

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра физического воспитания и спорта

## СОЦИАЛЬНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Методические указания к выполнению практических работ  
по дисциплинам «Физическая культура и спорт»,  
«Физическая культура и спорт» (Элективная дисциплина)  
для обучающихся по всем УГСН, реализуемым НИУ МГСУ

© Национальный исследовательский  
Московский государственный  
строительный университет, 2019

Москва  
Издательство МИСИ – МГСУ  
2019

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

УДК 796  
ББК 75  
С69

*Составители:*

Н.Н. Бумарскова, Т.Г. Савкив, В.А. Никишкин, Е.А. Лазарева

*Рецензент* — кандидат педагогических наук, доцент *С.В. Караулов*,  
доцент кафедры физического воспитания и спорта НИУ МГСУ

С69 **Социально-биологические основы физической культуры обучающегося** [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических работ по дисциплинам «Физическая культура и спорт», «Физическая культура и спорт» (Элективная дисциплина) для обучающихся по всем УГСН, реализуемым НИУ МГСУ / [сост. : Н.Н. Бумарскова и др.]. ; М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Нац. исследоват. Моск. гос. строит. ун-т, каф. физического воспитания и спорта. — Электрон. дан. и прогр. (0,6 Мб). — Москва : Издательство МИСИ – МГСУ, 2019. — Режим доступа: [http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r\\_91/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS](http://lib.mgsu.ru/Scripts/irbis64r_91/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS). — Загл. с титул. экрана.

В методических указаниях рассмотрены анатомо-физиологические особенности организма человека, основные физиологические функции и их регуляция в организме, адаптация организма к физическим нагрузкам и напряжениям.

Для обучающихся по дисциплинам «Физическая культура и спорт», «Физическая культура и спорт» (Элективная дисциплина).

*Учебное электронное издание*

© Национальный исследовательский  
Московский государственный  
строительный университет, 2019

Редактор *Н.А. Котова*  
Корректор *В.К. Чупрова*  
Верстка и дизайн титульного экрана *Д.Л. Разумного*

*Для создания электронного издания использовано:*  
Microsoft Word 2007, ПО Adobe Acrobat Pro

Подписано к использованию 15.02.2019 г. Объем данных 0,6 Мб.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет».  
129337, Москва, Ярославское ш., 26.

Издательство МИСИ – МГСУ.  
Тел.: (495) 287-49-14, вн. 13-71, (499) 188-29-75, (499) 183-97-95.  
E-mail: [ric@mgsu.ru](mailto:ric@mgsu.ru), [rio@mgsu.ru](mailto:rio@mgsu.ru)

## Содержание

Основные понятия .....	5
Организм человека как единая саморазвивающаяся и саморегулируемая биологическая система ....	6
Обмен веществ и его совершенствование под воздействием физической тренировки .....	6
Влияние физической тренировки на сердечно-сосудистую систему.....	7
Мышечный насос .....	12
Физическая тренировка и функция дыхания.....	12
Внутренние органы, системы организма человека и двигательная активность .....	17
Физиологические основы регуляции деятельности организма.....	18
Сенсорные системы организма человека.....	19
Образование двигательного навыка .....	19
Опорно-двигательный аппарат .....	20
Кости, суставы и двигательная активность .....	20
Роль двигательной активности в жизнедеятельности человека .....	22
Библиографический список .....	25

## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

*Социально-биологические основы физической культуры* — это комплекс медико-биологических, гуманитарных и социальных знаний (по анатомии, физиологии, морфологии, биологии, гигиене, педагогике, психологии, культурологии, социологии и др.), на достижениях которых базируются теория и методика физического воспитания и спортивной тренировки; принципы взаимодействия социальных и биологических закономерностей в процессе овладения человеком ценностями физической культуры.

*Организм человека* — единая сложная саморегулируемая и саморазвивающаяся биологическая система, находящаяся в постоянном взаимодействии с изменяющимися условиями окружающей внешней среды.

*Экология* — это область знания, часть биологии, учебная дисциплина и комплексная наука. Она рассматривает взаимоотношения организмов друг с другом и с неживыми компонентами природы Земли и ее биосферы. Экология человека изучает закономерности взаимодействия человека с природой, процесса сохранения и укрепления его здоровья.

*Экологические факторы* — показатели окружающей человека внешней среды, отражающие состояние воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов, световых потоков, геомагнитных и электромагнитных полей и т.п.

*Функциональные системы организма* — это группы органов, обеспечивающие протекающие в них согласованные процессы жизнедеятельности. К ним относятся нервная, кровеносная, дыхательная, опорно-двигательная, пищеварительная, выделительная, эндокринная (железы внутренней секреции), сенсорная (органы чувств) и другие системы. Они осуществляют свои функции в теснейшем взаимодействии. Например, регулярные занятия физическими упражнениями обеспечивают оптимальное функциональное состояние центральной нервной системы (ЦНС), что положительно влияет на процессы утомления и восстановления, отодвигает наступление утомления и ускоряет восстановление, способствует повышению физической и умственной работоспособности. Часть своих функций ЦНС осуществляет через систему органов внутренней секреции, эндокринные железы, вырабатывающие и выделяющие в кровь гормоны, которые, в свою очередь, являются важными регуляторами деятельности функциональных систем.

*Внутренняя среда организма* — это комплекс жидкостей (кровь, лимфа, тканевая жидкость), омывающих клеточные элементы и принимающих определенное участие в питании и обмене органов и тканей. От химического состава, физико-химических и биологических свойств внутренней среды зависят реактивность и возбудимость органов, их чувствительность к различным воздействиям, а также в значительной степени состояние и жизнедеятельность организма в целом.

*Гомеостаз* — постоянство внутренней среды организма (температуры тела, кровяного давления, содержания глюкозы в крови и т.п.). Регулируется с помощью совокупности сложных приспособительных реакций организма, направленных на устранение или максимальное ограничение действия различных факторов внешней и внутренней сред, нарушающих это равновесие.

*Саморегуляция и самосовершенствование организма* реализуются главным образом через совершенствование в организме механизмов адаптации (приспособления) к постоянно изменяющимся условиям внешней среды, производства, быта. Физическая тренировка вместе со сбалансированным питанием обуславливают эффективность саморегуляции и самосовершенствования организма.

