

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна

Должность: проректор по учебной работе

Дата подписания: 10.06.2013 15:20:11

Уникальный программный ключ:

0b817ca911e6668abb13a50426d39e571c11eabb175e9745d14a4851fd856d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

проректор по учебной работе

_____ 2013 г.
«__» _____

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

Тематический материал к лекциям и практическим занятиям по дисциплине «Физиология человека», «Производственная санитария и гигиена труда», «Безопасность жизнедеятельности»,

УДК 658

Составители: Л.В. Шульга, А.Н. Барков

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *Г.П. Тимофеев*

Физиология человека. Словарь терминов и определений
[Текст]: Тематический материал к лекциям и практическим занятиям по дисциплинам «Физиология человека», «Производственная санитария и гигиена труда», «Безопасность жизнедеятельности» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Л.В. Шульга, А.Н. Барков; Курск, 2013. 19 с. Библиогр.:

Приводятся термины и определения, охватывающие все направления физиологических основ жизнедеятельности человека, что способствует улучшению профессиональной подготовки будущих специалистов. Работа предназначена для студентов специальностей 280700.62 Безопасность жизнедеятельности в техносфере, 280100.62 Природообустройство и водопользование, Безопасность жизнедеятельности всех специальностей

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. . Уч.-изд.л. . Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября

ГЛОССАРИЙ

Автоматия сердца (от греч. "автоматос" - самодвижущийся) - свойство сердечной мышцы ритмически сокращаться и расслабляться независимо от сознания.

Адаптация - процесс приспособления организма к меняющимся условиям среды.

Адаптация рецепторов - процесс уменьшения активности рецепторов по мере действия раздражителя с постоянными физическими характеристиками.

Адекватный раздражитель - специфический стимул, к которому рецепторные клетки наиболее чувствительны.

Аденогипофиз - передняя железистая доля гипофиза, в которой образуются белковые гормоны: кортикотропин (АКТГ), тиреотропин (ТТГ), гонадотропины (фолликулостимулирующий и лютеинизирующий гормоны), соматотропин (гормон роста) и пролактин.

Аденозинтрифосфат (аденозинтрифосфорная кислота, АТФ) - высоко-энергетическое соединение, служащее универсальным аккумулятором и распределителем энергии в живых организмах; состоит из аденина, рибозы и трёх остатков фосфорной кислоты.

Адреналин - гормон мозгового вещества надпочечников с физиологическим влиянием, аналогичным действию симпатических нервов

Адренорецепторы - специализированные участки постсинаптической мембраны, предназначенные для взаимодействия с катехоламинами и дофамином; относятся к метаботропным рецепторам

Аксон - отросток тела нейрона, предназначенный для проведения возбуждения от него; имеет относительно постоянный диаметр и заканчивается пресинаптическим окончанием.

Аксонный холмик - конически расширенный участок начала аксона, являющийся интегративной или триггерной зоной, в которой постсинаптические потенциалы преобразуются в потенциалы действия.

Аксон-аксональный синапс - функциональное соединение между окончанием аксона одного нейрона и аксоном другого нейрона.

Аксодендритный синапс - функциональное соединение между окончаниями аксона одного нейрона и дендритами другого нейрона.

Аксосоматический синапс - функциональное соединение между окончаниями аксона одного нейрона и телом другого нейрона.

Активная зона - специализированный участок цитоплазматической мембраны пресинаптического окончания, через который посредством экзоцитоза выделяется нейромедиатор.

Актин - сократительный белок мышечных волокон.

Анаболизм - совокупность процессов синтеза тканевых и клеточных структур, а также необходимых для жизнедеятельности соединений.

Ангиотензин - биологически активный полипептид, повышающий артериальное давление; образуется в крови под влиянием ренина из синтезированного в печени предшественника - ангиотензиногена.

Антагонист - вещество, действующее противоположно нейромедиатору или гормону, либо ослабляющее действие нейромедиатора или гормона.

Афферентный - приносящий, центростремительный: термин используется для характеристики нейронов или проводящих путей, доставляющих сигналы с периферии в ЦНС или к высшему центру переработки информации.

Ацетилхолин - низкомолекулярный медиатор, использующийся в нервно-мышечных синапсах, вегетативной нервной системе и ЦНС.

Ацетилхолинэстераза - фермент, расщепляющий ацетилхолин на холин и ацетат в после использования медиатора в холинэргических синапсах.

Базальные ганглии (синоним: подкорковые ядра) — парные скопления серого вещества, расположенные в глубине больших полушарий мозга. К ним относятся хвостатое ядро и скорлупа, вместе образующие полосатое тело, бледный шар и субталамическое ядро. Вместе с функционально связанной с ними чёрной субстанцией среднего мозга базальные ганглии необходимы для регуляции движений.

Барорецепторы - специализированная группа механорецепторов, расположенных в рефлексогенных зонах

кровеносных сосудов (особенно в дуге аорты) и изменяющих свою активность в зависимости от степени растяжения сосудов кровью.

Биоэлектрические потенциалы - электрические потенциалы, возникающие в живых системах в результате физико-химических процессов разделения положительных и отрицательных зарядов. К ним относятся мембранный потенциал покоя, рецепторный и постсинаптические потенциалы (возбуждающий или тормозной), потенциал действия.

Бодрствование - уровень активности мозга, достаточно высокий для целенаправленного поведения; важнейшими признаками бодрствования являются сознание и мышление.

Боль - неприятное сенсорное и эмоциональное переживание, связанное с истинным или потенциальным повреждением ткани или описываемое в терминах такого повреждения.

Болевые рецепторы (синоним: ноцицепторы) - функционально выделяемая группа высокопороговых тканевых рецепторов, возбуждение которых при действии сильных раздражителей (температурных, механических, химических) приводит к возникновению боли.

Бродмана поля - цитоархитектоническое деление коры больших полушарий на 52 поля, многие из которых связаны с определённой функцией (например, 17 поле — первичная зрительная кора, 4 поле — первичная моторная кора и т.д.).

Вегетативная нервная система (синоним: автономная нервная система) - часть нервной системы, иннервирующая гладкие мышцы внутренних органов и кровеносных сосудов, сердце, кожу и внешнесекреторные железы; подразделяется на симпатический и парасимпатический отделы.

Вегетативный ганглий - скопление тел постганглионарных нейронов вегетативной нервной системы, а также дивергирующих и конвергирующих к ним волокон преганглионарных нейронов, в качестве медиатора использующих ацетилхолин. Различают симпатические ганглии (симпатический ствол, крупные нервные сплетения в грудной и брюшной полости) и парасимпатические, которые расположены поблизости от иннервируемых органов или непосредственно в них.

Вестибулярные рецепторы — группа специализированных механорецепторов, расположенных в лабиринте внутреннего уха и

возбуждающихся вследствие изменения положения головы или перемещения тела.

Вестибулярные ядра — находящиеся в продолговатом мозгу скопления тел нейронов, получающих информацию от вестибулярных рецепторов. Участвуют в распределении тонуса мышц, поддерживающих позу.

Висцерорецепторы - подкласс интерорецепторов, расположенных во внутренних органах, включающий центральные и периферические хемо-, осмо-и барорецепторы.

Внешняя секреция - выделение продуктов секреции железы через протоки на поверхность кожи, слизистой оболочки либо в полость (желудок, кишечник, носоглотка). Внешнесекреторной функцией обладают пищеварительные, потовые, сальные, слёзные и половые железы.

Внутренняя секреция - выделение специализированными клетками гормонов в межклеточное пространство, а оттуда в кровь. Наряду с компактными эндокринными железами типа надпочечников или аденогипофиза к внутренней секреции способны отдельные диффузно расположенные клетки или группы таких клеток.

Водно-солевой обмен - совокупность процессов распределения воды и электролитов между вне- и внутриклеточными пространствами организма, а также между организмом и внешней средой.

Возбудимость - способность живых клеток отвечать на изменения внешней среды характерной для них активной реакцией возбуждения — генерацией потенциала действия. Мерой возбудимости является наименьшая сила раздражителя, способная возбудить клетку: такая сила называется пороговой.

Возбуждающий постсинаптический потенциал (ВПСП) - локальная деполяризация постсинаптической мембраны, обусловленная присоединением молекул медиатора к рецепторным участкам хемозависимых каналов; величина ВПСП градуально зависит от количества молекул медиатора, связавшихся с рецепторами.

Волюморорецепторы - группа тканевых механорецепторов сосудистого русла, активирующихся при снижении объёма циркулирующей крови.

«Всё или ничего» закон - эмпирически установленное правило, по которому клетка отвечает максимальной реакцией (образование потенциала действия) на действие порогового или надпорогового раздражителя, а на действие подпорогового раздражителя не даёт ответа.

Гамма-аминомасляная кислота (ГАМК) - важнейший низкомолекулярный тормозной нейромедиатор в центральной нервной системе, взаимодействующий как с ионотропными, так и с метаботропными рецепторами.

Ганглий - нервный узел, ограниченное скопление нейронов и нервных волокон, расположенное по ходу нерва и окружённое соединительнотканной капсулой.

Гематоэнцефалический барьер - физиологический механизм отбора веществ, способных проникнуть из крови в ликвор; определяется особенностями строения кровеносных капилляров и участием астроцитов, выполняет защитную и регулирующую функцию.

Ген - наименьший участок хромосомы, обуславливающий синтез определённого белка.

Гиперполяризация - увеличение значения мембранного потенциала, обычно приводящее к уменьшению возбудимости клетки.

Гипоталамус (синоним: подбугорье) - область промежуточного мозга, расположенная книзу от таламуса, высший центр регуляции вегетативных функций, важнейшая мотивационная структура мозга.

Гипофиз - железа внутренней секреции, функционально связанная с гипоталамусом и вырабатывающая пептидные гормоны.

Гиппокамп - парное образование, часть старой коры большого мозга, относящаяся к лимбической системе; роль гиппокампа связывают с формированием эмоций, а также с процессом научения и образования энграмм памяти.

Глия - один из двух типов клеток, встречающихся в центральной нервной системе; у позвоночных количество клеток глии в 10-50 раз превышает количество.

Глюкагон - пептидный гормон поджелудочной железы, повышающий уровень глюкозы в крови.

Глюкокортикоиды гормоны коры надпочечников кортизол и кортикостерон.

Гомеостаз - совокупность процессов, обеспечивающих поддержание или восстановление постоянства внутренней среды организма.

Гормоны - биологически активные вещества, которые выделяются в кровь железами внутренней секреции, группами клеток или отдельными клетками и специфически действуют на другие клетки.

Гуморальная регуляция - регуляция жизнедеятельности органов и систем, осуществляемая биологически активными веществами, растворёнными в жидких средах организма.

Давление онкотическое - часть осмотического давления, создаваемая растворёнными в жидкостях организма белками.

Давление осмотическое - сила, вызывающая движение растворителя (молекул воды) через полупроницаемую мембрану из области меньшей в область большей концентрации растворённого вещества.

Двигательная единица - группа мышечных волокон и мотонейрон, который их иннервирует.

Двигательная кора (синоним: моторная кора) - включает дорсолатеральную префронтальную область, осуществляющую планирование предстоящих действий, премоторные или вторичные моторные области (премоторная кора и добавочный моторный ареал), создающие конкретный план действий, а также находящуюся в прецентральных извилинах первичную моторную кору, непосредственно управляющую движениями противоположной стороны тела.

Двигательные ядра ствола - совокупности нервных клеток (вестибулярные, красные ядра, ретикулярная формация), модулирующие активность интернейронов и мотонейронов спинного мозга при выборе и сохранении необходимой позы и осуществлении всех видов движений.

Декортикация - удаление или функциональное выключение коры больших полушарий мозга.

Дендрит(-ы) - сильно ветвящиеся отростки нейрона, представляющие область формирования входных сигналов

Денервация - нарушение иннервации путём перерезки или повреждения нервов, иннервирующих тот или иной орган.

Деполаризация — уменьшение величины мембранного потенциала клетки, обусловленное вхождением в неё положительных зарядов.

Дивергенция — вариант взаимодействия нейронов, при котором одна пресинаптическая клетка ветвями своего аксона образует синапсы с несколькими постсинаптическими нейронами.

ДНК- дезоксирибонуклеиновая кислота: содержащийся в клеточном ядре биополимер, кодирующий информацию о синтезе белка и определяющий наследственную передачу признаков и свойств организма.

Доминанта — временно преобладающая над другими функциональная система мозга («очаг возбуждения»).

Доминирование полушария - относительное преобладание функциональной активности одного из полушарий головного мозга в их совместной деятельности.

Дыхательный центр — система взаимосвязанных нейронов, управляющих процессом внешнего дыхания и находящихся в ретикулярной формации ствола.

Железа потовая — трубчатая железа, расположенная в толще кожи; потовые железы участвуют в терморегуляции и регуляции водно-солевого обмена, их деятельность контролируется симпатическим отделом вегетативной нервной системы.

Железы слюнные — три пары внешнесекреторных желёз (околоушные, подчелюстные, подъязычные), продуцирующие слюну в полость рта. Желудочки головного мозга — полости головного мозга, наполненные ликвором; различают боковые (первый и второй), третий и четвёртый желудочки.

Инсулин - пептидный гормон поджелудочной железы, понижающий уровень сахара в крови, способствующий утилизации глюкозы и синтезу углеводов, жиров и белков в клетках

Интернейроны - одна из трёх функциональных разновидностей нейронов (наряду с сенсорными и эфферентными), преобладающая в центральной нервной системе.

Интерорецепторы - многочисленная группа рецепторов, расположенных во внутренних органах, тканях и сосудистом русле и возбуждающихся при изменениях каких-либо параметров внутренней среды организма.

Интрафузальные волокна специализированные мышечные волокна, находящиеся в веретёнах и содержащие чувствительные нервные окончания - проприоцепторы, которые возбуждаются при сокращении этих волокон и при растяжении мышцы.

Каналы ионные - трансмембранные белки, обеспечивающие пассивный ток ионов через клеточную мембрану; в нервной клетке ток ионов через каналы создаёт мембранный потенциал, а также приводит к её возбуждению. Большинство каналов различаются избирательной проницаемостью для различных катионов и анионов.

Капилляр - мельчайший кровеносный сосуд, через стенки которого происходит обмен веществ и газов между клетками и кровью; диаметр капилляров от 2 до 20 мкм, их стенки образованы одним слоем эндотелиальных клеток.

Катаболизм - совокупность процессов распада тканевых и клеточных структур, а также расщепления сложных соединений для энергетического или пластического обеспечения жизнедеятельности.

Катехоламины - гормоны мозгового вещества надпочечников, нейромедиаторы симпатического отдела вегетативной нервной системы (адреналин, норадреналин).

Кодирование сенсорное - процесс преобразования информации о внешнем стимуле в последовательность нервных импульсов нейронов сенсорной системы.

Конвергенция способ взаимодействия нейронов, при котором два или несколько пресинаптических нейронов образуют синапсы с одним постсинаптическим нейроном.

Кора ассоциативная - область коры больших полушарий, интегрирующая различную сенсорную и моторную информацию для осуществления произвольных действий. Выделяют три ассоциативных области коры: 1) теменно-височно-затылочную; 2) префронтальную и 3) лимбическую.

Кора больших полушарий - важнейшая составная часть больших полушарий мозга, функционально разделяющаяся на сенсорные, моторные и ассоциативные области.

Кора первичная моторная - расположена в передних центральных извилинах мозга, организована соматотопически, участвует в создании программы конкретных движений.

Кора первичная сенсорная - специализированные регионы коры больших полушарий, осуществляющие первую переработку сенсорной информации в коре; подразделяется на соматосенсорную, зрительную и слуховую кору.

Кора премоторная - является вторичной моторной корой, разделяется на премоторную область и добавочный моторный ареал; участвует в создании плана предстоящих действий.

Корешок спинномозгового нерва - всякий спинномозговой нерв начинается двумя корешками: передним — двигательным и задним — чувствительным, каждый из которых образуют аксоны эфферентных или афферентных нейронов.

Кортизол - гормон коры надпочечников стероидного происхождения, относится к глюкокортикоидом, является основным гормоном стресса.

Кортикостероиды — стероидные гормоны коры надпочечников; подразделяются на глюкокортикоиды (кортизол и кортикостерон) и минералкорти-коиды (альдостерон).

Лабильность - функциональная подвижность клетки, определяемая наибольшей скоростью перехода от покоя к возбуждению и снова к покою; мерой лабильности служит максимальное число потенциалов действия, генерируемых в клетке за единицу времени.

Либерины - нейросекреты некоторых клеток гипоталамуса, выделяющиеся в кровь и стимулирующие образование гормонов передней доли гипофиза

Лиганд - химическое вещество, связывающееся с рецепторным белком мембраны клетки; лигандами являются нейромедиаторы, гормоны, биологически активные вещества и фармацевтические препараты.

Лимбическая система - совокупность функционально связанных друг с другом структур мозга, расположенных в виде кольца в области соединения ствола и полушарий мозга (мамиллярные тела, гиппокамп, миндалины, свод перегородка и прилегающие области древней коры); участвует в формировании мотиваций и эмоций.

Липиды - не растворяющиеся в воде жироподобные вещества, входят в состав биологических мембран, образуют энергетический запас, определяют особенности проведения нервных импульсов и т.д.

Магнитоэнцефалография - метод регистрации слабых магнитных полей, обусловленных биоэлектрической активностью мозга; позволяет получить динамическое пространственное представление об активности определённых регионов мозга.

Медиатор(-ы) (синонимы: нейромедиатор, нейротрансмиттер) - биологически активные вещества, выделяемые нервными окончаниями в качестве химического посредника для передачи сигнала постсинаптической клетке,

Мембрана постсинаптическая - воспринимающая часть синаптического контакта, к которой подходит окончание другой нервной клетки; содержит рецепторные белки со специфической чувствительностью к определённым нейромедиаторам.

Мембрана пресинаптическая - участвующая в образовании синапса часть пресинаптической клетки; через активные зоны пресинаптической мембраны происходит выделение молекул медиатора в синаптическую щель.

Мембранный потенциал - разность электрических зарядов между наружной и внутренней сторонами клеточной мембраны.

Метаболиты - промежуточные или конечные продукты обмена веществ, образующиеся в результате биохимических реакций внутри клетки.

Механорецепторы чувствительные и нервные окончания, в которых электрический ответ возникает в результате с механического смещения или деформации рецепторного участка.

Миелин - жироподобное вещество со свойствами диэлектрика, образующее изолирующую оболочку вокруг большинства нервных волокон.

Микроглия - способные к передвижению и фагоцитозу клетки глии; происходят из проникающих в мозг через стенки капилляров моноцитов крови.

Миозин - сократительный белок мышечных волокон.

Митохондрии - клеточные органеллы, содержащие ферменты системы переноса электронов и окислительного фосфорилирования, которые обеспечивают продукцию и накопление энергии, необходимой для жизнедеятельности клетки.

Модальность - совокупность сходных сенсорных ощущений, обеспечиваемых активацией определённой сенсорной системы.

Мозжечок - примыкающий сзади к стволу отдел головного мозга, участвующий в координации движений, регуляции мышечного тонуса, сохранении позы и равновесия тела.

Мозолистое тело - толстый пучок нервных волокон, соединяющий полушария мозга и обеспечивающий их совместную деятельность.

Мост - часть ствола мозга, расположенная роstralно от продолговатого мозга и содержащая важные проводящие двигательные и чувствительные пути.

Мотивация - физиологический механизм активирования хранящихся в памяти следов (энграмм) тех внешних объектов, которые способны удовлетворить имеющуюся у организма потребность, и тех действий, которые могут привести к её удовлетворению.

Мотивационная система - функционально связанные области мозга, деятельность которых способна привести к удовлетворению потребности; включает в себя дофаминэргические структуры мозга, от активности которых зависит получение удовольствия.

Мотонейрон (-ы) - эфферентные нейроны, переносящие информацию из центральной нервной системы к скелетным мышцам. Подразделяются на α -мотонейроны, иннервирующие экстрафузальные мышечные волокна и обеспечивающие сокращения мышцы, и γ -мотонейроны, иннервирующие интрафузальные волокна, являющиеся рецепторами растяжения мышц — с их помощью регулируется длина мышцы.

Моторная система - функционально связанные области мозга, обеспечивающие планирование, программирование и регуляцию движений. Встречается расширительное использование понятия, при котором к двигательной функции присоединяется любая другая эфферентная деятельность, включая вегетативную регуляцию.

Мышечное веретено - соединительнотканная капсула, внутри которой находятся видоизменённые мышечные волокна (интрафузальные), соединенные с чувствительными окончаниями и являющиеся рецепторами растяжения мышцы.

Мышечное волокно - функциональная единица поперечнополосатой мышцы, образованная слиянием многих клеток; содержит большое количество миофибрилл, создающих характерную поперечную исчерченность и обеспечивающих сокращения мышцы.

