), прижим обрабатываемого инструмента (изделия) к обрабатываемому изделию (инструменту), усилия для перемещения органов управления (рукоятки, маховики, штурвалы) или тележек. В первом случае величина статического усилия определяется весом удерживаемого изделия (инструмента). Вес изделия определяется путем взвешивания на весах. Во втором случае величина усилия прижима может быть определена с помощью тензометрических, пьезокристаллических или других датчиков, которые необходимо закрепить на инструменте или изделии. В третьем случае усилие на органах управления можно определить с помощью динамометра или по документам. Время удерживания статического усилия определяется на основании хронометражных измерений (или по фотографии рабочего дня). Оценка класса условий труда по этому показателю должна осуществляться с учетом преимущественной нагрузки: на одну, две руки или с участием мышц корпуса и ног.

5. *Характер рабочей позы* (свободная, неудобная, фиксированная, вынужденная) определяется визуально. К свободным позам относят удобные позы сидя, которые дают возможность изменения рабочего положения тела или его частей (откинуться на спинку стула, изменить положение ног, рук). Фиксированная рабочая поза - невозможность изменения взаимного положения различных частей тела относительно друг друга. Подобные позы встречаются при выполнении работ, связанных с необходимостью в процессе деятельности различать мелкие объекты. Наиболее жестко фиксированы рабочие позы у представителей тех профессий, которым приходится выполнять свои основные производственные операции с использованием оптических увеличительных приборов - луп и микроскопов. К неудобным рабочим позам относятся позы с большим наклоном или поворотом туловища, с поднятыми выше уровня плеч руками, с неудобным размещением нижних конечностей. К вынужденным позам относятся рабочие позы лежа, на коленях, на корточках и т.д. Абсолютное время (в минутах, часах) пребывания в той или иной позе определяется на основании хронометражных данных за смену, после чего рассчитывается время пребывания в относительных величинах, т.е. в процентах к 8-часовой смене (независимо от фактической длительности смены). Если по характеру работы рабочие позы разные, то оценку следует проводить по наиболее типичной позе для данной работы.

Пример. Врач-лаборант около 40% рабочего времени смены проводит в фиксированной позе - работает с микроскопом. По этому показателю работу можно отнести к классу 3.1.

Работа в положении стоя - необходимость длительного пребывания работающего человека в ортостатическом положении (либо в малоподвижной позе, либо с передвижениями между объектами труда). Следовательно, время пребывания в положении стоя будет складываться из времени работы в положении стоя и из времени перемещения в пространстве.

б. *Число наклонов корпуса* за смену определяется путем их прямого подсчета в единицу времени (несколько раз за смену), затем рассчитывается число наклонов за все время выполнения работы, либо определением их количества за одну операцию и умножением на число операций за смену. Глубина наклонов корпуса (в градусах) измеряется с помощью любого простого приспособления для измерения углов (например, транспортира). При определении угла наклона можно не пользоваться приспособлениями для измерения углов, т.к. известно, что у человека со средними антропометрическими данными наклоны корпуса более 30° встречаются, если он берет какие-либо предметы, поднимает груз или выполняет действия руками на высоте не более 50 см от пола.

Пример. Для того чтобы взять детали из контейнера, стоящего на полу, работница совершает за смену до 200 глубоких наклонов (более 30°). По этому показателю труд относят к классу 3.1.

Лабораторная работа IV.2. Методика оценки напряженности трудового процесса

Напряженность труда - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника.

К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы.

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение не менее одной недели. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-

эмоциональных состояний (перенапряжения). Все факторы (показатели) трудового процесса имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные, монотонные, режимные нагрузки.

1. "Содержание работы" указывает на степень сложности выполнения задания: от решения простых задач до творческой (эвристической) деятельности с решением сложных заданий при отсутствии алгоритма.

Различия между классами 2 и 3.1 практически сводятся к двум пунктам: "решение простых" (класс 2) или "сложных задач с выбором по известным алгоритмам" (класс 3.1) и "решение задач по инструкции" (класс 2) или "работа по серии инструкций" (класс 3.1).

2. *Сенсорные нагрузки.* "Длительность сосредоточенного наблюдения (в % от времени смены)" - чем больше процент времени отводится в течение смены на сосредоточенное наблюдение, тем выше напряженность. Общее время рабочей смены принимается за 100%.