*Адаптация* — процесс приспособления строения и функций организма к условиям существования. Различают несколько видов адаптации. Специфическая адаптация — совокупность изменений в организме, обеспечивающих постоянство его внутренней среды. Общая адаптация — совокупность изменений, приводящих к мобилизации энергетических и пластических (образование белка) ресурсов организма. Срочная адаптация — изменения, которые развиваются непосредственно во время воздействия какого-либо фактора (например физической нагрузки) за счет имеющихся в организме человека функциональных возможностей. Долговременная адаптация — развитие структурных и функциональных возможностей организма в результате многократного повторения срочных адаптационных процессов.

*Гипоксия* (кислородное голодание) — пониженное содержание кислорода в организме или отдельных органах и тканях. Возникает при недостатке кислорода во вдыхаемом воздухе или в крови, при нарушении биохимических процессов тканевого дыхания.

*Аэробная и анаэробная производительность организма.* Аэробная производительность — способность организма осуществлять энергетическое обеспечение двигательной деятельности за счет биохимических реакций, протекающих с участием кислорода. Анаэробная производительность — энергетическое обеспечение организма без участия кислорода.

*Порог анаэробного обмена (ПАНО)* — величина частоты сердечных сокращений, при которой происходит смена энергетического обеспечения организма с аэробного на анаэробный.

*Максимальное потребление кислорода (МПК)* — наибольшее количество кислорода, которое организм может потребить в минуту при предельно-интенсивной мышечной работе. Отражает эффективность взаимодействия дыхательной, сердечно-сосудистой и кровеносной систем. Величина МПК определяет функциональное состояние этих систем и характеризует степень тренированности организма к длительным физическим нагрузкам.

*Рефлекс* — реакция организма на раздражение, поступающее из внутренней и внешней сред, осуществляемая посредством центральной нервной системы. Биологическая сущность рефлекса заключается в приспособлении организма к этим изменениям. С помощью механизма рефлекса осуществляется единство организма и среды. Всякое мышечное движение имеет рефлекторную природу, рефлекторным же путем регулируется деятельность всех внутренних органов и систем.

## **ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА КАК ЕДИНАЯ САМОРАЗВИВАЮЩАЯСЯ И САМОРЕГУЛИРУЕМАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА**

Познание самого себя является важным шагом в решении проблемы формирования физической культуры личности будущего специалиста, который при изучении данной темы получает возможности:

- изучить особенности функционирования человеческого организма и отдельных его систем под влиянием занятий физическими упражнениями и спортом в различных условиях внешней среды;
- уметь диагностировать состояние своего организма и отдельных его систем, вносить необходимую коррекцию в их состояние средствами физической культуры и спорта;
- уметь рационально соотносить физкультурно-спортивную деятельность и индивидуальные особенности организма, а также учитывать условия труда, быта, отдыха.

## **ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФИЗИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ**

Обмен веществ (метаболизм) и энергии составляет сущность жизнедеятельности любого организма. Он характеризуется сложными биохимическими реакциями и зависит от согласованной деятельности систем вегетативного обеспечения: пищеварения, кровообращения и дыхания.

*Ассимиляция* — это образование в клетках организма свойственных ему веществ из других, которые поступают из внешней среды. При ассимиляции организм не только усваивает органические соединения, но и накапливает находящуюся в них энергию.

*Диссимиляция* — это окисление и распад органических соединений в клетках организма, при котором происходит образование и превращение энергии, перенос ее к участкам клеток, где она расходуется. Диссимиляция обуславливает различные виды деятельности органов и систем организма, в том числе и процесс ассимиляции.

Для нормальной жизнедеятельности организма необходим пластический и энергетический материал. Все процессы обмена углеводов, жиров и белков, происходящие в организме, тесно взаимосвязаны и представляют единое целое.

*Водоминеральный обмен* — это процессы поступления во внутреннюю среду организма ионов воды и минеральных веществ, их распределение и выделение в окружающую среду. Основной составной частью всех тканей клеток организма является вода, обеспечивающая протекание биохимических процессов и осуществляющая в организме транспортную, теплообменную и другие функции.

Минеральный обмен поддерживается на относительно постоянном уровне, но может существенно изменяться под влиянием различных факторов окружающей среды и мышечной деятельности.

Интенсивная физическая нагрузка сопровождается выбросом минеральных веществ в кровь, перераспределением их между тканями и усиленным выделением их из организма. При мышечной деятельности аэробного характера особенно много (с потом) теряется натрия, калия, фосфора. Недостаточное содержание минеральных веществ в организме человека сопровождается снижением физической работоспособности и развитием патологических состояний.

*Витамины* — специфические органические соединения, обладающие большой биологической активностью и оказывающие значительное воздействие на обмен веществ в организме, повышая его активность. Они обеспечивают высокую работоспособность организма и повышают его сопротивляемость к различным заболеваниям. Физкультурно-спортивная деятельность повышает потребность организма в витаминах.

*Энергетический баланс* — равенство между количеством энергии, получаемым организмом с пищей, и величиной энергетических затрат организма в сутки. Это основное условие жизнедеятельности организма. Для сохранения энергетического баланса, поддержания нормальной массы тела, обеспечения высокой умственной и физической работоспособности и профилактики заболеваний необходимо при достаточном и полноценном питании увеличить расход энергии за счет повышения двигательной активности, например с помощью регулярных занятий физическими упражнениями. Расход энергии зависит не только от характера и интенсивности работы, но и от возраста, пола, состояния здоровья, времени и других факторов.

Различают три условия энергетического обмена: основной обмен, энерготраты в состоянии относительного покоя и энерготраты при различных видах деятельности человека.

При сокращении мышц около 20–25 % освободившейся в организме энергии переходит в механическую работу, а большая ее часть выделяется в виде тепла. Часть энергии сохраняется в организме в виде возросшего запаса потенциальной энергии, которая не учитывается при определении общей величины энергетических затрат.

Расход энергии при физической работе может достигать очень больших величин. Например, при ходьбе энергии расходуется на 80–100 % больше по сравнению с покоем, при беге — на 400 % и более. При прочих равных условиях расход энергии тем больше, чем относительно длиннее и интенсивнее выполняемая работа. Среди спортсменов самый большой расход энергии наблюдается у участников лыжной гонки на 100 км: он достигает 10 000 ккал в сутки. Уровень энерготрат при умственном труде ниже, чем при физической деятельности.

## **ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ТРЕНИРОВКИ НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ**

Сердечно-сосудистая система человека состоит из сердца, кровеносных сосудов, по которым циркулирует кровь, и лимфатической системы с протекающей в ней лимфой. Главной функцией сердечно-сосудистой системы является снабжение органов и ткани кислородом, питательными веществами, а также удаление из органов и ткани продуктов их жизнедеятельности и двуокси углерода.