Мышечный тонус постоянно поддерживаемое небольшое сокращение мышц, определяющее их сопротивление давлению и растяжению, а также способствующее поддержанию определённой позы.

Насос натрий-калиевый - трансмембранный белок, переносящий через клеточную мембрану ионы натрия и калия против электрохимических градиентов; за один цикл работы насос выносит из клетки три иона натрия и вносит в клетку два иона калия, используя для этого энергию одной молекулы АТФ

Нейрогипофиз - задняя доля гипофиза, в которой заканчиваются аксоны нейросекреторных клеток супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса, выделяющие в кровь свои нейрогормоны: вазопрессин и окситоцин.

Нейрон (-ы) (синоним: нервная клетка) - один из двух классов клеток, представленных в мозгу и отличающихся способностью получать, перерабатывать и передавать информацию в форме биоэлектрических сигналов.

Нейронная теория - теория, рассматривающая отдельные нейроны на основе фундаментальных принципов переноса сигналов в нервной системе.

Нерв - совокупность нервных волокон проводящих электрические сигналы от рецепторов в центральную нервную систему или от центральной нервной системы к эффекторам.

Нервно-мышечный синапс — место иннервации мышцы, образуемое окончаниями аксона мотонейрона и концевой пластинкой, являющейся постсинаптической мембраной.

Нервный импульс — потенциал действия, распространяющийся по нервному волокну благодаря возбуждению его мембраны.

Нервный центр - сочетание нейронов, связанных друг с другом синапсами и согласованно включающихся в регуляцию определённой функции или в осуществление рефлекторного акта.

Норадреналин — низкомолекулярный медиатор симпатического отдела вегетативной нервной системы; наряду с адреналином выделяется мозговым веществом надпочечников в качестве гормона.

Ноцицептор(-ы) (синоним: болевые рецепторы) — свободные нервные окончания сенсорных нейронов, чувствительные к

повреждающим раздражителям; отличаются высоким порогом реакции.

Обратная связь — механизм непрерывного слежения за величиной какого-либо параметра, позволяющий точно и своевременно регулировать его в случае отклонения от заданного значения.

Общий адаптационный синдром (используется наряду с понятием стресс) — неспецифическая приспособительная нейрогуморальная реакция организма на действие неадекватных факторов (стрессоров) внешней среды; в соответствии с теорией Ганса Селье подразделяется на три фазы: тревоги, резистентности и истощения.

Общий конечный путь — принцип организации эффекторной реакции, основанный на конвергенции различных проводящих путей к одной и той же эфферентной клетке (мотонейрону).

Ориентировочный рефлекс — ответная реакция на изменения окружающей среды, состоящая из приспособительных действий для наилучшего восприятия раздражителя (поворот головы, глаз, тела в его сторону, прислушивание, принюхивание и т.п.); в терминологии И. П. Павлова «рефлекс что такое?».

Осморецептор (-ы) — разновидность интерорецепторов, отличающаяся избирательной чувствительностью к изменениям осмолярности тканевой жидкости и крови.

Осмоз — транспорт растворителя из области меньшей концентрации в область большей концентрации растворённого вещества через полупроницаемую мембрану (например, клеточную).

Память - способность живых систем к приобретению и использованию опыта. В зависимости от длительности хранения память подразделяется на кратковременную и долговременную.

Парасимпатическая нервная система - часть вегетативной нервной системы, функцией которой является поддержание постоянства внутренней среды организма на протяжении длительного времени, восстановительные процессы и запасание энергии (трофотропная функция).

Перехваты Ранвье повторяющиеся через регулярные промежутки участки аксона, свободные от миелинового покрытия; служат для быстрого, сальтаторного (скачкообразного) проведения возбуждения.

Периферическая нервная система - ганглии и нервы, находящиеся вне головного и спинного мозга, т.е. за пределами центральной нервной системы; разделяется на соматическую и вегетативную части.

Пластичность - способность нервных элементов к перестройке функциональных свойств под влиянием длительных внешних воздействий или при очаговых повреждениях нервной ткани.

Поведение - форма жизнедеятельности человека и животных, которая изменяет вероятность и продолжительность контакта с внешним объектом, способным удовлетворить имеющуюся у организма потребность.

Поджелудочная железа - железа пищеварительной системы, обладающая одновременно экзокринными и эндокринными функциями; в её эндокринных клетках образуются гормоны инсулин и глюкагон.

Поза - фиксированное положение тела или его отдельных частей в условиях гравитационного поля Земли; служит исходным моментом для движения.

Полиграфия - одновременная регистрация нескольких физиологических параметров (биоэлектрическая активность мозга, сердца, мышц, частота сокращений сердца и частота дыхания, величина артериального давления, характер потоотделения и т.д.)

Поляризация мембраны - обусловленное током ионов через каналы неравенство электрических зарядов на разных сторонах мембраны.

Порог — минимальная сила раздражителя, вызывающая специфическую ответную реакцию.

Постсинаптический потенциал (ПСП) - локальное градуальное изменение мембранного потенциала клетки, возникающее при действии на неё входного сигнала (нейротрансммиттера); различают возбуждающий ПСП (деполяризующий) и тормозной ПСП (гиперполяризующий).

Потенциал действия - кратковременная деполяризация мембраны, возникающая по принципу «всё или ничего», со столь же быстрой последующей реполяризацией; имеет амплитуду около 100 мВ, возникает в интегративной зоне и проводится по аксону до его окончания.

Потенциал покоя - трансмембранная разность потенциалов в состоянии физиологического покоя мембраны; преобладание

отрицательных зарядов на внутренней стороне клеточной мембраны обусловлено диффузией катионов калия из клетки по концентрационному градиенту; величина потенциала покоя у различных нейронов варьирует от -40 до 80 мВ, в среднем около -65 мВ.

Потребность - специфическая сила живых организмов, обеспечивающая их связь с внешней средой для самосохранения и саморазвития; потребности подразделяются на витальные (биологические), социальные и идеальные.

Проводимость - способность живых тканей проводить возбуждение вдоль своих структур.

Проводящая система сердца - совокупность образований атипичической мускулатуры (узлов, пучков, волокон), обладающих способностью генерировать возбуждение и проводить его ко всем отделам сердечной мышцы, обеспечивая их координированные сокращения.

Проводящие пути центральной нервной системы - тесно расположенные одно возле другого нервные волокна, соединяющие различные отделы ЦНС, объединённые в системы, характеризующиеся общностью морфологического строения и функции.

Промежуточный мозг (diencephalon) часть ствола мозга, включающая таламус, гипоталамус, латеральное и медиальное коленчатые тела, эпиталамус.

Проприоцептор (-ы) - механорецепторы, обеспечивающие получение информации о положении различных частей тела; разделяются на рецепторы мышечных веретён, сухожильные рецепторы Гольджи и суставные рецепторы.

Раздражимость - способность живых тканей переходить из состояния физиологического покоя в состояние активности под влиянием определённых факторов внешней или внутренней среды (раздражителей).

Раздражитель (-и) - факторы внешней или внутренней среды и их изменения, которые оказывают на чувствительные окончания (рецепторы) влияние, изменяющее их активность.

Разряд - синоним термина «потенциал действия», используемый для описания импульсной активности нейронов.

Реакция - ответ организма на те или иные внешние или внутренние раздражения.

Резистентность (синоним: сопротивляемость) - устойчивость организма к действию повреждающих факторов среды; обеспечивается механизмами гомеостатического регулирования.

Ретикулярная формация - совокупность структур, занимающих центральную область ствола; получает афферентную информацию от сенсорных проводящих путей, играет важную роль в механизмах сна и бодрствования, контролирует рефлекторную деятельность спинного мозга, участвует в регуляции вегетативных функций.

Рефлекс - закономерная целостная стереотипная реакция организма в ответ на изменения внешней или внутренней среды, которая осуществляется при обязательном участии центральной нервной системы, примерно одинаково проявляется у всех представителей вида и возникает на генетически предопределённом взаимодействии афферентных нейронов с интернейронами и эфферентными нейронами, образующими рефлекторную дугу.

Рефлекторная дуга — совокупность элементов, необходимых для осуществления рефлекса; состоит из рецепторов, афферентных нейронов, интернейронов, эфферентных нейронов и эффекторов (рабочих органов).

Рефрактерность - возникающее во время возбуждения и следующее за ним кратковременное состояние временной невозбудимости мембраны и инактивации натриевых каналов; в связи с этим возникновение нового потенциала действия невозможно или затруднено.

Рецептивное поле - область, занимаемая совокупностью всех рецепторов, стимуляция которых приводит к возбуждению определённого сенсорного нейрона (например, часть поверхности кожи или сетчатки глаза).

Рецептор (-ы) - 1) высокоспециализированное образование, способное воспринять, трансформировать и передать энергию внешнего стимула в нервную систему и 2) мембранные белки, имеющие участки, специфически связывающие определённые молекулы (нейромедиаторы, гормоны, биологически активные вещества).

Рецепторный потенциал - локальное изменение мембранного потенциала рецепторной клетки (первичного сенсорного нейрона), возникающее при действии раздражителя и распространяющееся пассивно.

Секрет - специфический продукт жизнедеятельности клетки, выполняющий определённую функцию и выделяющийся на поверхность эпителия или во внутреннюю среду организма.

Секреция - процесс образования в клетке специфического продукта определённого функционального назначения и последующего его выделения из клетки.

Сенсорная система - совокупность определённых структур центральной нервной системы, связанных нервными путями с рецепторным аппаратом и друг с другом, функцией которых является анализ раздражений одинаковой физической природы, который завершается кодированием внешнего сигнала.

Серотонин - биологически активное соединение из группы биогенных аминов; служит нейромедиатором, стимулирует перистальтику кишечника, действует на гладкую мускулатуру некоторых сосудов, участвует в развитии аллергических реакций.

Симпатическая нервная система - часть вегетативной нервной системы, управляющая реакциями борьбы и бегства; тела преганглионарных нейронов расположены в боковых рогах грудного отдела и 2-3 верхних сегментах поясничного отдела спинного мозга.

Симпатоадреналовая реакция - немедленный ответ на действие стрессоров, который обеспечивается увеличением активности симпатической нервной системы и повышенным выделением катехоламинов из мозгового вещества надпочечников, что приводит к быстрой мобилизации энергоресурсов, необходимых для реакций борьбы и бегства; если в результате симпатоадреналовой реакции угроза нарушения гомеостаза не устраняется, то развивается стресс, формированию которого способствуют катехоламины.

Синапс - область функционального соединения одного нейрона с другим или нейрона с эффектором, где происходит передача нервных сигналов от одной клетки к другой.

Синапс химический - синапс, в котором из окончания пресинаптического нейрона выделяется нейромедиатор, связывающийся со специфическими рецепторами постсинаптической клетки; вследствие этого возникает возбуждающий или тормозной постсинаптический потенциал.

Синапс электрический - соединение пресинаптического и постсинаптического нейронов с помощью особой разновидности ионных каналов, через которые происходит ток положительных зарядов, деполяризующих постсинаптическую мембрану.

Синаптическая бляшка - утолщение на конце каждой ветви аксона пресинаптической клетки; в нём содержатся секреторные пузырьки с медиатором.

Синаптическая щель - узкое пространство между синаптической бляшкой и постсинаптической мембраной, заполненное жидкостью, напоминающей по составу плазму крови; ширина синаптической щели в химических синапсах 20-40 нм, в электрических - 2-4 нм.

Соматотопия - принцип соответствия между пространственным распределением рецептивных полей и воспринимающими и перерабатывающими афферентную информацию областями переключательных ядер и соматосенсорной коры (принцип экранной проекции, «точка в точку»).

Спинальный мозг - наиболее древний отдел центральной нервной системы, расположенный в позвоночном канале и имеющий сегментарное строение.

Спинальная жидкость (синонимы: цереброспинальная жидкость, ликвор) - прозрачная жидкость, заполняющая желудочки мозга, центральный канал спинного мозга и пространство между оболочками мозга; содержит значительно меньше белка, чем плазма крови; поддерживает постоянство осмотического давления, защищает мозг от механических повреждений.

Средний мозг - часть мозга, расположенная ретроградно от моста, включающая в себя ножки мозга и четверохолмие; содержит красное ядро, чёрную субстанцию; участвует в осуществлении многих моторных и сенсорных функций.

Стебель мозга - часть мозга, расположенная между спинным мозгом и полушариями; включает продолговатый мозг, мост и средний мозг.

Стереотаксический метод - точное введение микроэлектродов, микропипеток в глубокие структуры мозга на основе трёхмерной модели, представляющей пространственное расположение отдельных подкорковых структур.

Стресс - совокупность всех неспецифических изменений, возникающих под влиянием любых сильных воздействий (стрессоров) и сопровождающихся перестройкой защитных систем организма; при длительном действии стрессоров развивается адаптационный синдром, характеризующийся увеличенной продукцией гормонов гипофиза и коры надпочечников.

Стресс психоэмоциональный - разновидность стресса, возникающая при воздействии факторов информационной природы, связанных с характером деятельности, межличностными отношениями, необходимостью альтернативного выбора.

Стрессор (-ы) - факторы, вызывающие стресс: тяжёлая работа, охлаждение, перегревание, боль, недостаток кислорода во вдыхаемом воздухе, лишение пищи, воды, переживание угрозы безопасности, межличностные конфликты, утрата близкого человека и т.п.

Суммация временная (синоним: последовательная суммация) - увеличение амплитуды постсинаптического потенциала вследствие ритмического возбуждения пресинаптического нейрона через короткие промежутки времени.

Суммация пространственная - сложение небольших постсинаптических потенциалов, возникающих в нескольких регионах нейрона и пассивно распространяющихся к интегративной зоне, где общая сумма сдвигов достигает в итоге критического уровня деполяризации; обычно происходит в результате конвергенции афферентных сигналов к одной клетке.

Сухожильный рефлекс - рефлекторное сокращение мышцы в ответ на растяжение; обеспечивается моносинаптической рефлекторной дугой.

Тактильные рецепторы - расположенные в коже механорецепторы, возбуждающиеся при внешних механических воздействиях (прикосновение, давление). Таламус (синоним: зрительный бугор) - парное образование, отдел промежуточного мозга, где происходит переключение большинства афферентных сигналов, передающихся к коре мозга.

Терморегуляция - поддержание температуры тела в пределах ограниченного диапазона при изменении уровня внутреннего теплообразования и температуры окружающей среды; обеспечивается средствами гомеостатического и поведенческого регулирования.

Терморцептор (-ы) - чувствительные окончания в коже и внутренних органах, реагирующие на изменения температуры окружающей среды (периферические терморцепторы), а также группа клеток медиальной преоптической области гипоталамуса, избирательно реагирующих на локальные изменения температуры (центральные терморцепторы).

Тетанус — сильное и длительное сокращение мышцы, наблюдающееся при высокочастотной ритмической активности мотонейронов.

Тироксин (синоним: тетраiodтиронин) содержащий йод гормон щитовидной железы, ускоряющий окислительные реакции в организме.

Тонус вегетативных нервов - наблюдающаяся у многих вегетативных нейронов фоновая спонтанная активность, способность самопроизвольно генерировать потенциалы действия в условиях покоя.

Тонус мышц — состояние частичного сокращения мышцы, при котором ее напряжение не производит движение; обеспечивается активностью нервной системы.

Торможение - местный процесс, приводящий к угнетению или предупреждению возбуждения; не может активно распространяться по нервным структурам.

Тормозные нейроны - интернейроны, вызывающие гиперполяризацию постсинаптических клеток и осуществляющие постсинаптическое или пре-синаптическое торможение.

Транспорт через мембрану - перемещение веществ в клетку или из неё; различают осуществляемый за счёт энергии какого-либо градиента пассивный транспорт (диффузия, осмос, фильтрация) и активный транспорт — перенос веществ против градиентов за счёт энергии метаболических процессов.

Условный рефлекс — закономерная реакция организма на ранее индифферентный (безразличный) раздражитель, воспроизводящая безусловный рефлекс (классический или павловский условный рефлекс), или движение, являющееся необходимым условием подкрепления (инструментальный или оперантный условный рефлекс); приобретается в процессе индивидуального опыта на основе имплицитной памяти о сочетании двух раздражителей.

Фермент - биологический катализатор белковой природы, ускоряющий определённую химическую реакцию.

Физиология - наука, изучающая жизнедеятельность организма и его частей (систем, органов, тканей, клеток), выявляющая причины, механизмы и закономерности жизнедеятельности организма и взаимодействия его с окружающей средой.

Фоторецептор (-ы) - первичночувствующие фоточувствительные клетки сетчатки (палочки и колбочки), преобразующие световую энергию в химические изменения, а затем в электрическую активность.

Функциональная асимметрия полушарий - неравнозначность функций правого и левого полушарий головного мозга.

Функциональная система - динамически саморегулирующаяся организация, все составные элементы которой взаимодействуют друг с другом для получения полезного приспособительного результата.

Хеморецепция - восприятие какого-либо химического раздражителя и трансформация его воздействия в электрический сигнал; осуществляется периферическими и центральными хеморецепторами.

Холинорецепторы - мембранные рецепторы, чувствительные к ацетилхолину; подразделяются на ионотропные Н-холинорецепторы (никотинчувствительные) и метаботропные М-холинорецепторы (мускаринчувствительные).

Центральная нервная система - часть нервной системы, состоящая из головного и спинного мозга.

Центробежные волокна (синоним: эфферентные) нервные волокна, проводящие возбуждение из центральной нервной системы к эффекторам (мышцы, железы).

Центростремительные волокна (синоним: афферентные, чувствительные) - нервные волокна, проводящие возбуждение от периферических рецепторов в центральную нервную систему; образованы отростками клеток, находящихся в спинальных ганглиях.

Черепномозговые нервы - 12 пар нервов, соединённых своими корешками со стволом мозга; иннервируют мышцы головы и шеи, а также содержат чувствительные волокна от этих областей тела, от внутренних органов и кровеносных сосудов.

Чувствительность - способность живых организмов реагировать на различного рода раздражители, исходящие из внешней и внутренней среды, с целью формирования адаптивных поведенческих реакций.

Шванновские клетки — разновидность клеток глии; создают миелиновую оболочку отростков нейронов периферической нервной системы.

Экзоцитоз - распространённый механизм внешней и внутренней секреции, при котором секреторные гранулы приближаются к внутренней поверхности клеточной мембраны, сливаются с ней, а затем выбрасывают содержимое гранулы через образующееся отверстие; посредством экзоцитоза выделяются нейромедиаторы и гормоны.

Экспрессия генов - механизм включения процесса считывания генетической информации.

Экстрафузальные мышечные волокна - основные сократительные элементы мышцы.

Электрод - датчик, с помощью которого осуществляется отведение биоэлектрической активности либо стимуляция определённых участков мозга.

Электроэнцефалограмма запись суммарной электрической активности головного мозга.

Эмоция- отражение мозгом человека или животного какой-либо актуальной потребности и вероятности (возможности) её удовлетворения.

Энграмма - материальный субстрат, след памяти о предшествующем опыте.

Эндокринная железа - железа, вырабатывающая специфические вещества (гормоны) и выделяющая их в кровь.

Эндорфины - опиоидные пептиды, выполняющие роль нейромодуляторов.

Энергетическое обеспечение функций - снабжение любых функциональных проявлений клеточных структур энергией, освобождаемой при расщеплении макроэргических фосфатных связей аденозинтрифосфорной кислоты.

Эстрогены - женские половые гормоны стероидного происхождения (эстрадиол, эстрон, эстриол), синтезируемые в яичниках, сетчатой зоне коры надпочечников и в плаценте.

Эффекторы - рабочие органы (различные типы мышц, а также железы), функционирующие под управлением нервной системы и позволяющие организму отвечать на раздражители внешней и внутренней среды.

Эфферентный - выносящий, центробежный; используется для характеристики нейронов, передающих информацию из центральной нервной системы к эффекторам.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



профессор, директор
кафедры учебной работы
А. Кудряшов
2012 г.

Методы оценки физиологических и психофизиологических показателей в физиологии труда

Методические указания к проведению практических занятий
по дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» для студентов
очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность
жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700
«Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность
жизнедеятельности в техносфере»

Курск 2012

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.В. Протасов*

Методы оценки физиологических и психофизиологических показателей в физиологии труда: методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков / Курск, 2012. 18с.: рис. 2. Библиогр.: с. 17.

Излагаются методические рекомендации по оценке физиологических, антропометрических и психофизиологических показателей человека в процессе труда.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 02.12. Формат 60x84 1/16.
Усл. печ. л. 1. Уч.-изд. л. 09. Тираж 30 экз. Заказ 359. Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: ознакомиться с методами и методиками оценки физиологических, антропометрических и психофизиологических показателей человека в процессе труда.