Пример. Наибольшая длительность сосредоточенного наблюдения за ходом технологического процесса отмечается у операторских профессий: телефонисты, телеграфисты, авиадиспетчеры, водители транспортных средств (более 75% смены - класс 3.2). Несколько ниже значение этого параметра (51 - 75%) установлено у врачей (класс 3.1). От 26 до 50% значения этого показателя колебалось у медицинских сестер, мастеров промышленных предприятий (2 класс). Самый низкий уровень этого показателя наблюдается у руководителей предприятия, научных работников, конструкторов (1 класс - до 25% от общего времени смены).

В основе этого процесса, характеризующего напряженность труда, лежит сосредоточение, или концентрация внимания на каком-либо реальном (водитель) или идеальном (переводчик) объекте, поэтому данный показатель следует трактовать шире, как "длительность сосредоточения внимания", которое проявляется в углубленности в деятельность.

3. *Эмоциональные нагрузки.* "Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки" - указывает, в какой мере работник может влиять на результат собственного труда при различных уровнях сложности осуществляемой деятельности. С возрастанием сложности повышается степень ответственности, поскольку ошибочные действия приводят к дополнительным усилиям со стороны работника или целого коллектива, что соответственно приводит к увеличению эмоционального напряжения.

"Степень риска для собственной жизни". Мерой риска является вероятность наступления нежелательного события, которую с достаточной точностью можно выявить из статистических данных

производственного травматизма на данном предприятии и аналогичных предприятиях отрасли. Поэтому на данном рабочем месте анализируют наличие травмоопасных факторов, которые могут представлять опасность для жизни работающих, и определяют возможную зону их влияния.

4. *Монотонность нагрузок.* "Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций" и "Продолжительность (с) выполнения простых производственных заданий или повторяющихся операций" - чем меньше число выполняемых приемов и чем короче время, тем, соответственно, выше монотонность нагрузок.

5. *Режим работы.* "Фактическая продолжительность рабочего дня" - выделен в самостоятельную рубрику, так как независимо от числа смен и ритма работы фактическая продолжительность рабочего дня колеблется от 6 - 8 ч (телефонисты, телеграфисты и т.п.) до 12 ч и более (руководители промышленных предприятий). У целого ряда профессий продолжительность смены составляет 12 ч и более (врачи, медсестры и т.п.). Чем продолжительнее работа по времени, тем больше суммарная за смену нагрузка и, соответственно, выше напряженность труда.

"Сменность работы" определяется на основании внутрипроизводственных документов, регламентирующих распорядок труда на данном предприятии, организации. Самый высокий класс 3.2 характеризуется нерегулярной сменностью с работой в ночное время (медсестры, врачи и др.).

ЗАДАНИЕ: Проведите оценку тяжести и напряженности труда медицинских работников (врач, медсестра). Полученные сведения представьте в протоколах (см. Приложение 2).

Работа может быть выполнена во внеаудиторное время в качестве курсовой работы.

Литература

Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005)
<http://docs.cntd.ru/document/1200040973>

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПЛАН по курсу «Методы в биологии и медицине» практикум, 8 час

№	ТЕМА	Лабораторные работы	оборудование
1	Исследование морфофункционального состояния организма человека Занятие 1 4 часа	Лабораторная работа I.5. Определение физической работоспособности при помощи велоэргометрического теста PWC ₁₇₀ Лабораторная работа I.9. Метод оценки функционального состояния человека (опросник САН).	Велоэргометр Кардиограф Тонометр Спирт гель
2		Лабораторная работа II.1. Регистрация электрической активности головного мозга при функциональных пробах	электроэнцефалограф Нейрон-Спектр-1 шлем, электроды гель спирт марля
3	Психофизиологическая диагностика Занятие 2 4 часа	Лабораторная работа III.1. Оценка времени реакции	программно-аппаратный комплекс НС-Психотест
4		Лабораторная работа III.4. Регистрация кожно-гальванической реакции (КГР)	Цифровой осциллограф и прибор для КГР, физраствор, марля