Кровь в организме человека выполняет следующие функции:

– транспортную и трофическую — в процессе обмена веществ переносит к тканям тела питательные вещества, а из тканей к органам выделения транспортирует продукты распада, образующиеся в результате жизнедеятельности клеток тканей;

– регуляторную — осуществляет гуморальную регуляцию организма с помощью гормонов и других химических веществ и создает гидростатическое давление крови на нервные окончания (барорецепторы), расположенные в стенках кровеносных сосудов;

– защитную — защищает организм от вредных веществ и инородных тел, кроме этого при повреждении тканей тела останавливает кровотечение;

– теплообменную — участвует в поддержании постоянной температуры тела;

– гомеостатическую — поддерживает постоянство внутренней среды организма (кисотно-щелочное равновесие, водно-электролитный баланс и др.).

При регулярных занятиях физическими упражнениями и спортом:

– увеличивается количество эритроцитов и количество гемоглобина в них, в результате чего повышается кислородная емкость крови;

– повышается сопротивляемость организма к простудным и инфекционным заболеваниям, благодаря повышению активности лейкоцитов;

– ускоряются процессы восстановления после значительной потери крови.

Активизация системы свертывания крови в результате занятий спортом является проявлением срочной адаптации организма к воздействию физических нагрузок.

Вместе с тем при интенсивной мышечной работе в составе крови могут наступать неблагоприятные сдвиги:

– образующаяся молочная кислота сдвигает реакцию крови в кислую сторону;

– выделение воды с потом увеличивает концентрацию солей.

Эти недостатки ликвидируются с помощью так называемых буферных систем. У спортсменов эти механизмы наиболее хорошо развиты. У нетренированных людей такие изменения ликвидируются медленнее.

Физическая работа способствует общему расширению кровеносных сосудов, снижению тонуса их стенок, повышению эластичности их мышечных стенок, улучшению питания и повышению обмена веществ в стенках кровеносных сосудов. Умственная работа, так же как и нервно-эмоциональное напряжение, приводит к сужению сосудов, повышению тонуса их стенок и даже к спазмам. Такая реакция особенно свойственна сосудам сердца и головного мозга. Длительная напряженная умственная работа, частое нервно-эмоциональное напряжение, не сбалансированные активными движениями или физическими нагрузками, могут привести к ухудшению питания этих важнейших органов, к заболеваниям.

При работе окружающих сосудов мышц происходит массаж стенок сосудов. Кровеносные сосуды, не проходящие через мышцы (головного мозга, внутренних органов, кожи), массируются за счет гидродинамической волны от учащения пульса и за счет ускоренного тока крови. Все это способствует сохранению эластичности стенок кровеносных сосудов и нормальному функционированию сердечно-сосудистой системы без патологических отклонений.

Здоровое сердце молодого человека обычно не обнаруживает слабых мест, способных вызвать нарушение сердечной деятельности и связанного с ним кровообращения, несмотря на достаточную сложность организации функций отдельных звеньев. В частности, большую нагрузку в сердечном цикле выполняет клапанный механизм, обеспечивающий направленный ток крови.

Напряженная умственная работа, не сбалансированная физической деятельностью, малоподвижный образ жизни, особенно при высоких нервно-эмоциональных напряжениях, вредные привычки (курение, потребление алкоголя и др.) вызывают ухудшение питания стенок артерий, потерю их эластичности, что может привести к стойкому повышению в них кровяного давления и в конечном итоге к заболеванию, называемому гипертонией.

Поэтому для сохранения здоровья и работоспособности необходимо активизировать кровообращение с помощью физических упражнений, в том числе и в режиме учебного дня обучающегося.

Особенно полезное влияние на кровеносные сосуды оказывают занятия циклическими видами спорта: бег, плавание, бег на лыжах, на коньках, езда на велосипеде и т.п.

Сердце — основной структурно-функциональный компонент системы кровообращения.

При повседневной недостаточности физической нагрузки сердце работает в пониженном режиме, что может привести к перерождению крепкой эластичной мышцы в грубую соединительную ткань. В связи с этим сердце уменьшается в объеме, его рабочие резервы убывают до опасного минимума. При малом количестве протекающей крови быстро развивается склероз. Атеросклероз сосудов с отложением в стенках солей или холестеринаных бляшек является одним из основных факторов риска для сердца и здоровья человека. При этом нарушается эластичность и суживается просвет артерий, которые увеличиваются при любом стрессовом факторе. Поэтому необходимо повышать стрессоустойчивость организма, прежде всего, с помощью оптимальной физической нагрузки.

Размеры и масса сердца увеличиваются в связи с утолщением стенок сердечной мышцы и увеличением его объема в результате систематических занятий физическими упражнениями и спортом. Такие изменения повышают мощность и работоспособность сердечной мышцы. Ни один орган не нуждается столь сильно в физической тренировке и не поддается ей столь легко как сердце. Работая с большой нагрузкой при выполнении физических и спортивных упражнений, сердце неизбежно тренируется. Расширяются границы его возможностей. В процессе регулярных занятий физическими упражнениями происходит увеличение массы сердечной мышцы и размеров сердца. Масса сердца у нетренированного человека составляет в среднем 300 г, у тренированного — 500 г (табл. 1).

Средние размеры сердца взрослого мужчины

Организм человека	Размеры, см		Масса, г
	Длинник	Поперечник	
Нетренированный	14	12	300
Тренированный	18	17	500

Важным показателем работы сердца является количество крови, выталкиваемое одним желудочком сердца в сосудистое русло при одном сокращении. Этот показатель называется систолическим объемом крови.

Систолический объем, мл, в покое равен: у нетренированных — 60, у тренированных — 80; при интенсивной мышечной работе: у нетренированных 100–130 мл, у тренированных — 180–200 мл, обеспечивая дальнейшее увеличение сердечного выброса. В начальной стадии физической нагрузки увеличение сердечного выброса обусловлено повышением частоты сердечных сокращений и систолического объема. Когда уровень нагрузки превышает 40–60 % индивидуальной возможности, систолический объем увеличивается с меньшей скоростью либо не меняется, и дальнейшее увеличение сердечного выброса в основном связано с повышением частоты сердечных сокращений (ЧСС).