Общие положения

Физиология труда человека – одна из наиболее сложных и в то же время развивающихся отраслей физиологии. Ее сложность обусловлена двумя обстоятельствами. С одной стороны, на нее постоянно влияет развитие общества и общественные средства производства, в силу чего она должна находить ответ на практические задачи, решая проблемы, связанные с приспособлением человека к орудиям и средствам производства и с необходимостью обеспечения эффективности деятельности. С другой – труд как высшая форма деятельности человека требует знания всех разделов физиологической науки, так как без ее основополагающих установок и законов невозможна не только оценка будущего состояния человека, но и простая диагностика возможности или невозможности участия в производстве.

Трудность решения проблем теоретического и прикладного характера усугубляется тем, что физиологические функции в процессе труда находятся в постоянной динамике, зависящей от наличных характеристик человека, его резервов, психических функций, таких как мотивы, установки, потребности и др., и от характера деятельности. Кроме этого на их динамику существенное влияние оказывают и условия трудовой деятельности. В результате в организме формируются различные т. н. функциональные состояния, соответствующие тому или иному виду деятельности человека. Описывая функциональное состояние как целостную реакцию организма, в качестве основных элементарных структур или звеньев системы выделяются функции и процессы разных уровней: физиологического, психологического и поведенческого. На физиологическом уровне особое место занимают структуры, обеспечивающие двигательный и вегетативный компоненты состояния. На психологическом уровне состояние описывается характеристиками основных психических процессов — восприятия, внимания, памяти, мышления, особенностями эмоционально-волевой регуляции, отражением в субъективных переживаниях и симптомах. Для поведенческого уровня ведущими являются точностные и скоростные характеристики

выполняемых действия, однако существенную роль играют и качественные особенности реализации деятельности со стороны двигательного и речевого поведения. Функциональное состояние формируется благодаря совместному функционированию описанных звеньев системы, поэтому конкретные проявления деятельности отдельных элементарных структур всегда взаимообусловлены.

Основная задача физиологии труда заключается в изучении изменений функционального состояния организма работающего человека, его физиологических функций, под влиянием выполняемой работы с учетом состояния санитарно-гигиенических условий на рабочем месте. Главная практическая задача физиологии труда заключается в физиологическом обосновании научной организации труда для поддержания высокого уровня работоспособности человека в процессе трудовой деятельности и последующего обоснования и создания для него оптимальных условий труда и режимов труда и отдыха.

При исследованиях в условиях производства физиологами изучаются различные физиологические процессы – дыхание, кровообращение, пищеварение, функции высшей нервной деятельности, сенсорные и двигательные процессы, а также активационные реакции, обеспечивающие реализацию потенциальных возможностей человека. Это осуществляется обычными физиологическими методами, такими, как регистрация пульса, электрокардиография, определение кровяного давления, частоты и глубины дыхания, количества поглощенного кислорода и выдыхаемой углекислоты, изменения потоотделения и ряда показателей работы органов зрения и слуха. Кроме этого используются методы определения силы, точности, быстроты и координированности рабочих движений, их последовательности, оценки памяти, внимания, эмоциональных реакций и т.п. При этом учитывается взаимосвязь этих реакций и их отношение к эффективности труда. Комплексный подход требует также обязательного учета при расшифровке получаемых данных всех существующих связей человека, включенного в систему «человек – орудие труда – предмет труда – трудовая цель» и действия на его состояние и работоспособность совокупности факторов среды. В физиология труда применяют как лабораторный, так и производственный методы исследования. При лабораторном методе

воспроизводится и изучается влияние лишь части производственных условий на какой-либо элемент или группу элементов рабочих действий. Исследование в производственных условиях учитывает весь комплекс факторов, определяющих состояние человека и показатели его деятельности.

Наиболее общая форма изучения существующих закономерностей – анализ систем и механизмов, поддерживающих в организме гомеостаз, т. е. постоянство состава и свойств внутренней среды и устойчивость функционирования организма, его органов и систем при изменении условий деятельности. Гомеостатическое регулирование обеспечивает постоянную количественную и качественную адекватность ответа организма на изменившиеся внешние и внутренние условия. Такое регулирование может осуществляться на разных уровнях с участием простых или более сложных систем организма, по-разному сочетать их функционирование. Так, для поддержания на постоянном уровне снабжения клеток организма кислородом существуют разнообразные физиологические механизмы, изменяющие деятельность в соответствии с потребностями организма, например могут изменяться ритм сокращений сердца, просвет кровеносных сосудов и др. Для решения практических вопросов в физиология труда обоснована обязательность изучения 4 ключевых состояний систем гомеостатического регулирования: при оперативном покое (состояние готовности организма к деятельности), при переходе от оперативного покоя к состоянию напряжения (усиление имеющихся форм регуляции), затем к состоянию перестройки структуры гомеостата (в регуляцию вовлекаются новые механизмы) и, наконец, при переходе в состояние постепенного распада гомеостатической структуры, как единой системы. Так, по мере увеличения тяжести физической работы вначале происходит некоторое учащение и усиление сокращений сердца, расширяются сосуды работающих мышц и сужаются сосуды пищеварительной системы и кожи (состояние напряжения). Затем из клеток поступает в сосуды жидкость, а из селезенки и печени – дополнительное количество эритроцитов, в мышцах увеличивается число сокращающихся волокон, ранее суженные сосуды кожи расширяются, включается потоотделение, потребление кислорода тканями уменьшается – возрастает т. н. кислородный долг (перестройка гомеостаза). Если физическая нагрузка чрезмерна, сосуды расширяются и не реагируют на управляющие нервные импульсы, нарушается координация дыхания и

кровообращения, ухудшается кровообращение мозга, возникают сердечная слабость, потеря сознания (разрушение гомеостатического регулирования). Знание этих состояний позволяет обосновывать физиологические критерии гигиенического нормирования, определять степень тяжести и вредности труда, регламентировать его режим.

Одно из основных понятий физиологии труда – понятие функционального состояния, т. е. интегрального (единого) комплекса наличных характеристик тех функций и качеств человека, которые прямо или косвенно обуславливают выполнение трудовой деятельности. Исходя из анализа динамики гомеостатического регулирования, выделяют 2 типа функциональных состояний: адекватной мобилизации и динамического рассогласования. Адекватная мобилизация, характерная для тренированного, физически подготовленного человека, определяется напряжением или частичной перестройкой гомеостатического регулирования, направленного на обеспечение деятельности, адекватной поставленным задачам. Динамическое рассогласование характеризуется таким изменением регулирования или его разрушением, которое приводит к нарушению координации функций и снижению эффективности деятельности или к невозможности продолжать работу. Динамическое рассогласование наблюдается при т. н. экстремальных условиях, утомлении, состоянии голода, жажды. Важная роль отводится представлению о стоимости деятельности, т. е. степени расходования и возможности восполнения тех физиологических резервов, которые вовлекаются в процесс деятельности даже при оптимальных условиях. Так, любая физическая работа сопровождается тратой энергии, связанной с расходом запасных веществ, изменением структуры мышечных волокон, уменьшением содержания в них гликогена, солей натрия, калия, кальция, появлением в крови недоокисленных продуктов обмена веществ. Утомление – одно из следствий высокой стоимости деятельности. Физиология труда изучает пути уменьшения стоимости деятельности путем рациональной организации рабочего процесса.

Важная практическая задача современной физиологии труда – составление физиолого-гигиенического паспорта профессии, дающего оценку тяжести, напряженности и вредности труда. Такие паспорта составляются для промышленных, сельскохозяйственных, транспортных и многих других видов труда. Особое внимание уделяется работе человека на конвейерных производствах, где важна

проблема монотонии, т. е. такого труда, при котором долгое время стереотипно повторяется одно и то же движение или небольшая группа движений, или же когда на оператора постоянно действует один и тот же управляющий сигнал. Полученные данные используются не только для регламентации самого труда, но и для разработки методов быстрого приспособления человека к новым для него условиям. Это особенно важно при работе человека в мало освоенных географических районах – Арктике, Антарктиде, зонах пустынь и высокогорья, в космосе и др.

1. Физиологические методы изучения трудовых процессов

В физиологии труда накоплен определенный опыт обработки и анализа физиологических характеристик; имеется также богатый арсенал приборов для проведения физиологических измерений. Некоторое представление об используемых в инженерно-психологической практике физиологических методах дают данные, представленные на рис. 1.

Рассмотрим, не останавливаясь на механизмах возникновения и способах получения и обработки, важнейшие из физиологических характеристик, применяемых в ходе лабораторных и натуральных исследованиях.

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) характеризует спонтанную электрическую активность головного мозга. В спектре ЭЭГ регистрируются несколько видов колебаний: дельта-ритм (частота колебаний 0,5-4,0 Гц), тета-ритм (5,0-7,0 Гц), альфа-ритм (8,0-12,0 Гц), бета-ритм (15,0-35,0 Гц), гамма-ритм (36,0-100,0 Гц). Преобладание низкочастотных колебаний (дельта- и тета-ритм) свидетельствуют о развитии тормозного процесса (сон, ослабление бдительности и внимания, утомление и т.п.). Наличие альфа-волн характеризует состояние нормальной синхронизации основных нервных процессов. Они являются доминирующими у здорового, бодрствующего человека, находящегося в состоянии оперативной готовности к деятельности.

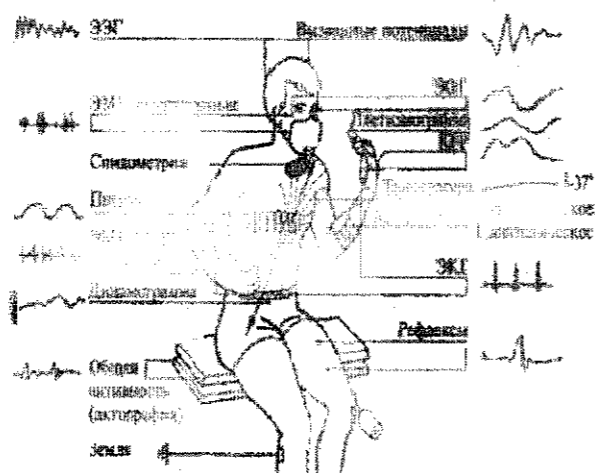


Рис. 1. Физиологические методы, используемые при исследовании деятельности оператора

Преобладание высокочастотных колебаний указывает на процесс возбуждения в коре головного мозга. Это бывает характерным при возникновении психофизиологической напряженности во время работы, свидетельствует о возникновении эмоциональных состояний.

Помимо ЭЭГ биоэлектрическая активность головного мозга характеризуется также вызванными потенциалами (ВП), возникающими в ответ на внешнее воздействие и в относительно строгой связи с ним. Одной из разновидностей ВП является реакция навязывания ритма — следование колебаний потенциала за частотой ритмического раздражителя. Метод ВП используется при изучении восприятия, внимания, интеллекта, функциональной асимметрии мозга.

Электромиограмма (ЭМГ) представляет регистрацию биопотенциалов мышц человека. ЭМГ служит весьма чувствительным объективным показателем включения в динамическую или статическую работу отдельных групп мышц. Такой анализ необходим при изучении рабочей позы и управляющих движений оператора.

С помощью ЭМГ можно регистрировать также утомление человека. При утомлении уменьшается суммарная активность мышц и средняя амплитуда колебаний.

Кожно-гальваническая реакция (КГР) характеризует изменение электрического сопротивления или разности потенциалов кожи. КГР является одним из результативных способов регистрации возникно-

вения эмоциональной напряженности у оператора. При этом наблюдается падение электрического сопротивления кожи или увеличение разности потенциалов между двумя точками кожной поверхности (от 10—30 мВ/см в нормальном состоянии до 100 мВ/см и более при возникновении эмоциональной напряженности).

Электрокардиограмма (ЭКГ) заключается в регистрации электрических явлений, возникающих в сердечной мышце. ЭКГ состоит (рис. 2) из ряда зубцов, характеризующих протекание тех или иных процессов в сердечной мышце, и интервалов между ними. Зубец *R* соответствует моменту возбуждения желудочков сердца, а зубец *T* — моменту выхода их из состояния возбуждения. Интервал *R—R* характеризует длительность сердечного цикла, а интервал *Q—T* соответствует периоду от начала возбуждения желудочков сердца до окончания их возбуждения.

ЭКГ используется для определения напряженности работы оператора. Для этого измеряются: частота сердечных сокращений (ЧСС), систолический и гистографический показатели. Частота сердечных сокращений определяется величиной, обратной продолжительности *R—R* интервалов.

Электроокулограмма (ЭОГ) характеризует электрическую активность глазных мышц. Обычно используется раздельная регистрация вертикальных и горизонтальных движений глаз. При этом знак потенциала ЭОГ указывает направление перемещения взгляда, а его величина — угол перемещения, ЭОГ применяется для анализа работы зрительной системы человека со средствами отображения информации, для анализа распределения и переключения внимания оператора в процессе работы и других целей.

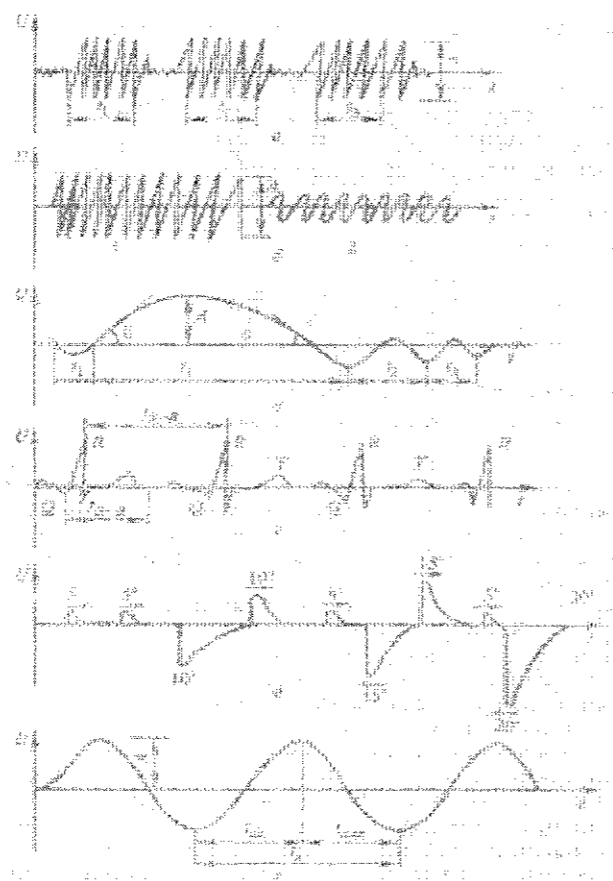


Рис. 2 — Пример записи физиологических характеристик человека: а—электроэнцефалограмма; б—электромиограмма; в—кожно—гальваническая реакция; г—электрокардиограмма; д—электрокулограмма; е—пневмограмма.

Пневмограмма (ПГ) представляет собой запись внешнего дыхания. Она используется для оценки психофизиологической напряженности. В состоянии возбуждения или напряжения частота дыхания увеличивается до 50—60 колебаний в минуту, наблюдается также уменьшение глубины дыхания и укорочение фазы выдоха ($t_{\text{выд}}$) относительно фазы вдоха ($t_{\text{вд}}$).

Речевой ответ (РО) изучается по спектральным и временным характеристикам речи оператора. По изменению интонаций голоса, ко-

торыми сопровождается изменением спектрального состава звуковых колебаний, можно судить о возникновении эмоциональных состояний оператора, напряженности и утомления в его работе. В последнее время получены данные, свидетельствующие о том, что информация об этих состояниях содержится также во временных параметрах РО. Например, При развитии утомления увеличиваются длительность сов и пауз между ними, а также дисперсии.

Помимо показанных на рис. 2. методов для исследования деятельности оператора, используется в ряде случаев еще ряд методов.

Спирометрия (от лат. *spirare* — дышать, выдыхать) представляет метод исследования жизненной емкости легких путем измерения объема выдыхаемого воздуха; этот метод используется для характеристики произвольных сдвигов уровня активации в ходе, например, суточного цикла. Динамометрией определяется мышечное утомление, статическая выносливость, величина волевого усилия. Для оценки динамики функциональных состояний используются, наряду с ЭКГ, такие методики исследования сердечно-сосудистой системы, как пульсометрия, плетизмография, сфигмография, различные разновидности кардиографии (баллистокардиография, фонокардиография, динамокардиография), измерение кровяного давления (венозного и артериального).

Пульсометрия (от лат. *pulsus* — удар, толчок) заключается в измерении частоты пульса. Ее измерение интегрально отражает различные стороны психофизиологического напряжения: мышечного, терморегуляторного, нервно-эмоционального и др. Поэтому частота пульса при осуществлении той или иной деятельности может использоваться для оценки сложности выполняемых трудовых операций. Увеличение частоты пульса наблюдается при мышечной работе, эмоциональном возбуждении и в меньшей степени — при напряженной умственной деятельности. В момент выраженного напряжения частота пульса (частота сердечных сокращений) может достигать 150—180 ударов в минуту.

Плетизмография (от греч. *plethysmos* — увеличение) представляет методику регистрации сосудистых реакций организма и заключается в определении изменения объема органов человека, зависящих от состояния кровеносных сосудов; используется как чувствительный индикатор вегетативных сдвигов при различных реакциях организма.

Сфигмография (от греч. *phugmos* — биение сердца) представляет метод исследования кровяного давления в артериях и ритма сердечной деятельности по биению пульса.

В ряде случаев хорошие результаты дает актография (от лат. *actus* — действие, движение) — метод автоматической регистрации двигательной активности человека во времени. Различают общую и дифференцированную актографию. Первая обеспечивает регистрацию двигательной активности организма в целом (общая активность), вторая — регистрацию специфической двигательной активности (например, тремор). Актография осуществляется при помощи специальных устройств — актографов, в которых движение улавливается специальными датчиками (например, тензодатчиками), а затем преобразуется в регистрируемые электрические или механические сигналы. Актография является хорошим индикатором определения утомления и напряженности оператора, позволяет осуществить в ряде случаев бесконтактный съем информации о его функциональном состоянии.

В практике гигиенических исследований для изучения работоспособности и утомления нервно-мышечного аппарата (НМА) наиболее часто используются динамометрия, треморометрия и электромиография.

Динамометрия представляет собой определение основных показателей произвольной дееспособности отдельных мышечных групп. К ним относятся максимальная произвольная сила (МПС), выносливость к статическим напряжениям и интегральный показатель — максимальная мышечная работоспособность (ММР).

Сила мышцы определяется наибольшим напряжением, которое она может развить. Основными измерительными приборами при этом являются различные виды динамометров — кистевые гидравлический и механический динамометры, ножной динамометр для измерения силы мышц — разгибателей спины. При измерении силы обследуемый осуществляет максимальное воздействие (плавно, без рывков) на соответствующее устройство динамометра. Достигнутая максимальная сила должна быть зафиксирована на 1—2 с.

Выносливость статического напряжения определяется по длительности периода, в течение которого обследуемый удерживает усилие, равное 75 % от МПС. При измерении выносливости исследователь просит поддерживать заданное усилие максимально долго до отказа. Как только обследуемый достигает необходимого уровня усилия,

исследователь включает секундомер и останавливает его в момент отказа поддерживать усилие. Срок удержания усилия (в секундах) и есть показатель статической выносливости.

ММР определяется на основании двух измеренных динамометрических показателей как произведение силы на время удерживания данной силы.

При снижении работоспособности, развитии утомления динамометрические показатели, как правило, снижаются. Величина снижения статической выносливости является одним из показателей степени физического утомления при труде. Оптимальным в процессе обычного рабочего дня является снижение выносливости на 5—10 %, предельно допустимым — на 20 %. Превышение этого уровня указывает на развитие выраженного утомления НМА и служит основанием для проведения мероприятий по снижению трудовой нагрузки путем механизации и автоматизации трудовых операций, изменения норм труда (норм выработки, времени, численности рабочих и т.д.), рационализации режимов труда и отдыха.

Тремометрия представляет собой регистрацию постоянных, непроизвольных мелких колебаний кисти и осуществляется с помощью специального прибора. Анализ треморометрии проводится по амплитуде и частоте колебаний. В используемом в практике гигиенических исследований электротремометре амплитуда отражается числом касаний краев фигурных пазов. При проведении измерений исследователь записывает показания счетчика электротремометра и включает его. По команде исследователя (при этом он запускает секундомер) обследуемый металлической указкой проводит через все фигурные пазы. После выполнения задания секундомер останавливается и вновь регистрируется показание счетчика. Разность в показаниях счетчика в начале эксперимента и конце указывает количество касаний указкой краев паза. Делением значения общего числа касаний на время выполнения теста определяется частота — количество касаний в 1 с.