ПЛАН по курсу «Методы физиологических исследований»
практикум, 52 час

№	ТЕМА	Лабораторные работы	оборудование
1	<p>Исследование морфофункционального состояния организма человека Занятие 1</p> <p>6 час</p>	<p>Лабораторная работа I. 1. Антропометрические измерения: массо-ростовые соотношения. Измерение окружностей тела. Расчет основных индексов</p> <p>Лабораторная работа I.4. Определение положения электрической оси сердца</p> <p>Лабораторная работа I.6. Определение максимального потребления кислорода (МПК) при выполнении велоэргометрического теста</p>	<p>Весы Ростомер Сантиметровая лента</p> <p>кардиограф</p> <p>Велоэргометр Кардиограф Спирт гель</p>
2	<p>Занятие 2</p> <p>6 час</p>	<p>Лабораторная работа I.7. Пневмография. Определение частоты и глубины дыхания. Дыхание при функциональных нагрузках</p> <p>Лабораторное занятие I. 8. Спирометрия. Определение легочных объемов дыхания. Тест Тифно.</p> <p>Лаб. работа: Фонокардиограмма.</p> <p>Тоны сердца <i>Функции клапанного</i></p>	<p>Биопак, урок 8 Респираторный цикл I <i>Частота дыхания</i> <i>Относительная глубина дыхания</i> <i>Регуляция дыхания</i></p> <p>Биопак, урок 12-13</p> <p>Биопак, урок 17</p>

		<i>аппарата сердца Взаимосвязь между электрическими и механическими процессами сердечного цикла</i>	
3	Нейрофункциональные исследования Занятие 3 6 час	Лабораторная работа II.2. Регистрация суммарной электрической активности мышц плеча при разной интенсивности напряжения Лабораторная работа II.3. Электронейромиография (ЭНМГ). Исследование моторного проведения по срединному нерву (демонстрационное занятие)	Электромиограф МВП Электроды отводящие, Заземляющий электрод Электрод для стимуляции
4	Занятие 4 4 час Гигиенические критерии тяжести и напряженности трудового процесса 2 час	Лабораторная работа II.4. Стабилометрический метод оценки функций равновесия (демонстрационное занятие) Методики оценки тяжести и напряженности трудового процесса	СТАБИЛАН -01
5	Психофизиологическая диагностика Занятие 5 6 час	Лабораторная работа III.4. Изучение особенностей внимания: оценка внимания; помехоустойчивость. "Красно-черные таблицы	программно-аппаратный комплекс НС-Психотест

		Шульте-Платонова" Лабораторная работа III.5. Память на образы и числа	
		Лабораторная работа III.6. Методика проведения полиграфологического исследования	Полиграф «ЭПОС»
6	КУРСОВЫЕ по предмету		

ПЛАН

проведения занятий
по курсу «Получение практических навыков физиологических исследований»
практикум, бакалавры-биологи, 52 час

№	ТЕМА	Лабораторные работы	оборудование
1	Исследование морфофункционального состояния организма человека Занятие 1 6 час	Лабораторная работа I.5. Определение физической работоспособности при помощи велоэргометрического теста PWC ₁₇₀ Лабораторная работа I.4. Определение положения электрической оси сердца Лабораторная работа I.6. Определение максимального потребления кислорода (МПК) при выполнении велоэргометрического	Велоэргометр Кардиограф Спирт гель кардиограф

		теста	
2	Занятие 2 6 час	Лабораторная работа I.7. Пневмография. Определение частоты и глубины дыхания. Дыхание при функциональных нагрузках Лабораторное занятие I. 8. Спирометрия. Определение легочных объемов дыхания. Тест Тифно. Лаб. работа: Фонокардиограмма. Тоны сердца <i>³/₄ Функции клапанного аппарата сердца</i> <i>³/₄ Взаимосвязь между электрическими и механическими процессами сердечного цикла</i>	Биопак, урок 8 Респираторный цикл I <i>Частота дыхания</i> <i>Относительная глубина дыхания</i> <i>Регуляция дыхания</i> Биопак, урок 12-13 Биопак, урок 17
3	Нейрофункциональные исследования Занятие 3 6 час	Лабораторная работа II.2. Регистрация суммарной электрической активности мышц плеча при разной интенсивности напряжения	Электромиограф Электроды отводящие, Заземляющий электрод
4	Занятие 4 4 час	Лабораторная работа II.1. Регистрация электрической активности головного мозга при функциональных пробах	электроэнцефалограф Нейрон-Спектр-1 шлем, электроды гель спирт марля