Вторым важным показателем работоспособности сердца является минутный объем крови, т.е. количество крови, выбрасываемое одним желудочком сердца в течение одной минуты. Минутный объем крови, как и систолический, имеет равные величины в правой и левой половинах сердца. Зная величину систолического объема и ЧСС, можно рассчитывать величину объема кровотока, перемножив их. В состоянии покоя минутный объем крови составляет в среднем 4–6 л. Интегральный показатель производительности сердца (сердечный выброс) при интенсивной мышечной деятельности повышается до 18–20 л/мин, у тренированных людей — до 30–40 л/мин. Абсолютные значения его колеблются в зависимости от размеров тела и уровня тренированности. Линейная взаимосвязь показателя сердечного выброса и интенсивности работы закономерна, так как она направлена на удовлетворение повышенной потребности тканей в кислороде.

Показатели работоспособности сердца тренированного и нетренированного человека в покое и при мышечной работе представлены в табл. 2. Из таблицы видно, что в положении лежа и при быстрой ходьбе сердце нетренированного человека для того, чтобы обеспечить необходимый минутный объем крови, вынуждено сокращаться с большей частотой, так как систолический объем у него меньше.

При быстром беге сердце нетренированного человека, имея недостаточный систолический объем крови даже при ЧСС до 190–200 ударов в одну минуту (предельная возможность), не может обеспечить минутный объем в 30 л крови, который необходим человеку при быстром беге. Поэтому нетренированный человек через несколько минут, а иногда и секунд после начала интенсивного бега, чувствует большое утомление и прекращает бег. Если же человек находится в условиях, когда прекратить бег невозможно и продолжает его, то наступает обморочное состояние.

Таблица 2

Показатели сердечно-сосудистой системы у тренированного и нетренированного человека

Положение и вид мышечной работы	Степень тренированности сердца	Необходимый минутный объем крови, л	Систолический объем, мл	ЧСС, уд/мин
Лежа	Нетренированный	4	60	67
	Тренированный	4	80	50
Быстрая ходьба	Нетренированный	9	100	90
	Тренированный	9	130	70
Быстрый бег	Нетренированный	25	130	192
	Тренированный	30	180	170

Сердце тренированного человека может показывать удивительную работоспособность. При интенсивной физической работе систолический объем двух желудочков равен 400 мл (200 мл + 200 мл), при ЧСС 200 ударов в минуту минутный объем крови может возрастать до 80 л.

При обследовании лыжников-гонщиков, участников соревнований на дистанции 100 км, было обнаружено, что за время прохождения дистанции 8 ч 22 мин сердце спортсмена перекачало 35 т крови — целую железнодорожную цистерну.

Секрет высокой работоспособности сердца тренированного человека состоит в сохранении строгого ритма работы и в том, что мышца тренированного сердца более густо пронизана кровеносными сосудами. Следовательно, в сердце лучше осуществляется питание мышечной ткани, и ее работоспособность успевает восстанавливаться во время кратчайших пауз сократительного цикла.

К внешним признакам, по которым можно судить об адекватности деятельности сердца, относят ЧСС, тоны сердца, сердечный (верхушечный) толчок.

Третьим показателем работоспособности сердца является артериальное давление (АД), т.е. давление крови на стенку сосуда и стенки сосуда на кровь. Его величина зависит от эластичности стенки сосуда, оказывающей сопротивление давлению крови, от количества крови, поступающей в единицу времени из сердца в аорту, а также от ряда других факторов. К ним относятся: интенсивность оттока из центральных сосудов на периферию, емкость сосудистого русла, упругое сопротивление артериальных стенок и вязкость крови.

Движение крови по сосудам определяется разностью давлений на двух концах сосудистой цепи. Максимальное давление в аорте, которое достигается в процессе систолы, называется систолическим, или максимальным, артериальным давлением. Минимальное давление крови называется диастолическим.

Величина АД в аорте в момент наполнения ее кровью равна 70–80 мм рт. ст. По ходу разветвления артериальных сосудов давление в них падает. В капиллярах АД составляет 15–20 мм рт. ст. У молодых здоровых людей (16–42 года) в плечевой артерии величина АД составляет 115/70 — 120/80 мм рт. ст. Повышенное АД почти всегда является следствием снижения эластичности стенок кровеносных сосудов. Людям, страдающим гипертонией, необходимо осторожно применять упражнения с отягощениями и на тренажерах, так как при силовых упражнениях, особенно при нагрузках на верхнюю часть тела, поднимается АД. Пониженное АД называется гипотонией, которая со временем переходит в гипертонию.

Линейная скорость кровотока в венозной системе возрастает от периферии к сердцу по ряду причин, в том числе за счет работы «дыхательного» и «мышечного» насосов.

По разности между максимальным и минимальным артериальным давлением определяют пульсовое давление. В крупных артериях оно составляет 40 мм рт. ст. Пульсовое давление при физической работе увеличивается, его уменьшение является неблагоприятным показателем и наблюдается у нетренированных людей. Снижение давления может быть следствием ослабления деятельности сердца или чрезмерного сужения периферических сосудов. У здорового молодого человека уровень АД в течение длительного времени остается постоянным. С возрастом в связи со склерозированием сосудов, уменьшением их эластичности и уплотнением стенок артериальное давление повышается. После 40 лет его величина может составлять 140/90 мм рт. ст. Американские исследователи считают для лиц этого возраста подобный уровень АД является нормой. При физкультурно-спортивной деятельности давление повышается. Величина прироста зависит от мощности выполняемой работы. Во время физической нагрузки систолическое давление повышается пропорционально увеличению интенсивности нагрузки, диастолическое практически не изменяется. Обучающимся специальной медицинской группы, имеющим заболевания сердечно-сосудистой системы, применять упражнения с отягощениями или тренажеры нежелательно.

Наиболее точное измерение артериального давления производится аппаратом Рива-Роччи, основанным на прослушивании тонов, возникающих в артерии. Более часто используемые в быту автоматические аппараты удобнее, но менее точны, так как часто занижают показатели артериального давления на 10–20 мм рт. ст.

При систематических занятиях двигательной активностью, особенно развивающих выносливость, у занимающихся происходит увеличение толщины межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка в среднем на 10–15 %. При этом толщина стенки обнаруживает прирост на 1 мм. Феномен адаптации сердца к физическим нагрузкам не ограничивается гипертрофией, также совершенствуется функция возбуждения, обмена веществ, нейрогуморальная регуляция деятельности сердца.

Сердце отличается высоким уровнем потребления кислорода, поскольку использует при выполнении нагнетательной функции аэробные механизмы энергообеспечения. В организме, находящемся

ся в состоянии покоя, миокард при сокращении потребляет 10 мл кислорода на 100 г/мин, что составляет 15 % от общего количества потребляемого организмом кислорода.