При развитии утомления тремор усиливается, однако при трактовке результатов исследования необходимо учитывать влияние степени скоординированности напряжения мышц-антагонистов, а также степени скоординированности совместной деятельности зрительного и двигательного анализаторов.

2. Психологические методы исследования труда

В психологии труда наиболее распространены следующие методы.

Метод опроса (анкетирование, устная беседа, интервью).

Наблюдение за ходом рабочего процесса и поведением рабочего в целях выявления соответствия действий, приемов, движений работающего производственным задачам и результатам труда.

Экспериментальные методы, направленные на оценку состояния человека в процессе труда: а) лабораторный эксперимент — моделирование производственной деятельности в лаборатории; б) производственный эксперимент.

Метод психофизиологических тестов для исследования особенностей психических процессов, имеющих значение в производственной деятельности (памяти, внимания, мышления и др.).

Методы оценки личностных особенностей. Большое значение в психологических исследованиях имеет проведение беседы с целью выяснить отношение к труду, переживания работника, его отношение к условиям труда и т.д. Широко используется способ заочной беседы с помощью анкет. Целью наблюдения как метода психологии труда является выявление профессионально значимых особенностей различных психических процессов путем изучения и сопоставления внешних проявлений деятельности человека: мимики, речи, позы, результатов его труда и т.д. Результаты фиксируются в протоколах наблюдения, дополняются рядом способов объективной регистрации — фотографирование, киносъемка, хронометраж и т.д.

Лабораторный эксперимент чаще всего строится по принципу моделирования той деятельности, которая исследуется (пульт управления, кабина водителя и т.д.). Наиболее полным методом психологии труда является естественный или производственный эксперимент, проводимый непосредственно в цехе во время работы на станке, локомотиве, в полете, т.е. в конкретной производственной обстановке.

Метод психофизиологических тестов используется для исследования особенностей личности — памяти, внимания,

мышления и т.д. В настоящее время предложено большое количество таких тестов, в основе которых лежит принцип функциональных нагрузок, предъявляющих требования к тому или иному психическому процессу или его качеству, оценка различных проявлений свойств и отношений личности, лежащих в основе профессиональной успешности (по личностным опросникам или по характеристикам лиц, хорошо знающих данного работника по совместной работе).

3. Основные принципы организации и проведения физиологических и психологических исследований

После ознакомления с производственным участком, цехом и получения общих сведений о технологическом процессе подбираются работники для проведения физиологических исследований. Их группа должна состоять из 10 — 12 человек для получения достоверных данных. Выбранные лица должны составлять однородную группу испытуемых — быть практически здоровыми, иметь стаж работы на данном рабочем месте не менее трех лет. Желательно не включать в эту группу лиц, которые проработали после отпуска меньше месяца.

Исследования проводят не менее двух недель. Если работы ведутся на открытом воздухе, то исследования необходимо проводить, как минимум, дважды в год — в теплый и холодный периоды.

Кратность исследований в течение рабочей смены должна соответствовать периодам работоспособности (вработывание, устойчивая высокая работоспособность, утомление). Изучаемые физиологические функции следует определять не менее пяти раз:

- впервые 10 — 30 мин рабочей смены;
- через 2 — 3 ч работы;
- перед обеденным перерывом;
- через 10 — 20 мин после обеденного перерыва;
- за 20 — 30 мин до окончания рабочего дня.

Если по условиям производства это невозможно, следует ограничиться первыми двумя и последним исследованиями.

Физиологические исследования применяются для изучения функций центральной нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной (внешнее дыхание), нервно-мышечной (двигательного аппарата) систем, а также анализаторов (зрительного, слухового, кожного, обонятельного).

Оценивают показатели либо по их абсолютным величинам (ЧСС, АД, энергозатраты) либо по относительным значениям, выраженным в процентах по отношению к исходному уровню (например, мышечная сила, выносливость, латентные периоды слухо-, зрительно-моторных реакций).

Желательно дополнить физиологическое исследование социологическим — провести анкетирование среди работников с целью выяснения их отношения к работе, существующему режиму труда и внутрисменного отдыха, условиям труда, а также выявления лиц, предъявляющих жалобы на утомление, плохое самочувствие и т.д.

Обязательным компонентом физиологических исследований является хронометраж трудового процесса, рабочих операций в течение смены.

Полученные в ходе исследований результаты статистически обрабатываются с установлением средней величины показателя, ошибки и достоверности разницы показателей.

В итоге физиологических исследований определяют тяжесть и напряженность труда, динамику работоспособности и формулируют соответствующие рекомендации по оптимизации труда и внутрисменного отдыха работников изучаемых профессий и т.д.

Длительность перерыва в физиологических исследованиях до и после внедрения рекомендованного режима труда и отдыха должна быть достаточно продолжительной — не менее трех месяцев. За этот период у работников вырабатывается новый динамический производственный стереотип, только при закреплении которого и может быть выявлена физиологическая и экономическая эффективность предложенных мероприятий.

При исследовании психологии труда изучаются особенности разных видов трудовой деятельности в зависимости от конкретных производственных условий, орудий труда, методов трудового обучения, требований к психологическим качествам работников. Объектами изучения психологии труда является не столько сама трудовая деятельность, сколько личность работника, в частности, его адаптационные возможности, межличностные отношения, профессиональные способности, производственная среда, методы производственного обучения и профессиональной ориентации.

Психология труда включает:

личностные особенности работника (экстра-, интровертность; развитость мышления; интеллект, внимание, память и др.);

психологическую трудовую экспертизу (в целях профориентации и профессионального отбора);

психологию профессионального обучения, объединяющую проблемы изучения и формирования трудовых навыков, обучения и трудового воспитания, формирование навыков психогигиены;

инженерную психологию, разрабатывающую требования к рабочим местам с учетом их соответствия психологическим закономерностям;

психологические рационализацию, организацию и нормирование трудового процесса.

Условия трудовой деятельности требуют максимального учета личностных особенностей работника. Они влияют на интеллектуальные и физиологические функции, увеличивают или уменьшают утомляемость. Выявление этих черт и ранних признаков изменений в организме человека позволяет оптимизировать режим труда и отдыха и разрабатывать профилактические мероприятия по предупреждению заболеваний.

Для изучения личностных особенностей проводят психофизиологические обследования. Одновременно выявляют и деловые качества: способность ориентироваться в сложной ситуации, оперативность принимаемых решений, уверенность в себе, компетентность, зависящие в свою очередь от интеллекта и других личностных качеств.

Контрольные вопросы

1. Какие методы физиологических исследований могут быть применены при оценке труда водителя автомобиля, токаря, космонавта?
2. Расшифруйте понятие функциональное состояние организма?
3. Какие функциональные состояния могут формироваться при выполнении физической или умственной работы?
4. Опишите физиологический механизм формирования функционального состояния.

Список рекомендуемой литературы

1. Чумаков Б.Н. Физиология человека для инженеров: Учебник. — М.: Педагогическое общество России, 2006. — 256 с.

2. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 256 с.

3. Савченков Ю.И. Нормальная физиология человека: учеб. пособие / Ю.И. Савченков. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 448 с.

4. Физиология сенсорных систем: Учеб. пособие для вузов / Под общ. ред. чл.-кор. РАН, проф. Я.А. Альтмана. - Спб.: Паритет, 2003. – 352 с.

5. Физиология. Основы и функциональные системы: Курс лекций / Под редакцией К.В. Судакова. - М.: Медицина, 2000. - 784 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ



Исполнительный проректор

Проректор по учебной работе

Е.А. Кудряшов

2012 г.

**Оценка психофизиологических
показателей человека в процессе труда**

Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда», «Психологические проблемы безопасности жизнедеятельности» для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Курск 2012

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.В. Протасов*

Оценка психофизиологических показателей человека в процессе труда: методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда», «Психологические проблемы безопасности жизнедеятельности / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков Курск, 2012. 15с.: табл. 7, рис. 2. Библиогр.: с. 15.

Излагаются методические рекомендации по изучению психофизиологических показателей человека-оператора в процессе труда.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 22.12. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 29. Уч.-изд. л. 28. Тираж 30 экз. Заказ 363. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: ознакомиться с методами оценки психофизиологических показателей человека в процессе труда и освоить методики проведения и оценки их результатов.

Общие положения

В рамках современного этапа развития научного знания все большую актуальность приобретают проблемы, связанные с выявлением специфики природы человека. Сегодня правомерной становится точка зрения, согласно которой человек представляет собой прежде всего системное биосоциальное целое и только в этой целостности проявляется уникальность природы человека. Отсюда человеческий индивид надо рассматривать не абстрактно и изолированно, не с точки зрения искусственно выделенных биологических констант, а в контексте его реальной жизнедеятельности. Поэтому если речь идет об общем контексте жизнедеятельности человеческой личности, неправомерно выделение и рассмотрение каждой из этих сторон единой природы человека вне связи с целым. Психика (сознательная и бессознательная) выступает как активное отражение в мозгу человека картин объективного мира и самого себя в этом мире, обеспечивая возможность воздействия на мир, его преобразования и целенаправленного поведения в нем. Психофизиология как наука и является той областью знаний, которая призвана изучать как внутренние, так и внешние детерминанты поведения и психики человека, т. е. субъективные и объективные стороны его существования.

Психофизиология (от греч. *psyche* - «душа», *physis* - «природа» и *logos* - «учение») - наука, изучающая физиологические механизмы психических процессов и состояний.

Психофизиология является междисциплинарной научной дисциплиной, возникшей на стыке психологии и физиологии и изучающей роль биологических факторов, в том числе свойств нервной системы, в реализации психической деятельности, т. е. исследует психические процессы и состояния в единстве с их нейрофизиологическим субстратом.

Предмет психофизиологии - структура психофизиологических факторов (биологических и социальных) и особенности их влияния на процесс исторического и индивидуального развития человека.

Цель психофизиологии состоит в том, чтобы показать человека по всей совокупности его биологических, психических и социальных проявлений.

Психическая деятельность - субъективно осознаваемая деятельность организма, которая осуществляется с помощью нейрофизиологических процессов и протекает только в период бодрствования. Высшая нервная деятельность может протекать как в период бодрствования, так и во сне. *Психика* как осознаваемая активность мозга осуществляет психическую деятельность человека, а *сознание* — отражение реальной действительности в различных формах деятельности человека с учетом важных психических проявлений, таких как ощущение, восприятие, мышление, представление, эмоции, воля и мотивация. *Ощущение* - это отражение сознанием человека свойств и явлений, воздействующих на органы чувств человека в данный (конкретный) период. *Восприятие* - это процесс узнавания предмета или явления и формирование субъективного образа впервые увиденного, встречаемого человеком, т.е. увиденный предмет оставляет в психической деятельности след, он-то и формирует данное явление. *Представление рассматривается* как свойство сознания сохранять ранее запечатленный образ, который на данный период не действует, но мы его воспроизводим с помощью памяти и мышления.

Память - способность организма приобретать, сохранять и воспроизводить в сознании накопленную информацию и опыт. По длительности хранения информации память подразделяется на следующие:

Сенсорная (тоническая) память соответствует длительности ощущения после прекращения действия звука, света и т.д. *Сенсорная память* базируется на воспоминаниях или опыте, например, ощущение приятного поглаживания, ласк, которых в настоящее время нет.

Кратковременная память обеспечивает удержание и воспроизведение оперативной информации, которая непродолжительна и длится, как правило, секунды или минуты. Последние научные исследования в изучении кратковременной памяти говорят об ее электрофизиологическом происхождении.

Промежуточная память — это перевод кратковременной памяти в долговременную, продолжающуюся от нескольких минут до 4 часов. По длительности хранения информации она является промежуточной между кратковременной и долговременной. Иногда ее называют нейрхимической памятью, так как в данный процесс всту-

пают посредники - биохимические реакции в процессе переработки и хранения информации.

Долговременная память формируется с помощью кратковременной и промежуточной. Ее основой являются структурные изменения в нейронах, при этом важную роль играют синаптические процессы. Длительность такой памяти - часы, дни, или она сохранна на протяжении всей жизни при условии повторения информации.

Мышление - это закодированный процесс познания и накопления информации с помощью памяти. Это важнейший психический процесс, свойственный человеку. Существует несколько видов мышления: *элементарное (конкретное) мышление* - форма отражения действительности в конкретном целесообразном поведении человека и животного, потому что физиологическую основу данного мышления составляет первая сигнальная система; *абстрактное мышление* — это отвлеченно-понятийная форма мышления, свойственная только человеку как «обладателю» второй сигнальной (словесной) системы; *словесно-логическое мышление* свойственно также только человеку и основано на рассуждениях, логически построенных звеньях, аргументирующих последние и первые.

1. Оценка объема кратковременной памяти

Материалы и оборудование для проведения исследования: лист бумаги с подготовленным тестом из 25 слов, часы.

Любая деятельность содержит ряд обязательных психических процессов и функций, которые обеспечивают достижение требуемого результата.

Память — процессы запоминания, сохранения, последующего узнавания и воспроизведения того, что было в вашем прошлом опыте.

Кратковременная (первичная, или оперативная) память — кратковременный (на несколько минут или секунд) процесс, достаточно точного воспроизведения только что воспринятых предметов или явлений через анализаторы. После этого момента полнота и точность воспроизведения, как правило, резко ухудшается.

Кратковременная память связана прежде всего с первичной ориентировкой в окружающей среде, поэтому направлена главным образом, на фиксацию общего числа вновь появляющихся сигналов независимо от их информационного содержания. Задача долговременной

памяти — организация поведения в будущем, требующая прогнозирования вероятностей событий.

Порядок проведения исследования. В течение 1 мин внимательно прочтите предложенный текст, затем отложите и закройте его. В течение 5 мин запишите все слова, которые вам удалось запомнить в любом порядке.

Возможные слова для теста:

СЕНО, КЛЮЧ, САМОЛЕТ, ПОЕЗД, КАРТИНА, МЕСЯЦ, ПЕВЕЦ, РАДИО, ТРАВА, ПЕРЕВАЛ, АВТОМОБИЛЬ, СЕРДЦЕ, БУКЕТ, ТРОТУАР, СТОЛЕТИЕ, ФИЛЬМ, АРОМАТ, ГОРЫ, ОКЕАН, НЕПОДВИЖНОСТЬ, КАЛЕНДАРЬ, МУЖЧИНА, ЖЕНЩИНА, АБСТРАКЦИЯ, ВЕРТОЛЕТ.

Оценка результатов исследований. Подсчитайте число написанных слов (проверьте, нет ли ошибок), за каждое слово начислите себе 1 балл. Полученные данные сравните с данными таблицы 1 и получите оценку характеристики памяти.

По сумме баллов определите, к какой категории относится объем памяти испытуемого.

Таблица 1

Определение характеристик объема памяти

Число баллов	Характеристика памяти
6 и меньше	Объем памяти низкий. Желательно регулярно выполнять упражнения по тренировке памяти. При необходимости посоветуйтесь с врачом или психологом
7-12	Объем памяти чуть ниже среднего. Главной причиной слабого запоминания может быть неумение сосредоточиться
13-16	Объем памяти хороший
18-21	Объем кратковременной памяти отличный. Вы можете заставить себя сосредоточиться, следовательно, обладаете достаточной волей
Свыше 22	Ваша память феноменальна

2. Оценка внимания.

Материалы и оборудование для исследования: часы, лист бумаги с нанесенным на него изображением определенной формы.

Внимание — это направленность психической деятельности на определенные предметы или явления действительности.

Непроизвольное внимание возникает без всякого намерения, без заранее поставленной цели и не требует волевых усилий. Произвольное внимание возникает вследствие поставленной цели и требует определенных волевых усилий.

Непроизвольное отвлечение — колебание внимания и его ослабление к объекту деятельности.

Распределение внимания — одновременное внимание к нескольким объектам деятельности при одновременном выполнении действий с ними. Намеренный перенос внимания с одного объекта на другой — переключение внимания.

Внимательно всмотритесь в рисунок, на котором изображена проекция усеченной пирамиды (рис. 1). Вы заметите, что вершина пирамиды то обращается к зрителю, то уходит от него вглубь. Это явление объясняется законом обратной индукции. Когда мы смотрим на маленький квадрат, восприятие большого квадрата ухудшается из-за внешнего торможения, и он кажется за плоскостью рисунка. Пирамида обращается усеченным концом к зрителю, но если мы переключим взгляд на большой квадрат, он будет восприниматься как ближний и пирамида окажется повернутой к зрителю основанием.

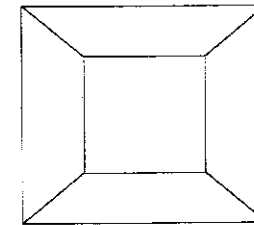


Рис. 1. Проекция усеченной пирамиды.

Порядок проведения исследований. Измерение величины колебания внимания происходит следующим образом. Для этого в течение 30 с испытуемый смотрит на пирамиду. При каждом изменении изображения он делает в тетради штрих (не глядя!). Начало и конец опыта устанавливает экспериментатор, следящий за секундомером. По окончании опыта сосчитайте количество штрихов. Полученное число удвойте. Вы узнаете, сколько раз ваше внимание колебалось за 1 мин. Проведите этот эксперимент несколько раз.

Величину колебания можно уменьшить волевым усилием. Поставьте перед испытуемым цель — как можно дольше удержать каждое изображение. Измерьте величину колебания внимания в этом случае.

Оценка результатов исследований. Сравните полученные в работе данные сначала между собой, а потом со среднестатистическими табличными (табл. 2). Сделайте вывод о характере устойчивости внимания испытуемого.

Таблица 2

Оценка характера устойчивости внимания

Частота исчезновения изображения в течение 60 с	Характеристика внимания
Не более 11	Очень устойчивое
12-20 раз	Средней устойчивости
Более 20 раз	Недостаточно устойчивое

3. Определение устойчивости внимания и динамики работоспособности.

Материалы и оборудование для проведения исследований: секундомер (или часы с секундной стрелкой), набор таблиц с изображением цифр с 1 до 25.

Порядок проведения исследований. Испытуемому поочередно предлагают пять таблиц, на которых в произвольном порядке расположены числа от 1 до 25. Испытуемый отыскивает, показывает и называет испытателю числа в порядке их возрастания. Проба повторяется с пятью разными таблицами (примеры таблиц приводятся табл. 3).

Испытуемому предъявляют первую таблицу со следующей инструкцией: «На этой таблице числа от 1 до 25 расположены не по порядку». Затем таблицу закрывают и продолжают: «покажите и назовите все числа по порядку от 1 до 25. Постарайтесь делать это как можно быстрее и без ошибок». Таблицу открывают и одновременно с началом выполнения задания включают секундомер. Вторая, третья и последующие таблицы предъявляются без всяких инструкций.

Таблица 3

Пример для изготовления таблиц

5	21	23	4	25
11	2	7	13	20
24	17	19	6	18
9	1	12	8	14
16	10	3	15	22

Остальные четыре заготовленные таблицы делаются таким же образом, только необходимо поменять местами цифры от 1 до 25.

Оценка результатов исследований. Основным показателем будет время выполнения (с), а также количество ошибок отдельно по каждой таблице.

По результатам опыта строят «кривую утомляемости» (рис. 2), отражающую динамику устойчивости внимания и работоспособности.

С помощью этого теста можно вычислить и такой показатель, как эффективность работы (ЭР).

Формула расчета эффективности выполнения работы (ЭР):

$$\text{ЭР} = (T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5) / 5$$

где T_1 — время работы с первой таблицей, T_2 — время работы со второй таблицей, T_3 — с третьей таблицей, T_4 — с четвертой и T_5 — пятой.

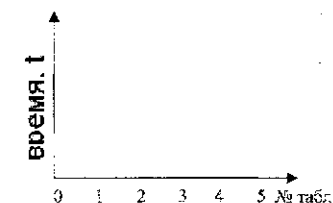


Рис. 2. Кривая утомления

ЭР оценивают в секундах, а баллы начисляют с учетом возраста испытуемого (табл. 4).

Таблица 4

Оценка эффективности работы

Возраст, лет	Время выполнения, с	Число баллов
17-25	≥ 20	5
	21-26	4
	26-32	3
	33-45	2
	> 45	1

Рассчитайте эффективность работы испытуемого. Сравните полученные результаты в эксперименте с табличными и сделайте вывод.

4. Определение объема внимания.

Материалы и оборудование для проведения исследований: таблица с произвольно расположенными цифрами от 101 до 136, изготовленная на листе бумаги (формат А4), секундомер (или часы с секундной стрелкой), карандаш.