	Психофизиологическая диагностика 2 час	Лабораторная работа III.1. Оценка времени реакции	программно-аппаратный комплекс Психотест	НС-
5	Психофизиологическая диагностика Занятие 5 6 час	Лабораторная работа III.4. Изучение особенностей внимания: оценка внимания; помехоустойчивость. "Красно-черные таблицы Шульте-Платонова" Лабораторная работа III.5. Память на образы и числа	программно-аппаратный комплекс Психотест	НС-
		Лабораторная работа III.5. Методика проведения полиграфологического исследования	Полиграф «ЭПОС»	
6				

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Протокол оценки условий труда по показателям тяжести трудового процесса (рекомендуемый)

Иванова В.Д. пол ж

Ф.И.О. -----

укладчица хлеба

Профессия: -----

Хлебзавод

Предприятие: -----

Укладчица хлеба вручную

Краткое описание выполняемой работы: -----

укладывает готовый хлеб с укладочного стола в лотки.

N	Показатели	Факт. значения	Класс
1	2	3	4
1	Физическая динамическая нагрузка (кг x м): региональная - перемещение груза до 1 м общая нагрузка: перемещение груза	3 520	3.1
1.1	от 1 до 5 м	-	
1.2	более 5 м	-	
2	Масса поднимаемого и перемещаемого вручную груза (кг):		
2.1	при чередовании с другой работой	-	1
2.2	постоянно в течение смены	0,8	1
2.3	суммарная масса за каждый час смены:		
	с рабочей поверхности	550	3.1
	с пола		
3	Стереотипные рабочие движения (кол-во):		
3.1	локальная нагрузка	-	1

3.2	региональная нагрузка	21 000	3.1
4	Статическая нагрузка (кгс · с)		
4.1	одной рукой	-	1
4.2	двумя руками	13 200	1
4.3	с участием корпуса и ног	-	
5	Рабочая поза	стоя 75%	3.1
6	Наклоны корпуса (количество за смену)	200	3.1
7	Перемещение в пространстве (км):		
7.1	по горизонтали	1,5	1
7.2	по вертикали	-	1
Окончательная оценка тяжести труда			3.2

Р 2.2.2006-05. 2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005)>Приложение 15. Методика оценки тяжести трудового процесса

**Протокол оценки условий труда по показателям напряженности
трудового процесса (рекомендуемый)**

Сидоров В.Г. пол м

Ф.И.О. -----

мастер

Профессия: -----

Машиностроительный завод

Предприятие: -----

Осуществляет контроль

Краткое описание выполняемой работы: -----

за работой бригады, контролирует качество работы, обеспечивает

наличие материалов и контролирует эффективность использования

оборудования, осуществляет работу на станках и с измерительными

приборами, проводит работу с технической документацией, составляет

отчеты и т.п.

Показатели		Класс условий труда				
		2	3	4	5	6
1		1	2	3.1	3.2	3.3
1. Интеллектуальные нагрузки						
1.1	Содержание работы			+		
1.2	Восприятие сигналов и их оценка			+		
1.3	Распределение функции по степени сложности задания			+		
1.4	Характер выполняемой работы			+		
2. Сенсорные нагрузки						

2.1	Длительность сосредоточенного наблюдения		+			
2.2	Плотность сигналов за 1 час работы	+				
2.3	Число объектов одновременного наблюдения	+				
2.4	Размер объекта различения при длительности сосредоточенного внимания		+			
2.5	Работа с оптическими приборами при длительности сосредоточенного наблюдения	+				
2.6	Наблюдение за экраном видеотерминала	+				
2.7	Нагрузка на слуховой анализатор			+		
2.8	Нагрузка на голосовой аппарат	+				
3. Эмоциональные нагрузки						
3.1	Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки				+	
3.2	Степень риска для собственной жизни	+				
3.3	Ответственность за безопасность других лиц	+				
3.4	Количество конфликтных производственных ситуаций за смену			+		
4. Монотонность нагрузок						
4.1	Число элементов, необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций		+			
4.2	Продолжительность выполнения простых заданий или повторяющихся операций	+				

4.3	Время активных действий	+				
4.4	Монотонность производственной обстановки	+				
5. Режим работы						
5.1	Фактическая продолжительность рабочего дня		+			
5.2	Сменность работы			+		
5.3	Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность			+		
Количество показателей в каждом классе		10	4	8	1	
Общая оценка напряженности труда					+	

http://sudact.ru/law/r-222006-05-22-gigiena-truda-rukovodstvo-po/prilozhenie-16/1_12/nekotorye-priznaki-slozhnosti-reshaemykh-zadach/