Частота сердечных сокращений, или артериальный пульс, является весьма информативным (четвертым) показателем работоспособности сердечно-сосудистой системы и всего организма. ЧСС — это волна колебаний, распространяемая по эластичным стенкам артерий в результате гидродинамического удара порции крови, выбрасываемой в аорту под большим давлением при сокращении левого желудочка. В процессе спортивной тренировки частота пульса в покое со временем становится реже за счет увеличения мощности каждого сердечного сокращения.

Благодаря влиянию парасимпатической и симпатической нервных систем, а также гормонов, эндокринная система, частота и сила сердечных сокращений могут меняться. Парасимпатическая нервная система оказывает на сердце подавляющее воздействие, симпатическая — противоположное действие. Эндокринная система посредством выделения надпочечниками гормонов — норадреналина и адреналина — оказывает влияние на работу сердца.

Во многих видах мышечной деятельности ЧСС линейно возрастает с повышением мощности работы и уровнем потребления кислорода.

Пульс легко прощупывается на лучевой и сонной артериях и других местах, где артерию можно прижать к кости. Различают разные виды пульса: ритмичный, аритмичный, частый, редкий, быстрый, медленный, высокий, слабый, напряженный.

Средние значения ЧСС, уд./мин, для мужчин:

– нетренированных — 70–80;

– тренированных — 50–60;

средние значения ЧСС, уд./мин, для женщин:

– нетренированных — 75–85

– тренированных — 60–70.

Сердечный цикл сложен, в нем различают несколько фаз. Схематично сердечный цикл можно разделить на три фазы: систола (сокращение), диастола (расслабление предсердий и желудочков) и сердечная пауза отдыха. Его продолжительность определяется ЧСС в минуту, цикл равен 0,8 с. Насосная функция миокарда осуществляется в динамике сердечного цикла. Максимальная реализация насосной функции сердца является ключевым звеном физиологической реакции организма на физическую нагрузку.

Урежение пульса, если оно не связано с заболеванием, увеличивает абсолютное время паузы отдыха сердца, что способствует более эффективному его восстановлению. Условно примем, что эти части равны по времени. Тогда пауза отдыха сердца у нетренированного человека при ЧСС 80 уд/мин будет равна 0,25 с, а у тренированного человека при ЧСС 60 уд/мин пауза отдыха увеличивается до 0,33 с. Значит сердце тренированного человека в каждом цикле своей работы имеет больше времени для отдыха и восстановления.

Физиологическими свойствами сердечной мышцы являются автоматия, возбудимость, проводимость, сократимость. Автоматия сердца проявляется в его способности возбуждаться под влиянием импульсов, возникающих в нем самом. Возбудимость способствует выполнению насосной функции. Проводимость — распространение возбуждения ритма по всему миокарду. Сократительность проявляется в напряжении и сокращении волокон миокарда во время возбуждения. Нервная регуляция деятельности сердца происходит за счет центробежных нервов: симпатического и блуждающего. С помощью диагностического метода электрокардиограммы можно записать биотоки сердца, электрические импульсы, дающие информацию о физиологических свойствах сердечной мышцы, их нормальном или патологическом состоянии, об изменении частоты ритма, наличии вариантов аритмий и т.д. Также распространенным методом исследования сердца является эхокардиография — регистрация и анализ отраженных ультрафиолетовых колебаний, дающих представление о форме и размерах движущихся структур.

ЧСС повышается в результате физической нагрузки, эмоционального стресса, изменения температуры тела и окружающей среды, питания, положения тела в пространстве (в вертикальном положении выше, чем в горизонтальном), курения, алкоголя. Повышение ЧСС, не связанное с нагрузкой, называется тахикардией, понижение — брадикардией, они являются признаками заболевания сердечно-сосудистой системы. Увеличение ЧСС при физической нагрузке называется рабочей тахикардией. При многих видах мышечной деятельности ЧСС линейно возрастает с повышением мощности работы и уровнем потребления кислорода. Следует учитывать и влияние возраста на ЧСС.

## МЫШЕЧНЫЙ НАСОС

После прохождения через капилляры кровь попадает в вены и по ним возвращается к сердцу. Движение крови по венам затруднено: во-первых, по причине их удаленности от сердца и падения в них кровяного давления до 10–15 мм рт. ст.; во-вторых, в большинстве случаев кровь движется по венам вверх против силы тяжести.

Венозному кровообращению способствует присасывающее действие сердца при расслаблении и присасывающее действие грудной полости при вдохе. При активной двигательной деятельности циклического характера воздействие присасывающих факторов повышается. При малоподвижном образе жизни венозная кровь может застаиваться (например в брюшной полости или в области таза при длительном сидении). Поэтому движению крови по венам способствует деятельность окружающих их мышц (мышечный насос).

*Мышечный насос* — механизм принудительного продвижения венозной крови к сердцу с преодолением сил гравитации под воздействием ритмических сокращений и расслаблений скелетных мышц.

В венах имеются клапаны, обеспечивающие движение крови только по направлению к сердцу. Когда участок вены между двумя клапанами наполнен кровью, сокращение расположенных рядом с ним мышц, сопровождаемое их утолщением, сдавливает вену и проталкивает порцию крови вверх, к сердцу, так как движению крови вниз в противоположную от сердца сторону препятствует закрывшийся клапан. При последующем расслаблении мышц данный участок вены расправляется и засасывает снизу через открывшийся клапан новую порцию крови. Сверху участок вены перекрывается клапаном и кровь в обратном от сердца направлении не поступает в данный участок вены. Новое сокращение мышц опять сдавливает данный участок вены и проталкивает новую порцию крови по направлению к сердцу и т.д. Таким образом, скелетные мышцы при циклических движениях, когда ритмично чередуются их сокращение и расслабление, существенно помогают сердцу обеспечивать циркуляцию крови в сосудистой системе.

Чем чаще сокращаются и расслабляются мышцы, полнее их сокращение и расслабление, тем большую помощь сердцу оказывает мышечный насос. Особенно эффективно он работает при циклических упражнениях, таких как бег, плавание, бег на лыжах и т.д.

После резкого прекращения длительной и достаточно интенсивной циклической работы система кровообращения лишается помощи (мышечного насоса) и кровь под действием гравитации остается в крупных венозных сосудах ног. Движение ее замедляется, резко снижается возврат крови к сердцу, а от него в артериальное сосудистое русло, артериальное давление крови падает, мозг оказывается в условиях пониженного кровообращения и гипоксии. Во избежание подобных состояний необходимо постепенно прекращать движения циклического характера и снижать интенсивность.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ТРЕНИРОВКА И ФУНКЦИЯ ДЫХАНИЯ

*Дыханием* называется процесс, обеспечивающий потребление кислорода и выделение углекислого газа тканями живого организма. Этот процесс осуществляется путем сложного взаимодействия систем дыхания, кровообращения и крови.