Внимание — это направленность психической деятельности на определенные предметы или явления действительности. Непроизвольное внимание возникает без всякого намерения, без заранее поставленной цели и не требует волевых усилий. Произвольное внимание возникает вследствие поставленной цели и требует определенных волевых усилий. Непроизвольное отвлечение — колебание внимания и его ослабление к объекту деятельности. Распределение внимания — одновременное внимание к нескольким объектам деятельности при одновременном выполнении действий с ними. Намеренный перенос внимания с одного объекта на другой — переключение внимания.

Порядок проведения исследований. Испытуемому дают инструкцию с заданием: «В каждом квадрате в случайном порядке «разбросаны» числа от 101 до 136. Вам предстоит их найти в порядке возрастания — сначала 101, затем 102, 103 и т.д., до 136 (каждое найденное число испытуемый зачеркивает карандашом). Работу начинать по команде экспериментатора».

Определите объем внимания по формуле, где V — объем внимания, a t — время работы, с.

Формула расчета объема внимания

$$V = 648 : t.$$

Оценка результатов исследований. Сравните полученные данные с табл. 5. Сделайте выводы об объеме внимания испытуемого.

Таблица 5.

Оценка показателей объема внимания

Показатель объема внимания	Оценка показателя
Более 6	Высокий показатель
4-6	Средний
Менее 4	Низкий

5. Оценка логического мышления.

Материалы и оборудование для проведения исследования: секундомер (или часы), лист бумаги, на котором изображены числовые ряды.

Мышление — образ обобщенного и опосредованного познания существенных свойств и явлений окружающей действительности, а также существенных связей и отношений, существующих между ними.

Мысленное моделирование человеком различных событий составляет сущность его мышления. Человек оценивает свои действия, ведущие к поставленной им цели, условия, которые приводят к успешному результату. Причем последовательность событий может моделироваться в любом направлении, мысленные действия могут совершаться в разных точках выбора решения. Например, человек может начинать рассмотрение цепи событий и действий с желаемого результата и двигаться назад — в направлении начальных действий, мысленно выявлять, какие из них ведут к цели, находить условия, которые следует соблюсти для ее достижения.

Мышление имеет, как минимум, два аспекта: распознавание (принятие решения) и устойчивое сохранение поиска (стратегия решения задач).

Анализ — мысленное расчленение предметов и явлений на образующие их части, выделение в них отдельных частей, признаков, свойств.

Обобщение — умственная операция, состоящая в мысленном объединении предметов или явлений по общим и существенным признакам.

Порядок проведения исследований. Экспериментатор предъявляет испытуемому лист бумаги, на котором представлено 7 числовых рядов. Испытуемый в течение 5 мин должен найти закономерность построения каждого ряда и вписать недостающие числа.

- 1) 24 21 19 18 15 13 - - 7;
- 2) 1 4 9 16 - - 49 64 81 100;
- 3) 16 17 15 18 14 19 - -;
- 4) 1 3 6 8 16 18 - - 76 78;
- 5) 7 16 19 5 21 16 9 - 4;
- 6) 2 4 8 10 20 22 - - 92 94;
- 7) 24 22 19 15 - -.

Оценка результатов исследований. Оценить полученные результаты: нормами установлено, что человек может определить за 5 мин 3 ряда и более. Сделайте вывод по оценке логического мышления испытуемого. Предложите возможные варианты развития логического мышления.

6. Определение объема смысловой памяти.

Материалы и оборудование для проведения исследований: набор заранее заготовленных 18 отвлеченных понятий. *Примерный перечень понятий:*

1. ВКУСНЫЙ УЖИН. 2. ВЕСЕЛЫЙ ПРАЗДНИК. 3. ПЕЧАЛЬ. 4. ДРУЖБА. 5. СИЛЬНОЕ ЖЕЛАНИЕ. 6. РАДОСТЬ. 7. СОВМЕСТНАЯ РАБОТА. 8. УТРЕННЯЯ ЗАРЯДКА. 9. ВОСКРЕСНЫЙ ВЕЧЕР. 10. ТОРЖЕСТВЕННАЯ ВСТРЕЧА. 11. ТЕПЛЫЙ ПРИЕМ. 12. КНИЖНЫЙ МАГАЗИН. 13. ФУТБОЛЬНЫЙ МАТЧ. 14. ГАЗЕТНЫЙ ОБЗОР. 15. ЛЮБИМЫЙ УРОК. 16. ЦЕНТРАЛЬНАЯ УЛИЦА. 17. РОДНОЙ ОЧАГ. 18. ЗАГРАНИЧНАЯ ПОЕЗДКА.

Произвольная память связана со специальной целью запоминания и применения соответствующих приемов, а также определенных волевых усилий.

Словесно-логическая память — запоминание и воспроизведение мыслей, текста, речи.

Долговременная память — вид памяти, для которой характерно длительное сохранение материала после многократного его повторения и воспроизведения.

Долговременная память обеспечивает хранение информации в течение длительного времени (часы, дни, месяцы, годы). Объем долговременной памяти в общем случае оценивают отношением числа стимулов, сохранившихся в памяти спустя длительное время (более 30 мин), к числу повторений, необходимых для запоминания.

Информация, поступившая в долговременную память, с течением времени забывается. Усвоенная информация наиболее значительно уменьшается за первые 9 ч: со 100 % она падает до 35 %. Оставшееся число удержанных элементов через несколько дней в дальнейшем практически остается одним и тем же. В конкретных условиях забывание зависит от степени осмысления информации, характера фундаментальных знаний по полученной информации, индивидуальных особенностей памяти.

Объем долговременной памяти ограничен не числом стимулов, а количеством сохраняемой информации.

Порядок проведения исследований. Испытуемому дается инструкция: «Вам будет предъявлен ряд понятий. Для того чтобы их лучше запомнить, делайте на листе бумаги какие-либо зарисовки или пометки (но не слова), фиксируя таким образом те ассоциации, которые они у вас вызывают. При воспроизведении понятий вы будете пользоваться вашими пометками. Старайтесь точно воспроизводить понятие».

Экспериментатор громко и отчетливо один раз зачитывает с интервалом по времени, достаточным для того, чтобы испытуемый сделал нужные ему пометки, 18 понятий. Через 30 мин испытуемый, используя свои пометки, записывает все 18 понятий.

Оценка результатов исследований. Проанализируйте количество ошибок и сделайте вывод об объеме смысловой памяти испытуемого.

Нормальным результатом считается правильное воспроизведение не менее 12 понятий.

7. Определение взаимосвязи между вниманием и работоспособностью.

Материалы и оборудование для проведения исследований: заготовленная схема, секундомер (или часы с секундной стрелкой).

Порядок проведения исследования. Испытуемому предлагают следующее задание: «Перед вами квадрат, состоящий из 16 полей. Каждое из них разделено по диагонали на две части. В прямом углу нижнего треугольника указан его порядковый номер, а в верхнем — те же цифры в беспорядке. Ваша задача найти цифры над диагональю в порядке от 1 до 16, проговаривая вслух каждую найденную цифру» (табл. 6). Начало и окончание работы точно фиксируется экспериментатором.

Таблица 6

Схема для эксперимента

7	10	15	12
1	2	3	4
3	14	16	4
5	6	7	8
11	1	13	9
9	10	11	12
5	8	2	6
13	14	15	16

Оценка результатов исследований. Полученный результат исследований записать в протокол и сравнить полученные результаты с нормативными, указанными в табл. 7, и сделать вывод о работоспособности испытуемого.

Таблица 7

Работоспособность человека

Время выполнения, с	Характеристика работоспособности
Быстрее 20	Высокая
21-25	Хорошая
25-35	Средняя
36-40	Пониженная
41-50	Очень низкая

Контрольные вопросы

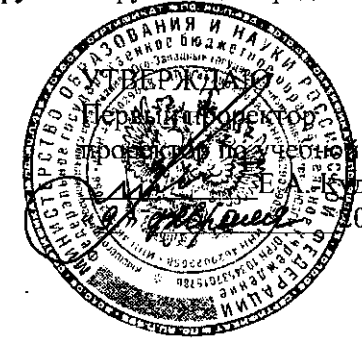
1. Предмет психофизиологии, её задачи и методы.
2. Мышление и его роль в организации поведения.
3. Внимание и его свойства.
4. Взаимоотношение кратковременной и долговременной памяти.

Список рекомендуемой литературы

1. Чумаков Б.Н. Физиология человека для инженеров: Учебник. – М.: Педагогическое общество России, 2006. – 256 с.
2. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 256 с.
3. Савченков Ю.И. Нормальная физиология человека: учеб. пособие / Ю.И. Савченков. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 448 с.
4. Черенкова Л.В., Краснощекова Е.И., Соколова Л.В. Психофизиология в схемах и комментариях / Под ред А.С. Батуева. – СПб.: Питер, 2006. – 240 с.
5. Лучинин А.С. Психофизиология. Конспект лекций. – Ростов н/Д: «Феникс», 2004. – 320 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



Первый заместитель
профессора по учебной работе
И.А. Боряшов
2012 г.

Оценка физического развития человека по антропометрическим данным

Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда» для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.В. Протасов*

Оценка физического развития человека по антропометрическим данным: методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков Курск, 2012. 14с.: табл. 5, рис. 2. Библиогр.: с. 13.

Излагаются методические рекомендации по изучению, исследованию и измерению основных антропологических показателей и оценке физического развития человека.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 9.02.12. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 0,8 Уч.-изд. л. 0,7. Тираж 30 экз. Заказ 360. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: ознакомиться с методами оценки физического развития по антропометрическим данным тела человека.

Общие положения

Для получения объективных данных о физическом развитии человека, уровне его физического здоровья используют антропометрические показатели, т. е. показатели измерений человеческого тела. Разнообразные антропо- и физиометрические показатели позволяют рассчитывать индексы, указывающие на развитие тех или иных морфофункциональных качеств организма, играющих важную роль в его приспособлении к физическим нагрузкам.

Антропометрия — совокупность методов изучения человека, основанных на измерениях внешнего и внутреннего строения, так и функциональных признаков, в ней различают следующие методы:

соматометрические — длина и масса тела, диаметры (окружности) грудной клетки и др.;

соматоскопические — состояние опорно-двигательного аппарата (форм позвоночника, грудной клетки, ног, состояние осанки, развитие мускулатуры), степень жировотложения и полового созревания;

физиометрические (функциональные) — жизненная емкость легких (ЖЕЛ), мышечная сила рук, становая сила.

1. Соматометрические методы

Соматометрия — совокупность методов и приемов измерений морфологических особенностей человеческого тела и его частей. Соматометрия включает определение длинников тела, диаметров, окружностей и взвешивание.

Наиболее часто используемые соматометрические показатели — рост (длина тела) стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки. Рост — процесс увеличения размеров и массы организма или его частей за счет увеличения числа и размеров клеток и неклеточных структур в результате преобладания процессов анаболизма в обмене веществ и энергии.

Измерение роста сидя в сопоставлении с другими продольными размерами дает представление о пропорциях тела. Так, определение пропорциональности телосложения проводят, используя индекс Пирке (индекс пропорциональности телосложения).

Масса тела - один из важнейших показателей физического развития человека, зависящий от возраста, морфологических и физиологических особенностей организма и позволяющий судить о состоянии здоровья.

Измерение роста проводится с помощью ростомера. Испытуемый должен встать на платформу ростомера, касаясь вертикальной стойки пятками, ягодицами, межлопаточной областью и затылком. Экспериментатор измеряет рост испытуемого. Полученный результат вносят в табл. 1.

Измерение окружности грудной клетки.

Экспериментатор с помощью сантиметровой ленты измеряет окружность грудной клетки. Для этого испытуемый поднимает руки, экспериментатор накладывает ленту так, чтобы она проходила по нижним углам лопаток. Спереди лента должна проходить по среднегрудной точке и плотно прилегать к телу. Затем испытуемый опускает руки. Окружность груди измеряется в трех фазах: во время обычного спокойного дыхания (в паузе), при максимальном вдохе и максимальном выдохе.

Определение экскурсии грудной клетки. Экскурсия грудной клетки — это разница между величинами окружностей на вдохе и выдохе. Полученный результат вносят в табл. 1.

Определение массы тела. Измерение проводится с помощью медицинских весов. Показания заносятся в табл. 1.

Таблица 1

Антропометрические показатели

№ испытуемого	Показатели роста человека	Показатели окружности грудной клетки			Показатели массы тела
		в паузе	макс. на вдохе	макс. на выдохе	
1					
2					

Итоговая оценка состояния человека по соматометрическим методам.

Для оценки физического развития человека используют индекс Брока, который определяют с помощью формулы:

Индекс Брока = масса тела, кг / рост человека, см — 100).

Если индекс Брока равен от 0,9 до 1,1, то фактически масса считается нормальной (идеальной). При величинах меньше указанных следует обратить внимание на необходимость увеличения энергетической ценности питания, а при большей величине — уменьшения.

Величина экскурсии грудной клетки у молодых здоровых людей колеблется обычно от 6 до 9 см. Если показатели экскурсии грудной клетки ниже указанного предела, то физическое развитие человека плохое, выше хорошее.

2. Соматоскопические методы

Расчет показателя осанки. Необходимые материалы и оборудование: сантиметровая лента.

Кости плечевого пояса включают лопатку, ключицу и плечевой сустав (рис. 1). Ключица соединяется с туловищем грудино-ключичным суставом, а с лопаткой — лопаточно-ключичным суставом. Грудино-ключичный сустав — единственное соединение между верхней конечностью и остальным туловищем. Лопатка не имеет собственного сустава и, таким образом, для соединения с туловищем плечо нуждается в мышцах. Рука как верхняя конечность соединяется с лопаткой плечевым суставом.

Функция плеча состоит в том, чтобы обеспечить платформу для верхней конечности и для некоторых мышц. Хотя плечевой сустав имеет больший размах движений, чем нога (нижняя конечность) в тазобедренном суставе, его подвижность развилась за счет мышц. В то время как связки тазобедренного сустава очень прочны, связки плечевого сустава немногочисленны и слабы. Для компенсации этой относительной слабости плечевой сустав окружен плечевыми мышцами, образующими манжету, которая называется вращающей манжетой.

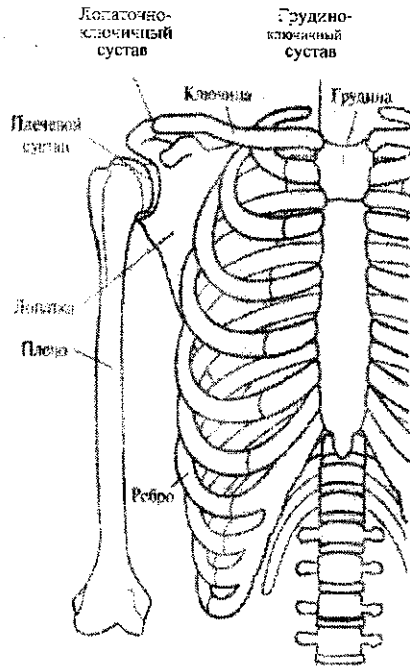


Рис. 1. Схема скелета плечевого пояса

Порядок проведения измерений. Для вычисления показателя состояния осанки измеряют расстояние между крайними костными точками, выступающими над правым и левым плечевым суставами. Измерение спереди, со стороны груди, характеризует ширину плеч, а сзади — величину дуги спины.

Показатели осанки рассчитываются по формуле:

$$A = \text{ширина плеч} - 100 \% / \text{величина дуги спины}$$

Оценка результатов исследования осанки. При нормальном физическом развитии человека показатель состояния осанки колеблется в пределах 100-110 %. Если показатель осанки менее 90 %. Это свидетельствует о выраженной сутулости человека как показателя плохого развития.

3. Физиометрические (функциональные) методы

Расчет силы мышц и силовой выносливости кисти

Материалы и оборудование, используемые в исследовании: кистевой и становой динамометры, секундомер.

Каждая мышца способна поднять груз определенной величины. Максимальное напряжение, развиваемое мышцей при оптимальных параметрах раздражения, обозначается как абсолютная мышечная сила. Абсолютная сила мышц является одним из факторов работоспособности двигательного аппарата. Однако в условиях целостного организма работоспособность определяется в основном таким рабочим режимом, при котором двигательный аппарат и центральные нервные образования способны длительно функционировать без развития утомления.

Величина мышечной силы зависит главным образом от состояния нервной системы и поступающих от нее импульсов. Н.Е. Введенский доказал, что максимальную силу мышца развивает при оптимальной частоте и силе поступающих к ней импульсов. Вместе с тем оптимальные параметры раздражения меняются в зависимости от функционального состояния нервной системы и самой мышцы. При удлинении мышцы усиливается поток поступающих в ЦНС импульсов, что рефлекторным путем ведет к увеличению сократительной способности мышц.

Таким образом, основное значение в характеристике работоспособности принадлежит нервному фактору. При этом не пропадает необходимость измерения мышечной силы человека. Систематическая усиленная работа (тренировка) увеличивает массу мышц, их силу и работоспособность. Однако чрезмерная работа приводит к развитию утомления, т.е. к падению работоспособности мышц. Бездеятельность мышц ведет к их атрофии.

Одним из важнейших показателей физического развития организма служит сила мышц. В настоящее время хорошо изучена сила различных мышц. Однако чаще всего пользуются определением силы мышц кисти и становой силы, которые являются суммарными показателями силы мышц, участвующих в осуществлении движения определенного типа.

Мышечную силу человека определяют с помощью специальных приборов — динамометров.

Определение силы мышц кисти. Кистевой динамометр имеет овальную форму и представлен стальной пружиной, степень сжатия

которой регистрируется стрелкой, лучше использовать кистевой динамометр ДК-50 — для женщин и подростков и ДК-100 — для мужчин.

Порядок проведения исследования силы кисти. Испытуемый берет кистевой динамометр в правую руку и отводит ее в сторону так, чтобы между рукой и туловищем получился прямой угол. Вторую руку он опускает свободно вниз вдоль туловища. После этого испытуемый сжимает пальцы правой кисти с максимальной силой пять раз подряд, делая интервалы в 1—2 мин и каждый раз фиксируя положение стрелки. Наибольшее отклонение стрелки динамометра является показателем максимальной силы мышц кисти. Через некоторое время подобную операцию испытуемый проделывает и с левой рукой.

Необходимо, соблюдая порядок исследования, определить среднюю величину силы мышц правой и левой кисти, а полученные результаты сравнить с данными табл. 2.

Таблица 2

Величина силы мышц правой и левой кисти человека, кг, соответствующая его нормальному физическому развитию

Мужчина		Женщина	
Правая рука	Левая рука	Правая рука	Левая рука
35-50	32-46	25-33	23-30

Исследуйте относительную величину силы кисти по формуле, где A — сила мышц правой руки (кг); B — масса тела (кг). Формула расчета относительной величины силы кисти:

$$\text{Относительная сила} = A \times 100 \% / B.$$

Сравните полученные результаты с результатами табл. 3.

Таблица 3

Среднестатистические показатели относительной величины силы кисти, физически развитого человека, %

Для мужчин	Для женщин
60-70	45-50

Определение становой силы. Становой динамометр состоит из упругого элемента, имеющего вид кольца, к которому жестко крепятся корпус с передаточным механизмом, рукоятка и крюк, надевающийся на соединительную планку с подставкой для упора ног.

Испытуемый располагает рукоятку станового динамометра на уровне коленных суставов. На крюк динамометра надевается соединительная планка, один из зацепов которой (в зависимости от роста испытуемого) соединяется с подставкой для упора ног. Испытуемому предлагается встать на подставку, согнуться и взяться двумя руками за рукоятку. При этом руки и ноги должны быть выпрямлены. По команде экспериментатора испытуемый с максимальной силой тянет рукоятку вверх, выпрямляя при этом туловище. Данный опыт повторяется 5 раз с интервалом в несколько минут.

По результатам измерений определяют среднее значение становой силы.

Исследование утомления мышц. Материалы и оборудование для исследования: гантели массой 1, 3, 5 кг, секундомер (часы с секундной стрелкой).

Физическая активность может увеличивать силу и выносливость мышц за счет увеличения их объема и усиления метаболизма. Различные виды физической активности вызывают в мышце различные биохимические и морфологические адаптационные изменения. В целом, чтобы существовать, любая ткань должна быть активна. Низкая активность ведет к атрофии, особенно это относится к мышечной ткани. Научные исследования, в том числе в спортивной медицине, говорят о том, что разные схемы тренировок могут приводить к совершенно различным изменениям мускулатуры. Тренировка силы с помощью тяжестей вызывает увеличение количества сократительных миофибрилл и объема саркоплазматической сети (саркоплазмы).

Интенсивные упражнения повышают ферментативную активность в мышцах, причем активность некоторых гликолитических и окислительных ферментов зависит от интенсивности нагрузки. Кроме того, длительная интенсивная нагрузка увеличивает количество капилляров в мышечной ткани.