*Дыхательный центр* — это ограниченный участок в центральной нервной системе (ЦНС), где происходит формирование дыхательного импульса, в результате чего создается координированная деятельность мышц, обеспечивающих организму требуемую величину газообмена, и задается частота и глубина дыхания. Центры вдоха и выдоха — отдельные системы, состоящие из ряда клеток (нейронов) с различной возбудимостью.

Показателями работоспособности органов дыхания являются дыхательный объем, частота дыхания, жизненная емкость легких, легочная вентиляция, кислородный запрос, потребление кислорода, кислородный долг и др.

*Дыхательный объем* — количество воздуха, проходящее через легкие при одном дыхательном цикле (вдох, выдох, дыхательная пауза). Величина дыхательного объема находится в прямой зависимости от степени тренированности к физическим нагрузкам и колеблется в состоянии покоя от 350 до 800 мл в покое. У нетренированных людей дыхательный объем находится на уровне 350–500, у тренированных — 800 мл и более. При интенсивной физической работе дыхательный объем может увеличиваться до 2500 мл.

*Частота дыхания* — количество дыхательных циклов в 1 мин. Средняя частота дыхания у нетренированных людей в покое 16–20 циклов в 1 мин, у тренированных, за счет увеличения дыхательного объ-

ема, частота дыхания снижается до 8–12 циклов в 1 мин. У женщин частота дыхания на 1–2 цикла больше, чем у мужчин. При спортивной деятельности частота дыхания у лыжников и бегунов увеличивается до 20–28 циклов в 1 мин, у пловцов — 36–45; наблюдались случаи увеличения частоты дыхания до 75 циклов в 1 мин.

*Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)* — максимальное количество воздуха, которое может выдохнуть человек после полного вдоха (измеряется методом спирометрии).

Средние величины ЖЕЛ (мл): у нетренированных мужчин — 3500, женщин — 3000 мл; у тренированных мужчин — 4700 и женщин — 3500. При занятии циклическими видами спорта на выносливость (гребля, плавание, лыжные гонки и т.п.) ЖЕЛ может достигать у мужчин 7000 мл и более, у женщин 5000 мл и более.

*Легочная вентиляция* — объем воздуха, который проходит через легкие за 1 мин. Легочная вентиляция определяется путем умножения величины дыхательного объема на частоту дыхания. Легочная вентиляция в покое находится на уровне 5000–9000 мл (5–9 л). При физической работе этот объем достигает 50 л. Максимальный показатель может достигать 187,5 л при дыхательном объеме 2,5 л и частоте дыхания 75 дыхательных циклов в 1 мин.

*Кислородный запрос* — количество кислорода, необходимое организму для обеспечения процессов жизнедеятельности в различных условиях покоя или работы в 1 мин.

В покое в среднем кислородный запрос равен 250–300 мл. При беге на 5 км, например, он увеличивается в 20 раз и становится равным 5–6 л. При беге на 100 м за 12 с при пересчете за 1 мин кислородный запрос увеличивается до 7 л.

*Суммарный (общий кислородный) запрос* — это количество кислорода, необходимое для обеспечения выполнения всей предстоящей работы.

*Потребление кислорода* — количество кислорода, фактически использованного организмом в покое или при выполнении какой-либо работы за 1 мин.

*Максимальное потребление кислорода (МПК)* — наибольшее количество кислорода, которое может усвоить организм при предельно тяжелой для него работе. МПК является важным критерием функционального состояния дыхания и кровообращения.

Способность организма к МПК имеет предел, который зависит от возраста, состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем, активности протекания процессов обмена веществ, и находится в прямой зависимости от степени физической тренированности.

Максимальное потребление кислорода является показателем аэробной производительности организма, т.е. его способности выполнять интенсивную физическую работу при достаточном количестве поступающего в организм кислорода для получения необходимой энергии.

Для сохранения здоровья необходимо обладать способностью потреблять кислород как минимум на 1 кг — женщинам не менее 42 мл/мин, мужчинам — не менее 50 мл/мин.

По проценту потребления кислорода от МПК можно регулировать интенсивность тренировочных нагрузок путем определения частоты сердечных сокращений по пульсу. Например, используя данные табл. 3, можно регулировать тренировочные нагрузки лыжников-гонщиков.

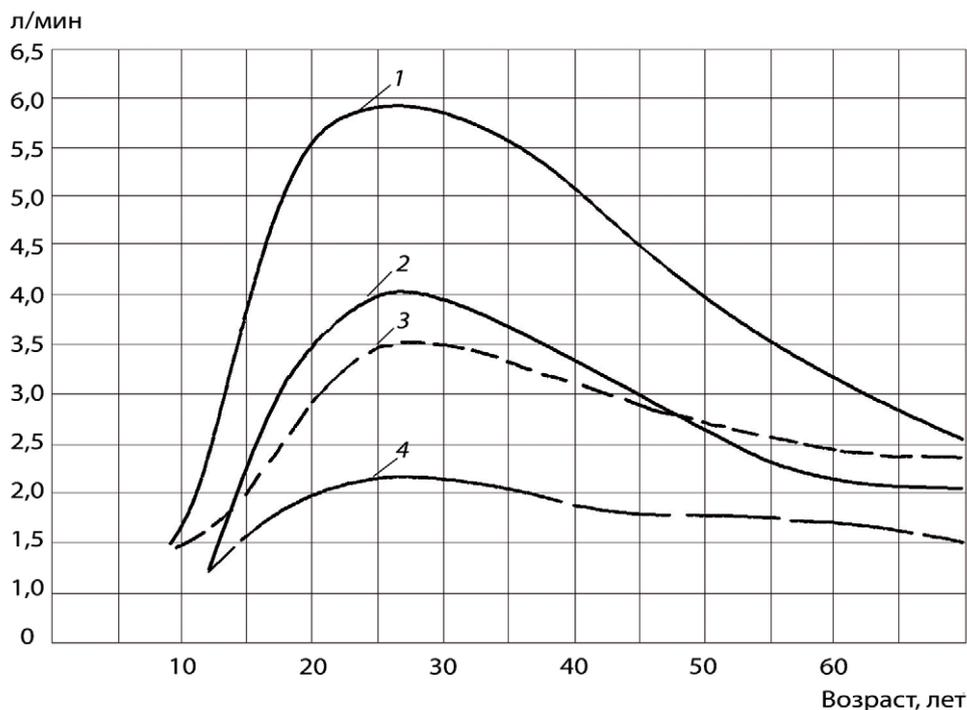
Считается, что для повышения уровня аэробной производительности следует выполнять тренировочные нагрузки с частотой пульса 150–180 ударов в минуту.

У не занимающихся спортом предел МПК находится на уровне 2–3,5 л/мин. У спортсменов высокого класса, особенно у занимающихся циклическими видами спорта, МПК может достигать: у женщин — 4 л/мин и более; у мужчин — 6 л/мин и более. Абсолютная величина МПК зависит также от массы тела, поэтому для ее более точного определения высчитывается относительное МПК на 1 кг массы (рисунок).

Таблица 3

**Потребление кислорода и частота сердечных сокращений у лыжников-гонщиков при передвижении с разной скоростью**

Скорость	Потребление кислорода, % от МПК	ЧСС в минуту
Выше соревновательной на 7–10 %	90–100	Более 180
Соревновательная	75–85	165–175
Ниже соревновательной на 10–15 %	70–75	150–160
Ниже соревновательной на 20–25 %	60–70	150–140 и ниже



Изменение МПК с учетом возраста и степени физической тренированности:  
 1 — мужчины-спортсмены; 2 — женщины-спортсменки;  
 3 — мужчины, не занимающиеся спортом; 4 — женщины, не занимающиеся спортом

Затраты энергии на физическую работу обеспечиваются биохимическими процессами, происходящими в мышцах в результате окислительных реакций, для которых постоянно необходим кислород. Во время мышечной работы для увеличения газообмена усиливаются функции дыхания и кровообращения.

Наиболее эффективно функцию дыхания развивают физические циклические упражнения с включением в работу большого количества мышечных групп в условиях чистого воздуха.

*Кислородный долг* — количество кислорода, необходимое для окисления продуктов обмена веществ, накопившихся при физической работе. При длительной интенсивной работе возникает суммарный кислородный долг, который ликвидируется после окончания работы. Величина максимально возможного суммарного кислородного долга имеет предел. У нетренированных людей он находится в пределах 10 л, у тренированных может достигать 20 л и более.

Кислородный долг возникает в том случае, когда кислородный запрос человека выше предела потребления кислорода. Например, при беге на 5 км кислородный запрос у спортсмена при пробегании этой дистанции за 14 мин равен 7 л в мин, а потолок потребления данного спортсмена — 5,3 л, следовательно, в организме каждую минуту возникает кислородный долг, равный 1,7 л.

Когда в клетки тканей поступает меньше кислорода, чем нужно для полного обеспечения потребности в энергии, наступает кислородное голодание, или гипоксия. Гипоксия может наступать по различным причинам. Внешними причинами могут являться загрязнение воздуха, подъем на высоту (в горы, полет на самолете) и др. В этих случаях падает парциальное давление кислорода в атмосферном и альвеолярном воздухе и снижается количество кислорода, поступающего в кровь для доставки к тканям. Если на уровне моря парциальное давление кислорода в атмосферном воздухе равно 159 мм рт. ст., то на высоте 3 км оно снижается до 110 мм, а на высоте 5 км — до 75–80 мм рт. ст.

Внутренние причины гипоксии зависят от состояния дыхательного аппарата и сердечно-сосудистой системы организма человека, проницаемости стенок альвеол и капилляров, количества эритроцитов в крови и процентного содержания в них гемоглобина, от степени проницаемости оболочек клеток тканей и их способности усваивать доставляемый кислород. Гипоксия по внутренним причинам возникает при гиподинамии и умственном переутомлении, а также при различных болезнях; при этом она связана с нарушением процессов дыхания, снижением доставки кислорода к тканям и с недостаточным усвоением кислорода в различных органах и тканях. Гипоксия тканей, возникающая от подобных причин, нарушает биохимические реакции обмена веществ и другие процессы, что может служить причиной многих болезней.

При интенсивной мышечной работе наступает двигательная гипоксия. Чтобы как можно полнее обеспечить себя кислородом в условиях гипоксии, организм мобилизует мощные компенсаторные физиологические механизмы. Они работают на различных участках, по которым кислород следует из окружающей атмосферы в клетки тканей. Например, при подъеме в горы увеличиваются частота и глубина дыхания, количество эритроцитов в крови, процент содержания в них гемоглобина, учащается работа сердца. Если при этом выполнять физические упражнения, то повышенное потребление кислорода мышцами и внутренними органами вызывает дополнительную тренировку физиологических механизмов, обеспечивающих кислородный обмен и устойчивость к недостатку кислорода. Подобное сочетание может быть широко использовано для улучшения функций различных органов и тканей у лиц разного возраста, а также для повышения уровня тренированности спортсменов.

Путь кислорода из легочных альвеол к клеточным митохондриям (особым образованиям в клетках тканей, которые обеспечивают усвоение кислорода для нужд биохимических процессов) довольно сложен, величина его потока зависит от совершенства функции каждого из участков этого пути (легкие, кровь, сердечно-сосудистая система, ткани и клетка). Этот путь движения кислорода к клетке, а от нее к легким получил название *кислородного каскада*.

Исходным фактором в регуляции кислородного режима в организме является кислородный запрос функционирующих тканей. Этот запрос обеспечивается всеми физиологическими звеньями, участвующими в транспортировке кислорода от легочных альвеол до клеток. Нарушение транспорта кислорода к тканям может возникать на разных этапах его продвижения, что и служит одной из причин возникновения как общей, так и местной гипоксии в органах и тканях организма человека.

Систематическая физическая тренировка не только развивает функциональные способности органов внешнего дыхания, но и улучшает функцию всех участков пути, по которому следует кислород. Напряженность работы всей функциональной системы, обеспечивающей снабжение организма кислородом, резко увеличивается при интенсивных физических упражнениях, когда его потребление возрастает в 15–20 раз.