Иногда слишком интенсивные упражнения вызывают боль в мышцах, что хорошо знакомо каждому, кто когда-либо напрягался выше своих физических возможностей. При физическом перенапряжении происходит микротравматизация мышц, затем их структура восстанавливается. Если времени для восстановления достаточно,

сократительная способность мышцы может увеличиться. С другой стороны, длительное физическое перенапряжение с недостаточным временем для отдыха ведет к ухудшению сократительной способности мышцы. При длительном перенапряжении могут развиваться хронические дегенеративные заболевания мышц.

Рука составляет около 5 % общей массы туловища, ее центр тяжести расположен посередине воображаемой линии между плечевым суставом и кистью. Когда рука поднимается и отклоняется от тела или к телу (абдукция, или сгибание), создается рычаг, в котором возрастает расстояние от центра тяжести и, следовательно, возрастает скручивающее усилие и вращающий момент нагрузки на суставы плечевого пояса. Однако боковая нагрузка возрастает не просто прямо пропорционально углу отклонения руки, так как математическая функция, которая описывает биомеханическую функцию, не линейная, а синусоидальная от угла абдукции. Боковая нагрузка уменьшится всего на 10 %, если сгибание, или угол абдукции, уменьшается на $90-60^\circ$. Однако если угол уменьшится с 60 до 30° , боковая нагрузка снизится на целых 50 %.

Сила приведения в плечевом суставе составляет около 40—50 Нм для женщин и около 80—100 Нм для мужчин. Когда рука вытянута вперед (под углом 90°) и на руку нет никакой нагрузки, т.е. человек ничего не держит в руке и ни на что не давит рукой, — статическая нагрузка все равно составляет 15—20 % от максимальной сократительной способности без груза для женщин и около 10—15 % максимальной сократительной способности без груза для мужчин. Если держать в вытянутой руке инструмент массой 1 кг, то соответствующая нагрузка на плечо составит около 80 % максимальной сократительной способности без груза для женщин (рис. 2). Наиболее важные мышцы отведения, поднимающие руку вбок от тела, — это дельтовидная мышца, вращающие мышцы и длинная головка двуглавой мышцы.

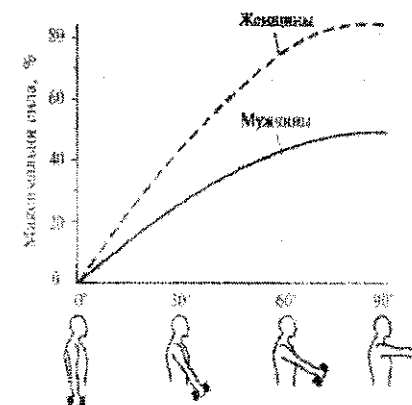


Рис. 2. Сила женщин и мужчин при удерживании в выправленной руке гантели массой 1 кг с различным углом сгибания плеча

Наиболее важные мышцы сгибания вперед, поднимающие руку вверх вперед, — это передняя часть дельтовидной мышцы, вращающие мышцы, вращающие клювовидно-плечевая мышца и короткая головка двуглавой мышцы.

Вращение внутрь осуществляется большой грудной мышцей, подлопаточной мышцей, передней частью дельтовидной мышцы и широчайшей мышцей спины. Вращение наружу осуществляется задней частью дельтовидной мышцы, подостной мышцей, а также малой и большой круглой мышцами.

Вращающие мышцы участвуют во всех движениях плечевого сустава, т.е. во всех движениях руки. Вращающие мышцы прикрепляются к лопатке, а их сухожилия окружают плечо наподобие манжеты. Четыре вращающие мышцы — это надостная мышца, подостная мышца, малая круглая мышца и подлопаточная мышца. Эти мышцы функционируют как связки в плечевом суставе и фиксируют головку плеча против лопатки. Разрыв вращающей мышцы (например, сухожилия надостной мышцы) ведет к снижению способности отведения, особенно в тех положениях, когда рука согнута в сторону от туловища. Когда нарушена функция дельтовидной мышцы, способность отведения может быть снижена на 50 %, независимо от угла сгибания руки.

При любом приведении или отведении руки вся система испытывает нагрузку. Многие движения вызывают силу вращения или боко-

вую нагрузку. Поскольку рука соединена с лопаткой плечевым суставом, любая нагрузка на этот сустав передается на лопатку. Нагрузка на плечевой сустав, выраженная в максимальной сократительной способности без груза, почти прямо пропорциональна нагрузке, действующей на верхнюю трапецевидную мышцу, которая фиксирует лопатку.

Порядок проведения исследования утомления мышц

Вариант I

Испытуемый последовательно, после небольших перерывов (3 - 5 мин), сгибает руку с гантелями разной массы (в одном ритме). Экспериментатор фиксирует время начала эксперимента и время начала утомления (чувства усталости в мышцах у испытуемого). В момент наступления утомления упражнение прекращается.

Итоги исследования утомления мышц.

Рассчитайте работу мышц, совершаемую ими в эксперименте. Формула расчета работы мышц при подъеме гантелей:

$$A = S^2 \times (m/t)$$

где t — время (с); S — путь руки (см); A — работа ($\text{см}^2 \cdot \text{кг}/\text{с}$); m — масса (кг) гантели.

Результаты исследований занесите в табл. 4.

Таблица 4

Расчет работы мышц

Нагрузка, кг	Путь руки, м	Число движений	Начало утомления, с	Работа, Дж
1	0,5			
2	0,5			
3	0,5			

Вариант II

Испытуемый берет гантель массой 3 кг и сгибает руку со снарядом в разном ритме. Экспериментатор фиксирует время начала эксперимента и время начала утомления (чувство усталости в мышцах у испытуемого). В момент наступления утомления упражнение прекращается.

В опыте экспериментатор определяет число движений и время начала утомления у испытуемого.

Итоги исследования утомления мышц.

Рассчитайте работу мышц, совершаемую ими в эксперименте, и результаты занесите в табл. 5.

Таблица 5

Экспериментальные данные по расчету работы мышц

Ритм	Путь руки, м	Число движений	Работа, Дж	Начало утомления, с
Редкий	0,5			
Средний	0,5			
Частый	0,5			

Вариант III

Испытуемый берет гантель массой 5 кг, отводит вытянутую руку и держит снаряд до тех пор, пока рука не начнет опускаться от напряжения. Начало и окончание опыта фиксируется экспериментатором. Опыт повторяется несколько раз после непродолжительного отдыха (3—5 мин). Результаты исследования фиксируются в отчетном журнале.

Контрольные вопросы

1. Что такое антропометрия и с какой целью она проводится?
2. Какие методы исследований относятся к соматометрическим, что они позволяют оценить?
3. Какие показатели оцениваются с помощью физиометрических методов?
4. Что включается в понятие идеального (модельного) веса?

Список рекомендуемой литературы

1. Человеческий фактор в обеспечении безопасности и охраны труда: Учеб. пособие / П.П. Кукин, Н.Л. Понамарев, В.М. Попов, Н.И. Сердюк. — М.: Высшая школа, 2008. — 317 с.
2. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учеб. пособие для студ.

высш. учеб. заведений / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 256 с.

3. Савченков Ю.И. Нормальная физиология человека: учеб. пособие / Ю.И. Савченков. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 448 с.

4. Физиология сенсорных систем: Учеб. пособие для вузов / Под общ. ред. чл.- кор. РАН, проф. Я.А. Альтмана. - Спб.: Паритет, 2003. – 352 с.

5. Физиология. Основы и функциональные системы: Курс лекций / Под редакцией К.В. Судакова. - М.: Медицина, 2000. - 784 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



Нервни директор
кабинета учебной работе
А. Кудряшов
2012 г.

Оценка функционального состояния нервной системы

Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда» для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Курск 2012

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.В. Протасов*

Оценка функционального состояния нервной системы: методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков Курск, 2012. 12с.: табл. 1. Библиогр.: с. 12.

Излагаются методические указания по изучению, функционального состояния нервной системы в процессе труда.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать 9.02.12. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. 07. Уч.-изд. л. 06. Тираж 30 экз. Заказ 358. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: ознакомиться с методами оценки функционального состояния нервной системы в процессе труда и освоить методики проведения и оценки результатов проб, используемых при исследовании указанной системы.

Общие положения

Функции нервной системы изучают с использованием традиционных классических для общей физиологии методов и специальных методических подходов, призванных выявить специфические функции нервных образований, выполняющих роль главной управляющей и информационной системы в организме. В соответствии с двумя принципиально различными методическими подходами к изучению физиологических функций организма различают методы экспериментальной и теоретической нейрофизиологии.

К числу экспериментальных методов классической физиологии относятся приемы, направленные на активацию, или стимуляцию, подавление, или угнетение, функции данного нервного образования.

Развитие и совершенствование электронной и усилительной техники значительно повышают возможности метода регистрации и анализа электрических проявлений деятельности нервных структур. Регистрация электрических потенциалов головного мозга (электроэнцефалография) с последующим автоматизированным анализом с помощью средств вычислительной техники становится одним из важнейших методов исследования в нейрофизиологии мозга. Развитие микротехники отведения электрических потенциалов отдельных нервных клеток или даже частей клетки (микроэлектродная техника) за последние два-три десятилетия существенно обогатило ценными экспериментальными фактами физиологию мозга.

При изучении биофизических аспектов деятельности нервных клеток и исследовании нейрогуморальных регуляторных систем, включая гематоэнцефалический барьер, цереброспинальную жидкость, широко используются радиоизотопные методы.

Классический условнорефлекторный метод изучения функции коры большого мозга в современной нейрофизиологии успешно применяется в комплексном анализе механизмов обучения, становления и развития адаптивного поведения в сочетании с методами электроэнцефалографии, электронейрографии, нейро- и гистохимии,

психофизиологии, способствуя более полному представлению физиологической сущности протекающих в мозге процессов.

1. Определение состояния рефлексов.

Рефлекс - реакция организма на какое-либо раздражение, которая сформирована в течение онтогенеза (условный рефлекс, жизненный опыт) или является врожденной (безусловный), осуществляется с участием ЦНС.

Рефлекс может быть поверхностным (кожным, со слизистых), глубоким (сухожильный, периостальный, суставной), дистантный (световой, звуковой, обонятельный).

Исследования целесообразно проводить до начала рабочей смены и после её окончания.

Брюшной рефлекс определяется при полном расслаблении стенки живота (согнуть ноги в коленях, лечь на спину). Тупым предметом проводят штрихи на 3-4 пальца выше пупка параллельно реберной дуге. Нормальным считается сокращение брюшных мышц той же стороны.

Подошвенный рефлекс определяется сгибанием пальцев стопы при проведении тупым предметом вдоль внутреннего или наружного края подошвы.

Коленный рефлекс вызывается легким ударом молоточком по сухожилию четырехглавой мышцы бедра ниже коленной чашечки, отмечается умеренное поднятие конечности. Выполняется на обеих ногах. Сравниваются обе реакции.

Ахиллов рефлекс - разгибание стопы при легком ударе молоточком по ахиллову сухожилию в положении стоя на коленях на стуле.

Бицепс-рефлекс - сгибание предплечья при ударе молоточком по сухожилию двуглавой мышцы плеча в локтевом сгибе.

Оценка полученных результатов. При утомлении человека рефлексы снижены, при неврозах - усилены, при заболеваниях периферической нервной системы - снижены или отсутствуют.

2. Определение координационной функции нервной системы по данным пробы Ромберга.

Статическая координация - это способность организма к сохранению равновесия в простой и усложненной позах.

Простая поза. Испытуемый стоит без обуви, плотно сдвинув стопы, руки вытянув вперед, пальцы расслаблены, глаза закрыты.

Усложненные позы:

1) ноги испытуемого стоят на одной линии (пятка одной упирается в носок другой). Положение рук и глаз прежние;

2) стоя на одной ноге, опираясь подошвой другой ноги о колено опорной. Руки и глаза - аналогично первой позе;

3) поза "ласточки". Стоя на одной ноге, другая поднята назад, руки в стороны, глаза закрыты.

Учитывается длительность устойчивого стояния в позе Ромберга, наличие или отсутствие дрожания век, рук, покачивания туловища.

Нормальным считается устойчивое стояние, отсутствие дрожания рук и век в течение 15 сек. и более. Удержание позы в течение 15 сек. с небольшим покачиванием и тремором - удовлетворительная реакция; неудовлетворительная - потеря равновесия ранее 15 сек., сильное дрожание рук, век.

Пальце-носовая проба (динамическая координация). Вначале медленным движением руки с открытыми глазами дотронуться до кончика носа (отдельно каждой рукой), затем повторить это движение с закрытыми глазами.

При нормальном состоянии ЦНС отмечается точное попадание в нос, при патологии ЦНС (травмы, переутомление) - промахивание, дрожание указательного пальца или кисти.

Колено-пяточная проба (динамическая координация) выполняется в положении лежа на спине. Пяткой одной ноги при медленном движении необходимо попасть в колено другой и провести по передней поверхности голени. Делается поочередно обеими ногами.

При переутомлении, травмах ЦНС отмечается непопадание в колено, дрожание ноги при движении, невозможность провести пяткой по голени прямо.

3. Исследование вестибулярной функции

Проба Яроцкого. В положении стоя вращательные движения головой с закрытыми глазами в одну сторону в темпе 1 оборот в секунду. По секундомеру отмечается длительность сохранения равновесия. Испытуемого необходимо страховать от падения. Сохранение равновесия в течение 28 сек. и более считается хорошей реакцией на пробу.

Проба ВНИИФКа. Стоя по стойке "смирно", нужно сделать наклон туловища вперед на 90° , закрыть глаза и выполнить 5 оборотов вокруг вертикальной оси (скорость вращения - 1 оборот за 2 секунды). После выполнения оборотов нужно 5 сек. стоять не разгибаясь, а затем выпрямиться и пройти по прямой линии с закрытыми глазами 5 м.

Реакция оценивается по степени отклонения туловища в сторону вращения и наличию вегетативных симптомов: побледнение лица, учащение пульса, потливость, тошнота, рвота, обморок.

Слабая реакция - небольшой наклон (1-я степень), средняя реакция - явный наклон (2-я степень), сильная (3-я степень) - наклон вплоть до падения. При выполнении этой пробы обеспечивается страховка.

4. Исследование нервно-мышечного аппарата (двигательного анализатора)

1. *Состояние анализа информации о положении тела* и его отдельных частей в пространстве можно проверить с помощью угломера.

Стоя, руки поднять и согнуть в локтевом суставе до заданного угла под контролем угломера, повторить под контролем зрения. Через 10 сек. повторить сгибание с закрытыми глазами 2-3 раза. Ошибка в результате больше $\pm 10^\circ$ недопустима, требуется дополнительная тренировка двигательного анализатора.

2. *Состояние анализа информации о мышечном усилии* исследуется с помощью кистевого динамометра.

Определяется величина максимального усилия кисти. Под контролем зрения выполняется усилие, равное 50 % от максимального. Затем необходимо 3-кратное повторение аналогичного усилия без контроля зрения с интервалом в 30 сек. Можно выполнять задание с усилием, равным 75 % от максимального. Допустимо отклонение в результате в пределах $\pm 20\%$. При большей ошибке требуется тренировка двигательного анализатора.

3. Темпинг-тест.

Берут лист бумаги, делят на 4 квадрата размером 10×10 см, квадраты нумеруют. В каждом из них движением кисти делается максимальное количество точек за 10 сек. Подсчитывают точки путем зачеркивания. Оценка результата: оптимальное количество точек в первом квадрате составляет 70. В последующих оно возрастает при

хорошем функциональном состоянии ЦНС и двигательного анализатора. При утомлении количество точек меньше указанного и они либо уменьшаются в динамике, либо то возрастают, то уменьшаются.

4. Измерение времени простой двигательной реакции.

Этот показатель характеризует состояние ЦНС, важен при развитии двигательного качества быстроты. Выражается во времени от подачи сигнала (свет, звук, речь) до ответного движения испытуемого. Сигнал воспринимается в коре головного мозга, анализируется, формируется двигательный ответ.

С возрастом время уменьшается даже без специальной подготовки (до 15 лет), с 35 лет - увеличивается. Для не занимающихся физкультурой и спортом оно составляет 200...300 мс, у спортсменов - 100...200 мс.

Методика: линейка длиной 30-50 см (или гимнастическая палка с делениями по 1 см) удерживается вертикально экспериментатором. Испытуемый вытягивает вперед руку. Нижний конец линейки с нулевым делением находится между большим и указательным пальцами испытуемого. Линейка отпускается, испытуемый должен ее подхватить как можно раньше. Учитывается расстояние на линейке по верхнему краю кисти в сантиметрах. Выполняется 3-5 проб, находят среднюю величину. Перевод в единицы времени проводят по специальной таблице.

5. Исследование реакции на движущийся объект.

Показатель важен для многих видов спортивной деятельности (спортивные игры, единоборства). Для выполнения пробы требуется линейка длиной 50-60 см с отметкой посередине. Экспериментатор держит линейку за верхний край, а испытуемый вытягивает руку вперед, располагая кисть около нижнего края линейки. При падении линейки ее следует схватить на уровне отметки.

Измеряются отклонения в см (в любую сторону) 3-5 раз, вычисляют среднее значение. Обычное отклонение составляет 13 см для юношей 19-20 лет, а для девушек - 15 см.

6. Определение моторной асимметрии человека.

Под моторной асимметрией понимают совокупность признаков первенства функций рук, ног, мышц правой или левой половины туловища, лица, что сказывается на формировании общего двигательного поведения человека.

Правши составляют примерно 75 % общества, левши - 5...10%; 15...20 % - обоерукие (амбидекстры).

Ведущая часть тела более сильная, более эффективная по точности, быстрее движения.

А. Тесты для определения ведущей руки (выполняются по команде):

сцепление пальцев. Сверху располагается большой палец ведущей руки; "поза Наполеона". Скрещивание рук на груди. Сверху ведущая; аплодирование. Более активна ведущая рука; кистевая динамометрия. Сильнее ведущая рука; тест на точность. В середине бумажного листа поставить точку. Закрывать глаза и ставить точки одной рукой как можно ближе к середине. Ведущая рука ставит точки ближе к центральной. Если результаты тестов противоречивы, то моторной асимметрии рук нет.

Б. Определение ведущей ноги.

У большинства людей (а это правши в 70 %) ведущей ногой является левая (так называемая перекрестная асимметрия), у 20 % населения ведущими являются одноименные рука и нога (правые).

Ведущая нога имеет большую длину шага, силу и тонус мышц, более высокую точность удара (футбол и др.). Она, как правило, является маховой в прыжках, а неведущая - толчковой (прыжки в длину и высоту).

Для определения ведущей ноги приняты тесты:

опускание на одно колено (чаще на ведущее);

закладывание ноги на ногу (ведущая сверху) в положении сидя;

внезапный шаг. Закрывать глаза, встать на цыпочки, руки вперед.

Сзади человека слегка подталкивают (не до падения). Первый шаг делается ведущей ногой. Этот тест наиболее важен, так как отражает врожденные свойства человека, а не приобретенные.

7. Исследование тонуса мышц.

Необходимое оборудование: миотонометр, протокол исследования.

В положении лежа, расслабившись, устанавливают миотонометр на наиболее выступающую часть бедра. Определяют тонус максимально расслабленной мышцы, затем, не сдвигая прибор, - при максимальном напряжении. Разница в показателях - амплитуда тонуса.

Оценка результата: у хорошо тренированного человека тонус расслабления характеризуется минимальной величиной, а напряжения -

максимальной, разница - не менее 40 миотон. Утомление мышц снижает все показатели.

5. Исследование вегетативной нервной системы.

Проводится с помощью проб с изменением положения тела в пространстве.

1. *Ортостатическая проба.* При переходе из положения лежа в положение стоя отмечаются изменения в ЧСС.

Пробе предшествует отдых в течение 5 минут в положении лежа, в конце которого считают ЧСС за 15 сек., затем испытуемый медленно встает, считая ЧСС за первые 15 сек. Разница в показателях не должна превышать 12-18 ударов.

Учащение пульса более чем на 18 ударов говорит о превалировании симпатического отдела вегетативной нервной системы; менее, чем на 12 ударов - о повышении тонуса парасимпатического отдела. В тренированном организме эти отделы находятся в состоянии динамического равновесия

2. *Проба Кремптона* (вариант ортостатической пробы). Испытуемый из положения лежа переходит в вертикальное положение и сразу в течение 2 мин. измеряется ЧСС и АД. Результат подсчитывается по формуле:

$$3,15 + Дс = ЧСС / 20,$$

где Дс - систолическое АД,

ЧСС - частота сердечных сокращений.

Если получен результат менее 50, реакция квалифицируется как недостаточная, 50...70 - слабая, 75...100 - средняя, выше 100 - отличная.

3. *Клиностатическая проба.* При переходе из положения стоя (ортостатика) в положение лежа (клиностатика) пульс урежается на 4-12 ударов.

Методика: испытуемый стоит в течение 5 минут, за последние 15 сек. подсчитывают пульс. Затем он медленно ложится, пульс считается за первые 15 сек. Урежение пульса менее указанных цифр говорит о преобладании парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

4. *Индекс Кердо* (Ик) свидетельствует о состоянии вегетативной нервной системы, рассчитывается по формуле:

$$Ик = 1 - (Дд / ЧСС) \cdot 100$$

где Дд - диастолическое давление, ЧСС - частота сердечных сокращений, уд./мин.

У здорового человека он равен нулю, т. е. симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы находятся в состоянии динамического равновесия.

Показатель нормы - $0 \pm 10\%$.

При преобладании симпатического тонуса индекс увеличивается, а при преобладании парасимпатического - снижается, становится отрицательным.

Особенно информативен этот показатель при оценке видов деятельности, характеризующихся высоким нервно-психическим напряжением. Имеет значение возраст, пол, функциональное состояние, уровень квалификации.

5. *Исследование дермографизма* (дерма - кожа, графика - рисование). Проводят тупым предметом с небольшим усилием по коже груди прямую линию. Отмечают появление следовой реакции в виде розовой полосы через 2-3 сек. (нормальный тонус обоих отделов вегетативной нервной системы). В других случаях возможно длительное сохранение белой полосы (превалирование симпатического отдела) или появление ярко-красной полосы (преобладание парасимпатического отдела) или появление отечности в месте исследования.

По окончании тестирования нервной системы следует сопоставить все полученные результаты с нормативными значениями, провести объективный анализ состояния этой системы, выявить возможные причины негативных показателей, увязать их с двигательным режимом и дать рекомендации по его коррекции.

6. *Глазосердечная проба*. Используется для определения возбудимости парасимпатических центров регуляции сердечного ритма. Проводится на фоне непрерывной регистрации ЭКГ, во время которой надавливают на глазные яблоки обследуемого в течение 15С (в направлении горизонтальной оси орбит). В норме надавливание на глазные яблоки вызывает замедление сердечного ритма. Учащение ритма трактуется как извращение рефлекса, протекающего по симпатикотоническому типу. Можно осуществить контроль за частотой

сердечных сокращений пальпаторно. В этом случае пульс подсчитывается за 15С до проведения пробы и во время надавливания.

Оценка пробы:

- урежение пульса на 4 - 12 уд. в мин - нормальная;
- урежение пульса на 12 уд. в мин - резко усиленная;
- урежения нет - ареактивная;
- учащения нет - извращенная.

7. *Клиностатическая проба*. Характеризует возбудимость центров парасимпатической иннервации. Методика поведения: исследуемый плавно переходит из положения стоя в положение лежа. Подсчитывают и сравнивают частоту пульса в вертикальном и горизонтальном положениях. Клиностатическая проба в норме проявляется замедлением пульса на 2-8 уд.

Таблица 1

Оценка возбудимости центров парасимпатической иннервации

Возбудимость	Степень замедления пульса при клинической пробе. %
Нормальная:	
слабая	До 6,1
средняя	6,2 - 12,3
живая	12,4 - 18,5
Повышенная:	
слабая	18,6 - 24,6
заметная	24,7 - 30,8
значительная	30,9 - 37,0
резкая	37,1 - 43,1
очень резкая	43,2 и более

Контрольные вопросы

1. Исследование ЦНС (функция координации, равновесия, устойчивость нервных процессов).
2. Исследование нервно-мышечного аппарата.
3. Исследование вегетативной нервной системы (проба Ашнера, дермографизм, клино-ортостатическая проба)

Список рекомендуемой литературы

1. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 288 с.
2. Чумаков Б.Н. Физиология человека для инженеров: Учебник. – М.: Педагогическое общество России, 2006. – 256 с.
3. Макаров В.А. Физиология. Основные законы, формулы, уравнения. – М.: ГОЭТАР-МЕД, 2001. – 112 с.
4. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность: Учеб. пособие. – М.: медицина, 2002. – 392 с.
5. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Лабораторный практикум: Учебн. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: Изд. центр «Академия», 2005. – 256 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды

УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по учебной работе
Е.А. Кудряшов
2012 г.



Оценка функционального состояния сердечно - сосудистой системы

Методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда» для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»

Курск 2012

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.В. Протасов*

Оценка функционального состояния сердечно – сосудистой системы: методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков Курск, 2012. 13 с.: табл. 3. Библиогр.: с. 12.

Излагаются методические рекомендации по изучению функционального состояния сердечно – сосудистой системы в процессе труда.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *9.02.12*. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. *47*. Уч.-изд. л. *26*. Тираж 30 экз. Заказ *361*. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: ознакомиться с методами оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы в процессе труда и освоить методики проведения и оценки результатов проб, используемых при исследовании указанной системы.

Общие положения

Система кровообращения в значительной степени определяет адаптацию организма к физическим нагрузкам, поэтому контроль за ее функциональным состоянием очень важен в практике физиолого-гигиенического нормирования. Исследование изменений функционального состояния сердечно-сосудистой системы позволяет судить об адаптации организма к выполненной нагрузке или определенному воздействию на организм.

Среди наиболее информативных и доступных в прикладной физиологии индикаторов неблагоприятного воздействия физической и нервно-психической нагрузок, физических, химических и других факторов среды широкое распространение получили количественные и качественные показатели сердечно-сосудистой системы.

В зависимости от задачи исследования схематически можно выделить минимальный (обязательный) и углубленный варианты комплексного исследования системы кровообращения и ее регуляции. В обязательный комплекс целесообразно включить:

- пульсометрию;
- артериальную тонометрию;
- электрокардиографию (ЭКГ).

Пульсометрия — наиболее распространенный и самый простой метод оценки сердечно-сосудистой деятельности человека. Обычно ее выполняют пальпаторно, хотя сейчас широко используются дистанционные и другие методы исследования пульса, совмещенные например, с электрокардиографией.

ЭКГ широко используется для характеристики биоэлектрической активности сердца при оценке воздействия внешних и внутренних факторов на регуляцию сердечной деятельности.

Методика ЭКГ основана на регистрации разности потенциалов возбужденных и находящихся в покое участков сердечной мышцы.

Артериальная тонометрия заключается в измерении систолического и диастолического давления.

Наибольшее распространение получили способы звуковой (по Короткову), осциллографический, значительно меньшее — тахоосциллографический (с использованием механокардиографа).

Для измерения артериального давления (АД) наряду с широко используемыми ртутными тонометрами и мембранными сфигмоманометрами внедрены в практику электронные измерители АД со звуковой, световой и цифровой индикацией.

По данным систолического и диастолического АД могут быть рассчитаны гемодинамические показатели, по изменению которых можно составить косвенное представление о работе сердца, степени тяжести и напряженности труда.

Для выявления скрытых нарушений функционирования и резервных возможностей сердечно-сосудистой системы используются дозированные нагрузки (тесты) с анализом результатов пульсометрии, артериальной тонометрии и ЭКГ в ответ на нагрузку, а также восстановительных реакций.

1. Определение характера пульса в различных физических состояниях.

Материалы и оборудование для исследования: секундомер или часы с секундной стрелкой.

Пульс — это ритмические колебания стенки артериальных сосудов, вызываемые повышением давления в период систолы.

Нормальная частота пульса взрослого человека в покое составляет 60...89 ударов в минуту. Пульс реже 60 уд/мин (брадикардия) может быть выявлен в покое у спортсменов, как показатель экономизации функции кровообращения (при хорошем самочувствии).

Пульс с частотой более 89 ударов в минуту в покое (тахикардия) встречается у людей в состоянии переутомления или перенапряжения. На частоту пульса в покое влияют пол, состояние здоровья, эмоциональный статус, время суток, прием алкоголя, кофе и других возбуждающих напитков, курение и другие факторы. Изменение ЧСС в нагрузке зависит от характера и интенсивности выполняемой работы, уровня, квалификации испытуемого, его здоровья.

Ритмичность пульса определяется следующим образом: необходимо подсчитать частоту пульса 2-3 раза по 10-секундным интервалам и сопоставить между собой. Показатели могут различаться не более чем на 1 удар или полностью совпадать. При разнице более 1

удара пульс считается неритмичным. Ритмичность пульса нарушается при различных патологических изменениях в миокарде.

Наиболее точно ритмичность пульса определяется по электрокардиограмме (ЭКГ). Для этого достаточно иметь запись биотоков сердца в 1 отведении (3-4 цикла) и измерить расстояние между соседними зубцами R (R-R).

Равномерность интервалов говорит о ритмичности пульса. Следует установить наполнение и напряжение пульса путем некоторого пальцевого сопротивления току крови, которые в значительной степени определяются состоянием сердечной мышцы, эластичностью сосудов, количеством циркулирующей крови, ее физико-химическим состоянием. Пульс у здорового человека может быть полным, при патологии — слабого наполнения и напряжения или даже нитевидным — при критическом состоянии.

В основе регистрации пульса лежит пальпаторный метод. Он заключается в прощупывании и подсчете пульсовых волн. Обычно принято определять пульс на лучевой артерии, у основания большого пальца, для чего необходимо захватить кисть в области лучезапястного сустава так, чтобы указательный, средний и безымянный пальцы располагались с ладонной стороны, а большой — с тыльной стороны кисти. Артерия нащупывается и прижимается к кости. После высокой нагрузки более точно можно подсчитать частоту сердцебиений (которая равна частоте пульса), положив руку на область сердца. В состоянии покоя пульс можно считать в течение 10, 15, 30 или 60-секундных интервалов. После физической нагрузки пульс считают 10-секундными интервалами.

Кроме этого пульс можно определять:
на височной артерии — приложить пальцы в области височной кости;
на сонной артерии — на середине расстояния между углом нижней челюсти и грудино-ключичного сочленения указательный и средний пальцы кладутся на адамово яблоко (кадык) и продвигаются вбок на боковую поверхность шеи;
на бедренной артерии — пульс прощупывается в бедренной складке.

При подсчете пульса необходимо придерживаться определенных требований. Прощупывать пульс следует пальцами, положенными ладонями, а не кончиками пальцев.

Пульс необходимо измерять в одном и том же положении (сидя или стоя).

Испытуемый подсчитывает собственный пульс в разных физических состояниях: сидя, стоя, результат зафиксируйте.

Затем испытуемый делает 20 приседаний в среднем ритме. Быстро садится на стул и подсчитывает число пульсовых ударов за 10 с сразу после нагрузки, затем спустя 30, 60, 90, 120, 150, 180 с. Все результаты заносятся в табл. 1.

Таблица 1

Состояние пульса в различных физических состояниях

Пульс до работы	Пульс сразу после работы	Пульс через интервалы, с						
		10	30	60	90	120	150	180

На основании полученных данных постройте график. На оси абсцисс отложите время, на оси ординат — частота сердечных сокращений (ЧСС). Найдите на графике среднее значение ЧСС в состоянии покоя и через это место проведите горизонтальную линию, параллельную оси абсцисс. Необходимо определить, во сколько раз увеличится частота сердечных сокращений после 20 приседаний, за какое время ЧСС возвращается к норме.

Оценка полученных результатов.

Частота пульса у людей в возрасте 18—25 лет в норме составляет 60—90 ударов в минуту. В положении лежа пульс в среднем на 10 уд/мин меньше, чем в положении стоя. У женщин пульс на 7—10 уд/мин чаще, чем у мужчин того же возраста. Частота пульса во время работы в пределах 100—130 уд/мин свидетельствует о небольшой интенсивности нагрузки. Частота 130—150 уд/мин характеризует нагрузку средней интенсивности. Частота 150—170 уд/мин — нагрузку ниже средней интенсивности. Частота 170—200 уд/мин свойственна предельной нагрузке.

Если частота сердечных сокращений после нагрузки увеличивается на 30 % и меньше — хорошо; если частота сердечных сокращений растет больше чем на 30 % — плохо, сказывается недостаточная тренированность. Если ЧСС возвращается к норме за 2 мин и меньше —

хорошо, если за время от 2 до 3 мин — удовлетворительно, если свыше 3 мин — следует заняться тренировкой организма.

2. Измерение артериального давления способом Короткова

Величина АД является одной из важнейших констант организма. Измерять АД можно не только прямым, но и косвенным методом. Принято измерять две величины: наибольшее давление, или систолическое, которое возникает при поступлении крови из сердца в аорту, и минимальное, или диастолическое давление, т. е. ту величину, до которой падает давление в артериях во время диастолы сердца. У здорового человека максимальное АД 100—140 мм рт. ст., минимальное 60—90 мм рт. ст. Разница между ними составляет пульсовое давление, которое у здоровых людей равно примерно 30—50 мм рт. ст.

Прибор для измерения давления называется сфигмоманометром. Способ основан на выслушивании звуков, слышимых ниже места сдавливания артерии, возникающих, когда давление в манжетке ниже систолического, но выше диастолического. При этом во время систолы высокое давление крови внутри артерии преодолевает давление в манжетке, артерия открывается и пропускает кровь. Когда во время диастолы давление в сосуде падает, давление в манжетке становится выше артериального, сжимает артерию и ток крови прекращается. В период систолы кровь, преодолевая давление манжетки, с большой скоростью продвигается вдоль ранее сдавленного участка и, ударяя о стенки артерии ниже манжетки, вызывает появление тонов.

Содержание работы. Студенты образуют пары: испытуемый и экспериментатор. Испытуемый садится боком к столу. Руку кладет на стол. Экспериментатор накладывает манжетку на обнаженное плечо испытуемого и закрепляет ее так, чтобы под ней свободно проходили два пальца; винтовой клапан на груше плотно закрывает, чтобы предотвратить утечку воздуха из системы; находит в локтевом сгибе руки испытуемого пульсирующую лучевую артерию и устанавливает на ней (не надавливая сильно) фонендоскоп; создает давление в манжетке, превышающее максимальное, а затем, слегка открыв винтовой клапан, выпускает воздух, что приводит к постепенному снижению давления в манжетке. При определенном давлении раздаются первые слабые тоны. Давление в манжетке в этот момент регистрируется как систолическое артериальное (СД). При дальнейшем

снижении давления в манжетке тоны становятся громче, и, наконец, резко заглушаются или исчезают. Давление воздуха в манжетке в этот момент регистрируется как диастолическое (ДД).

Время, в течение которого измеряют давление по Короткову, не должно превышать 1 мин.

Пульсовое давление ПД = СД - ДД.

Для определения должной индивидуальной нормы АД могут использоваться зависимости:

$$\text{для мужчин: } \begin{aligned} \text{СД} &= 109 + 0,5X + 0,05Y, \\ \text{ДД} &= 74 + 0,1X + 0,15Y; \end{aligned}$$

$$\text{для женщин: } \begin{aligned} \text{СД} &= 102 + 0,7X + 0,15Y, \\ \text{ДД} &= 78 + 0,17X + 0,15Y, \end{aligned}$$

где X — возраст, лет; Y — масса тела, кг.

Для определения среднего кровяного давления (СКД), выражающего энергию непрерывного движения крови и представляющего довольно постоянную величину для данного организма, можно использовать:

формулу Хикэма:

$$\text{СКД} = \text{ДД} + (\text{СД} - \text{ДД})/3 = \text{ДД} + \text{ПД}/3,$$

формулу Вещлера и Богера:

$$\text{СКД} = 0,42\text{СД} + 0,58\text{ДД}.$$

Величину ударного объема сердца определяют по формуле Старра:

$$\text{УО} = 101 + 0,5\text{СД} - 1,09\text{ДД} - 0,6\text{В},$$

где УО — ударный объем сердца, мл; В — возраст, годы.

Для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы рассчитывают минутный объем сердца (МО) и сравнивают его с должным минутным объемом (ДМО):

$$\text{МО} = \text{УО} \times \text{ЧСС}$$

$$\text{ДМО} = 2,2 \text{ ПТ},$$

где 2,2 — сердечный индекс, л, ПТ — поверхность тела, рассчитываемая по номограмме (рис. П4.1) или по формуле:

$$\text{ПТ} = K\sqrt{MH},$$

где K — коэффициент (для женщин $K = 0,162$, для мужчин $K = 0,167$); M — масса тела, кг; H — рост, см.

Задание.

1. Сравните полученные данные в эксперименте со среднестатистическими табличными данными (табл. 2) по артериальному давлению для вашего возраста. Сделайте вывод.

2. Рассчитайте значения: пульсового (ПД), среднего артериального (СКД), ударного объема (УО), минутного объема (МО). Известно, что в норме у здорового человека пульсовое давление составляет примерно 45 мм рт. ст.

Таблица 2

Значения артериального давления крови (в единицах mm Hg) согласно классификации Всемирной организации здравоохранения

Диапазон	Систолическое кровяное давление	Диастолическое кровяное давление	Меры
Гипотония	Ниже 100	Ниже 60	Врачебный контроль
Нормальное давление	Между 100 и 140	Между 60 и 90	Самостоятельный контроль
Умеренная гипертония	Между 140 и 160	Между 90 и 100	Консультация у врача
Гипертония средней тяжести	Между 160 и 180	Между 100 и 110	Консультация у врача
Тяжелая гипертония	Более 180	Более 110	Консультация у кардиолога

3. Исследование реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку

Материалы и оборудование для проведения исследования: тонометр, секундомер (либо часы с секундной стрелкой).

Для оценки функционального состояния и степени тренированности сердечно-сосудистой системы применяют различные способы. Синхронная регистрация разных внешних проявлений деятельности сердечно-сосудистой системы при взятии разных функциональных проб расширяет диагностические возможности в анализе работы этой важной системы организма. Можно разделить три основные типа реакции гемодинамики на функциональные нагрузки:

адекватный - с умеренным учащением пульса не более чем на 50 %, увеличением СД до 30 % при незначительных колебаниях ДД и восстановлением за 3 - 5 мин;

неадекватный - с чрезмерным увеличением показателей пульса и АД и задержкой восстановления не более 5 мин;

парадоксальный - не соответствующий энергетическим потребностям, с колебаниями показателей менее 10% около исходного уровня.

Ход работы. В опыте участвуют четверо: испытуемый, измеряющий АД, подсчитывающий пульс и записывающий данные измерений в таблице (табл. 3). Усаживают испытуемого. Один из участников опыта измеряет у него СД и ДД, второй заполняет таблицу отчета, третий подсчитывает пульсовые удары и тоже протоколирует их. Определение АД и пульса идет обязательно одновременно. Измерения проводят несколько раз, пока не будут получены по два одинаковых (близких) показателя АД и пульса. Разъединив манжетку и тонометр прибора (манжетку не снимать в течение всего опыта), предлагают испытуемому встать. Быстро соединяют манжетку с манометром и измеряют давление несколько раз подряд. Одновременно за каждые 15 с сообщаются данные частоты пульса. Измерения проводят до тех пор, пока показатели не вернуться к исходным величинам (до полного восстановления). Аналогичное наблюдение надо провести после физической нагрузки (20 приседаний).

Таблица 3

Фиксируемые значения показателей

Показатели	В покое (сидя)	После работы, спустя								
		0 с	10 с	50 с	1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	№ мин
ЧСС										
АД										

Для оценки тренированности сердечно-сосудистой системы к выполнению физической нагрузки, оценки ее резервных возможностей могут использоваться следующие показатели:

коэффициент выносливости (КВ), рассчитываемый по формулам Руфье:

$$КВ = \frac{(ЧСС_{п} + ЧСС_1 + ЧСС_2) - 200}{10}$$

либо Руфье—Диксона:

$$КВ = \frac{(ЧСС_1 - 70) + (ЧСС_2 - ЧСС_{п})}{10}$$

где ЧСС_п — исходный пульс покоя; ЧСС₂ — пульс за первые 10 с первой минуты после нагрузки; ЧСС₁ — пульс за последние 10 с первой минуты после нагрузки.

Оценивают КВ по 4-балльной шкале.

Формула.....	Руфье	Руфье—Диксон
Отлично	0,1-5	0 - 2,5
Хорошо	5,1-10	3 - 6
Удовлетворительно.....	10,1 - 15	6 - 8
Неудовлетворительно..	15,1 - 20	> 8

Показатель качества реакции (ПКР) оценивается по формуле:

$$\text{ПКР} = \frac{\text{ПД}_2 - \text{ПД}_1}{\text{ЧСС}_2 - \text{ЧСС}_1}$$

где ПД_i , ЧСС_1 и ПД_2 , ЧСС_2 — пульсовое давление, соответственно до и после нагрузки.

У здорового человека $\text{ПКР} < 1$. Увеличение ПКР свидетельствует о неблагоприятной реакции сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

При снижении физиологических резервов организма под влиянием длительной и тяжелой физической работы, кроме изменения числовых характеристик показателей функциональных проб, может затягиваться период восстановления физиологических функций. Одновременно может снижаться работоспособность человека по прямым показателям эффективности работы.

Задание.

1. Постройте графики восстановления ЧСС по полученным данным.

2. Оцените реактивность сердечно-сосудистой системы, рассчитав гемодинамические показатели.

Контрольные вопросы

1. Признаки экономизации сердечной деятельности в покое.
2. Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы (показатели кардиодинамики, гемодинамики в покое и в нагрузке).
3. Одномоментные двигательные функциональные пробы для оценки адаптированности организма к двигательной нагрузке, методика, анализ результатов.
4. Типы реакции сердечно-сосудистой системы на нагрузку.

Список рекомендуемой литературы

1. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. — М.: Изд. центр «Академия», 2004. — 288 с.
2. Чумаков Б.Н. Физиология человека для инженеров: Учебник. — М.: Педагогическое общество России, 2006. — 256 с.

3. Макаров В.А. Физиология. Основные законы, формулы, уравнения. — М.: ГОЭТАР-МЕД, 2001. — 112 с.
4. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность: Учеб. пособие. — М.: медицина, 2002. — 392 с.
5. Карпман В.Л. и др. Сердце и работоспособность спортсменов. М.: ФиС, 1988. 120 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра охраны труда и окружающей среды



Оценка функционального состояния системы внешнего дыхания и газообмена

Методические указания к проведению практических занятий
по дисциплине «Физиология труда» для студентов очной и
заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность
жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700
«Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность
жизнедеятельности в техносфере».

Курск 2012

УДК 658

Составители: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков

Рецензент

Кандидат химических наук, доцент *В.В. Протасов*

Оценка функционального состояния системы внешнего дыхания и газообмена: методические указания к проведению практических занятий по дисциплине «Физиология труда» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.М. Попов, Л.В. Шульга, А.Н. Барков Курск, 2012. 13 с.: табл. 2. Библиогр.: с. 12.

Излагаются методические рекомендации по изучению функционального состояния внешнего дыхания и газообмена в процессе труда.

Предназначены для студентов очной и заочной формы обучения специальности 280101 «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и направления 280700 «Техносферная безопасность» по профилю «Безопасность жизнедеятельности в техносфере».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *0.02.12*. Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. *0,77* Уч.-изд. л. *0,6* Тираж 30 экз. Заказ *362*. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: ознакомиться с методами оценки функционального состояния системы внешнего дыхания и газообмена в процессе производственной деятельности и освоить методики проведения и оценки результатов проб, используемых при исследовании указанной системы.

Общие положения

Система легочного дыхания организма, обеспечивающая артериализацию крови в легких, осуществляется благодаря строгой согласованности между собой трех процессов:

- вентиляции альвеол, обеспечивающей постоянство состава альвеолярного воздуха;
- непрерывного кровотока через капилляры легкого и распределения крови в строгом соответствии с интенсивностью вентиляции отдельных ее участков;
- диффузии биологических газов через легочную мембрану с необходимой скоростью.

При спирографическом исследовании удается судить о состоянии лишь одного из звеньев системы легочного дыхания - аппарата вентиляции.

Все показатели, характеризующие состояние функции внешнего дыхания, условно можно разделить на четыре группы.

К первой группе относятся показатели, характеризующие легочные объемы и емкости. К легочным объемам относятся: дыхательный объем, резервный объем вдоха, резервный объем выдоха, резервный объем выдоха и остаточный объем (количество воздуха, остающееся в легких после максимально глубокого выдоха). К емкостям легких относятся: общая емкость (количество воздуха, находящегося в легких после максимального вдоха), емкость вдоха (количество воздуха, соответствующее дыхательному объему и резервному объему вдоха), жизненная емкость легких (состоящая из дыхательного объема, резервного объема вдоха и выдоха), функциональная остаточная емкость (количество воздуха, остающееся в легких после спокойного выдоха - остаточный воздух и резервный объем выдоха).

Ко второй группе относятся показатели, характеризующие вентиляцию легких: частота дыхания, дыхательный объем, минутный объем дыхания, минутная альвеолярная вентиляция, максимальная

вентиляция легких, резерв дыхания или коэффициент дыхательных резервов.

К 3-ей группе относятся показатели, характеризующие состояние бронхиальной проходимости: форсированная жизненная емкость легких (проба Тиффно и Вотчала) и максимальная объемная скорость дыхания во время вдоха и выдоха (пневмотахометрия).

В четвертую группу входят показатели, характеризующие эффективность легочного дыхания или газообмен. К этим показателям относятся: состав альвеолярного воздуха, поглощение кислорода и выделение углекислоты, газовый состав артериальной и венозной крови.

1. Методы оценки функции внешнего дыхания

Функциональное состояние дыхательного аппарата может характеризоваться как качественными (ритм), так и количественными (частота, глубина дыхания, минутный объем дыхания, жизненная емкость легких) показателями.

Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) определяется, в частности, спирометром (сухим или водным). Более точные данные получают при графической регистрации ЖЕЛ спирографами.

Жизненная емкость легких не является показателем функциональной способности аппарата внешнего дыхания. Величина ЖЕЛ человека зависит в основном от его пола, возраста и роста. Существует и возможность определения ЖЕЛ работников при сравнительной оценке рабочих поз. Так, если ЖЕЛ в свободном вертикальном положении принять за 100 %, то при наклоне вперед она будет составлять 88,5 %, а при откидывании назад - 75 %.

На величину ЖЕЛ влияет тяжесть физической работы: незначительная увеличивает ЖЕЛ, большая снижает ее (из-за активных выдохов, уменьшающих объем грудной клетки). Определение ЖЕЛ может использоваться также для оценки уровня физической работоспособности человека.

Выражают ЖЕЛ как в абсолютных единицах, так и в процентах к нормативам, разработанным с учетом пола, возраста и роста человека, это «должная ЖЕЛ» (ДЖЕЛ). Считается, что фактическая ЖЕЛ соответствует должной, если отклоняется от нее не более чем на ± 15 %.

Минутный объем дыхания (МОД) или легочная вентиляция в стационарных условиях определяется по измерениям газовым счетчиком или газовыми часами (влажными или сухими) выдыхаемого воздуха за фиксируемое время. При невозможности расположения газометра рядом с испытуемым используют специальные мешки Дугласа из прорезиненной ткани, которые фиксируют на спине работника.

Величина МОД в покое у мужчин 5 - 7 л, у женщин на 20 - 25 % меньше. При выполнении физической работы (за исключением локальной) с преобладанием динамического компонента существующая практически прямая зависимость между интенсивностью нагрузки и МОД позволяет в ряде случаев классифицировать тяжесть труда по величине МОД: при легкой работе МОД < 12 л/мин, средней тяжести - до 20 л/мин, тяжелой - до 36 л/мин, очень тяжелой - более 36 л/мин.

Частота дыхания (количество дыхательных движений за 1 минуту) в стационарных условиях определяется с использованием спирографа или пневмографа, а также визуальным наблюдением за дыхательными движениями грудной клетки. Если в производственных условиях это не осуществимо, применяют телеметрическую аппаратуру. Однако при физической работе с участием мышц корпуса применение данной методики также ограничено.

Газообмен — суть поглощение организмом кислорода из вдыхаемого воздуха и выделение углекислого газа с выдыхаемым.

Измерение газообмена часто бывает необходимо для измерения величины энергозатрат при выполнении работ разных видов. Энергозатраты могут служить мерой тяжести труда (только для физических работ с преобладанием динамического компонента), быть информативным показателем для оценки рациональности трудового процесса (например, энергозатрат до и после внедрения оздоровительных мероприятий). По энергетическому признаку работа может быть охарактеризована как «легкая» при энергозатрате менее 2,5 ккал/мин, «средней тяжести» — от 2,6 до 5 ккал/мин, «тяжелая» — от 5,1 до 7,7 ккал/мин, «очень тяжелая» — более 7,8 ккал/мин.

Рост энергозатрат при неизменяющейся работе служит достаточно важным признаком развития утомления. Величины энергозатрат следует использовать при оценке физических нагрузок, микроклимата, нормирования и организации труда.

Существует несколько методов определения величины энергозатрат человеком. Наиболее широко распространен метод непрямой

мой калориметрии с обязательным измерением газообмена. Для определения количеств углекислого газа и кислорода используют газоанализаторы.

Измерив количество потребленного кислорода и выделенного углекислого газа, рассчитывают дыхательный коэффициент ДК = CO_2/O_2 . По его величине определяют калорический эквивалент кислорода, умножив который на количество потребленного кислорода, получают величину энергозатрат.

Пример. Расчет данных газового анализа. Во время работы выделено углекислого газа 3,85%, поглощено кислорода 16,9%. Легочная вентиляция оказалась равной 19,4 л/мин. Состав вдыхаемого воздуха следующий: углекислоты 0,03 %, кислорода 20,93 %, азота 79,04 %, Количество азота в выдохнутом воздухе составит:

$$100 - (3,85 + 16,9) = 79,25 \%$$

В атмосферном воздухе на каждые 79,04% азота приходится 20,93 % кислорода. В нашем опыте выдохнуто 79,25 %. Соответствующее этому количество кислорода, %, может быть вычислено из пропорции

$$79,04/20,93 = 79,25/ x, \text{ откуда } x = 20,98.$$

Итак, 79,25 % азота соответствуют 20,98 % кислорода.

Определим количество кислорода, поглощенного организмом, %:
 $20,98 - 16,9 = 4,08.$

Количество выделенной углекислоты, %:

$$3,85 - 0,03 = 3,82.$$

Зная легочную вентиляцию и процентное содержание углекислоты и кислорода в выдохнутом воздухе, можно определить количество поглощенного кислорода и выделенной углекислоты в абсолютных величинах. Если легочная вентиляция во время работы была 19,4 л/мин, то абсолютное количество кислорода, $cm^3/мин$,

$$O_2 = 4,08 \times 19,4 \times 1000/100 = 791,$$

абсолютное количество углекислоты, $cm^3/мин$,

$$CO_2 = 3,82 \cdot 19,4 \cdot 1000/100 = 741,$$

По величине ДК (табл. П 1) определяется энергетический эквивалент кислорода (ЭЭК). Калорическая стоимость кислорода при ДК = 0,94 составляет 4,97 ккал. Отсюда калорическая стоимость 791 cm^3 кислорода составит

$$4,97 \times 791/1000 = 3,9 \text{ ккал.}$$

Полученная величина энергозатрат свидетельствует, что выполняющаяся работа может быть отнесена к категории работ средней тяжести.

Энергозатраты, ккал/мин, можно ориентировочно рассчитать по величине легочной вентиляции (МОД):

$$\mathcal{E} = 0,2 \text{МОД,}$$

где \mathcal{E} — энергозатраты, ккал/мин; МОД — минутный объем дыхания, л/мин:

2. Исследование функций внешнего дыхания

Функциональное состояние системы внешнего дыхания оценивают в целях определения участия ее в энергетическом, тепловом, водном обменах организма, т.е. в физическом и химическом компонентах терморегуляции для поддержания, главным образом, газового и теплового гомеостаза, используя качественные (ритм) и количественные (частота, глубина, МОД и др.) показатели.

Различают четыре первичных легочных объема:

дыхательный объем (ДО) газа, вдыхаемого или выдыхаемого при каждом цикле в спокойном состоянии;

резервный объем вдоха ($PO_{зд}$) — максимальный объем газа, который можно дополнительно вдохнуть после обычного вдоха;

резервный объем выдоха ($PO_{выд}$) — максимальный объем газа, который можно дополнительно выдохнуть после обычного выдоха;

остаточный объем (ОО) - объем газа, оставшегося в легких после максимального выдоха.

Кроме того, различают также четыре емкости, каждая из которых включает по два (или более) первичных объема:

общая емкость легких (ОЕЛ) - объем газа в легких в конце максимального вдоха (в нормальных условиях состоит из

$$PO_{зд} (50 \%) + ДО (11 \%) + PO_{звд} (15 \%) + ОО (24 \%);$$

жизненная емкость легких (ЖЕЛ) - наибольший объем газа, который можно выдохнуть после максимального вдоха, определяемый суммой:

$$ДО + PO_{зд} + PO_{звд};$$

емкость вдоха (ЕВ) - максимальный объем газа, который можно вдохнуть после спокойного выдоха:

$$ДО + PO_{м};$$

функциональная остаточная емкость (ФОЕ) - газа, остающегося в легких после спокойного выдоха:

$$PO_{звд} + ОО.$$

В норме ЕВ \approx 75 % ЖЕЛ, а $PO_{звд} \approx$ 25 % ЖЕЛ. Следует учитывать, что $PO_{звд}$ - очень переменная величина, значительно меняющаяся даже у одного и того же лица.

Один из основных показателей вентиляции легких МОД определяется по формуле

$$МОД = ДО \times ЧДД,$$

где ЧДД - частота дыхательных движений.

Коэффициент легочной вентиляции (КЛВ) рассчитывают по формуле:

$$КЛВ = ДО / (PO_{звд} + ОО).$$

Резерв дыхания — показатель, характеризующий возможность человека увеличить легочную вентиляцию, т. е. способность увеличивать интенсивность дыхания от спокойного до максимального:

$$РД = V_{л_{max}} - МОД,$$

где $V_{л_{max}}$ - максимальная вентиляция, л.

При проведении измерений следует учитывать, что минимальные результаты у здоровых людей обычно получаются в положении лежа, а максимальные — стоя.

Для оценки адекватности полученных данных их обычно сравнивают с должными величинами. Для их определения предложен ряд таблиц, номограмм и эмпирических уравнений.

Должная жизненная емкость легких (ДЖЕЛ), мл:

для женщин

$$ДЖЕЛ = 0,049P - 0,019B - 3,76;$$

для мужчин

$$ДЖЕЛ = 0,052P - 0,028B - 3,2,$$

где P — рост, см; B — возраст, годы.

При возрасте от 15 до 22 лет величину ДЖЕЛ следует снизить на 200 мл.

Должная минутная вентиляция легких (ДМВЛ), мл:

для женщин

$$ДМВЛ = 26 ДЖЕЛ;$$

для мужчин

$$ДМВЛ = 25 ДЖЕЛ.$$

Должная общая емкость легких (ДОЕЛ), мл:

для лиц 15 — 34 лет

$$ДОЕЛ = ДЖЕЛ / 0,8;$$

для лиц 35 — 49 лет

$$ДОЕЛ = ДЖЕЛ / 0,75;$$

для лиц старше 50 лет

$$ДОЕЛ = ДЖЕЛ / 0,65.$$

Должный минутный объем дыхания (ДМОД) определяют по формуле А. Г. Дембо:

$$ДМОД = ДОО / (7,07 \times 40),$$

где ДОО - должный основной обмен, ккал/сут, определяемый по таблицам Гарриса - Бенедикта либо по формулам.

Должный основной обмен (ДОО):

для женщин

$$\text{ДОО} = 65,59 + 19,56M + 1,85P - 4,67B;$$

для мужчин

$$\text{ДОО} = 66,47 + 13,7M - 5,0P - 6,75B,$$

где М — масса тела, кг; Р — рост, см; В — возраст, годы.

Функциональная проба с задержкой дыхания (проба Штанге)

Время, в течение которого человек может задерживать дыхание, преодолевая желание вдохнуть, индивидуально, зависит от состояния аппарата внешнего дыхания и системы кровообращения. Поэтому длительность произвольной максимальной задержки дыхания может использоваться в качестве функциональной пробы. Способность человека к длительной задержке дыхания свидетельствует о наличии значительных резервов в организме.

У здоровых людей максимальная задержка дыхания после спокойного вдоха 50 — 60 с, после спокойного выдоха она меньше — 30 — 40 с. Эти показатели меняются при форсированном дыхании.

3. Экспериментальная оценка системы внешнего дыхания

Материалы и оборудование, используемое в работе: сухой спирометр, секундомер.

Ход работы. Одномоментное определение ЖЕЛ. Поставить шкалу спирометра на «0». Сделать максимальный вдох, взять мундштук в рот, зажать нос и сделать максимальный выдох в спирометр. Записать показания и поставить шкалу прибора на «0».

Определение первичных легочных объемов. Для определения ДО после спокойного вдоха следует сделать спокойный, нормальный выдох в спирометр. Сняв показания, поставить шкалу прибора на «0».

Для определения $PO_{\text{в.д}}$ после спокойного нормального выдоха в атмосферу сделать максимальный выдох в спирометр. Записать показания счетчика и поставить шкалу прибора на «0». Определить

$$PO_{\text{в.д}} = \text{ЖЕЛ} \cdot (\text{ДО} + PO_{\text{в.л}}).$$

Определение показателя внешнего дыхания (ПВД). ПВД характеризует потенциал внешнего дыхания по удалению CO_2 и насыщению крови кислородом. Он определяется делением ЖЕЛ, мл, на массу тела, кг. При длительном отсутствии физической нагрузки мышцы, участвующие в дыхательных движениях, несколько теряют работоспособность, что ведет к снижению эффективности газообмена, недостатку кислорода в организме, вследствие чего появляется риск возникновения разных патологий. В табл. 1 представлены обобщенные результаты оценки показателя внешнего дыхания для людей в возрасте до 40 лет.

Таблица 1

Оценка показателя внешнего дыхания людей в возрасте до 40

Состояние	Мужчины	Женщины
Отличное	>66	>62
Хорошее	61-65	58-61
Удовлетворительное	56-60	51-57
Плохое	51-55	50-53
Очень плохое	46-50	45-49

Определение максимальной задержки дыхания на вдохе и выдохе. Исследуемый 3—4 мин дышит спокойно, затем после обычного выдоха делает глубокий вдох или глубокий выдох и задерживает дыхание как можно дольше. По секундомеру определяют продолжительность задержки дыхания. Максимальную задержку дыхания определяют как среднее арифметическое результатов трех попыток.

Определение максимальной задержки дыхания после дозированной нагрузки. Исследуемому необходимо выполнить 20 приседаний за 30 с. После этого быстро сесть на стул, задержать дыхание и измерить максимальную задержку дыхания. Отдохнув одну минуту, в состоянии покоя необходимо измерить максимальную задержку дыхания на вдохе. Вычислить процентное отношение результатов после дозированной нагрузки к полученным в состоянии покоя. Сравнить данные с нормативными (табл. 2).

Таблица 2

Оценка функционального состояния системы внешнего дыхания

Экспериментаторы	Задержка дыхания, с		
	в покое (А)	после приседаний	после отдыха
Тренированные	46-60	>50% А	>100% А
Нетренированные	36-45	>30-40% а	>70-100% А

Задание: Рассчитать основные показатели внешнего дыхания и сравнить с должными. Полученные результаты представить в виде таблицы, проанализировать, сформулировать выводы и предложения.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные показатели внешнего дыхания.
2. Объясните зависимость МОД от выполняемой работы.
3. Объясните причину различий в величине максимальной задержки дыхания на вдохе до и после дозированной нагрузки.
4. Как влияет тренировка на динамику показателей внешнего дыхания и почему?
5. Какова роль дыхания в энергетическом обмене при выполнении работы?

Список рекомендуемой литературы

1. Занько Н.Г. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н.Г. Занько, В.М. Ретнев. – М.: Изд. центр «Академия», 2004. – 288 с.
2. Чумаков Б.Н. Физиология человека для инженеров: Учебник. – М.: Педагогическое общество России, 2006. – 256 с.
3. Макаров В.А. Физиология. Основные законы, формулы, уравнения. – М.: ГОЭТАР-МЕД, 2001. – 112 с.
4. Измеров Н.Ф., Каспаров А.А. Медицина труда. Введение в специальность: Учеб. пособие. – М.: медицина, 2002. – 392 с.
5. Человеческий фактор в обеспечении безопасности и охраны труда: Учеб. пособие / П.П. Кукин, Н.Л. Пономарев, В.М. Попов, Н.И. Сердюк. – М.: высшая школа. 2008. – 317 с.

Значение энергетического эквивалента кислорода

ДК	ЭЭК	ДК	ЭЭК
0,71	4,69	0,86	4,88
0,72	4,70	0,87	4,89
0,88	4,71	0,88	4,90
0,74	4,73	0,89	4,91
0,75	4,74	0,90	4,92
0,76	4,75	0,91	4,94
0,77	4,76	0,92	4,95
0,78	4,78	0,93	4,96
0,79	4,79	0,94	4,97
0,80	4,80	0,95	4,98
0,80	4,80	0,95	4,98
0,81	4,81	0,96	5,00
0,82	4,83	0,97	5,01
0,83	4,84	0,98	5,02
0,84	4,85	0,99	5,03
0,85	4,86	1,00	5,05

Примечание: ДК – дыхательный коэффициент

ЭЭК – энергетический эквивалент кислорода