Кислород в ткани доставляется только кровью, и только кровью из тканей уносятся образующиеся в них продукты полного окисления, а также недоокисленные продукты промежуточного обмена. Отсюда следует, что сколько-нибудь длительное усиление деятельности любого органа, всегда связанное с интенсификацией процессов обмена веществ и энергии, возможно только с одновременным увеличением количества крови, протекающей через данный орган. Увеличенный поток крови, соответствующий увеличенным энергетическим затратам, является обязательным условием длительной работы любых органов. Если кровообращение какого-либо органа будет нарушено, то этот орган уже не сможет в полной мере выполнять свою функцию. Притекающая к тканям артериальная кровь отдает клеткам не весь содержащийся в ней кислород. Если в покое в артериальной крови имеется на каждые 100 мл 18–20 мл кислорода, то в оттекающей от тканей венозной крови его величина 12–14 мл. Разность количества кислорода в артериальной и венозной крови называется артериовенозной разностью по кислороду (АВРО<sub>2</sub>). В покое она находится в пределах 6 мл кислорода на 100 мл крови. При мышечной работе ткани усваивают из артериальной крови значительно больше кислорода, и АВРО<sub>2</sub> может достигать 15–17 мл на 100 мл крови.

Кислородное снабжение организма представляет собой слаженную систему. Гиподинамия расстраивает эту систему, нарушая каждую из составляющих его частей и их взаимодействие. В результате развивается кислородная недостаточность организма, гипоксия отдельных органов и тканей, которая может привести к расстройству обмена веществ. С этого часто начинается снижение устойчивости организма, его резервных возможностей в борьбе с утомлением и влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды. Особенно страдают от гипоксии сердечно-сосудистая система, сосуды сердца и мозга. Низкий уровень кислородного обмена в стенках сосудов не только снижает их тонус и возможность управления ими со стороны регуляторных механизмов, но и меняет обмен веществ, что в конечном счете может привести к возникновению тяжелых расстройств и заболеваний. В печени при этом возникает жировое перерождение, что нарушает работу этой важнейшей для организма «лаборатории», слабеет функция органов пищеварения, скудеют пищеварительные соки, хуже усваиваются питательные вещества. Это, в свою очередь, оказывает неблагоприятное влияние на кислородный обмен различных органов, тканей и организма в целом.

Гипоксия тканей, как считают некоторые ученые, становится одной из предпосылок перерождения клеток, которое приводит к возникновению злокачественных опухолей.

В основе одного из путей повышения усвоения тканями кислорода лежит значительное расширение действующих и включение в работу новых капилляров, а следовательно, и обмена крови, участвующего в кровообращении.

Движение кислорода, преодолевшего стенку капилляра и проникающего в клетки, характеризуется тем, что часть его немедленно расходуется, а другая часть продолжает продвигаться в более отдаленные места потребления в тканях. В конце капилляра эритроцит отдал уже почти весь кислород, поэтому кислородный режим в ткани наиболее напряжен у венозного конца капилляра. Однако в связи с тем, что венозные концы одних капилляров соседствуют с артериальными концами других, кислород доставляется во все участки ткани. Здоровая ткань характеризуется удивительно точным соответствием сосудистой реакции функциональному состоянию ткани, ее кислородному запросу. Так, при предельных нагрузках количество протекающей через ткань крови увеличивается в 10 раз.

Кислородное питание мышц имеет свои особенности. Известно, что в ритмически работающей мышце кровообращение также в определенной степени ритмичное. Сокращенные мышцы сдавливают капилляры, замедляя кровоток и поступление кислорода. Однако клетки мышц продолжают снабжаться кислородом. Доставку его берет на себя миоглобин — дыхательный пигмент мышечных клеток. Его роль важна еще и потому, что только мышечная ткань способна при переходе от покоя к интенсивной работе повышать потребление кислорода в 100 раз.

Физическая тренировка, совершенствуя кровообращение, увеличивая содержание гемоглобина, миоглобина и скорость отдачи кислорода кровью, значительно расширяет возможности организма в потреблении кислорода. Она создает основу для ликвидации гипоксических явлений в органах и тканях организма человека.

Органы значительно отличаются по своей способности переносить гипоксию различной длительности. Кора головного мозга — один из наиболее чувствительных к гипоксии органов. Она первой реагирует на отсутствие кислорода. Значительно менее чувствительна к недостаткам кислорода скелетная мускулатура. На ней не отражается даже полное кислородное голодание в течение 2 ч.

Большое значение в регуляции кислородного обмена как в органах и тканях, так и в организме в целом имеет углекислота. Между концентрацией в крови углекислого газа и доставкой кислорода тканям существуют строго определенные соотношения. Изменение содержания углекислого газа в крови оказывает влияние на центральные и периферические регуляторные механизмы, обеспечивающие улучшение снабжения организма кислородом, и служит мощным регулятором в борьбе с гипоксией.

Систематическая тренировка средствами физической культуры и спорта не только стимулирует развитие сердечно-сосудистой и дыхательной систем, но и способствует значительному повышению уровня потребления кислорода организмом в целом. В этом заключается фундамент активности, здоровья и устойчивости к действиям неблагоприятных факторов внешней и внутренней сред.

Дыхательная система — единственная внутренняя система, которой человек может управлять произвольно. Поэтому можно дать следующие рекомендации:

1) дыхание необходимо осуществлять через нос, и только в случаях интенсивной физической работы допускается дыхание одновременно через нос и узкую щель рта, образованную языком и небом. При таком дыхании воздух очищается от пыли, увлажняется и согревается, прежде чем поступить в полость легких, что способствует повышению эффективности дыхания и сохранению дыхательных путей здоровыми;

2) при выполнении физических упражнений необходимо регулировать дыхание:

– во всех случаях выпрямления тела делать вдох;

– при сгибании тела делать выдох;

– при циклических движениях ритм дыхания приспосабливать к ритму движения с акцентом на выдохе. Например, при беге делать на 4 шага вдох, на 5–6 шагов — выдох или на 3 шага — вдох и на 4–5 шагов — выдох и т.д.;

3) избегать частых задержек дыхания и натуживания, что приводит к застою венозной крови в периферических сосудах; при сокращении мышц делать выдох, при расслаблении — вдох.

При циклической и динамической мышечной работе движению крови в венах способствует дыхательный насос.

Действие дыхательного насоса заключается в том, что при вдохе в грудной клетке понижается давление и даже может достигать отрицательных значений. Поэтому при учащении дыхания во время динамических, преимущественно циклических движениях, увеличивается присасывающее действие грудной клетки, что способствует продвижению крови по венозным сосудам к сердцу.

При статических усилиях, сопровождающихся натуживанием, давление внутри грудной клетки, наоборот, повышается, что затрудняет кровообращение и снижает приток крови к сердцу по венам. В результате уменьшается объем крови, выбрасываемой в сосудистое русло, снижается АД, ухудшается кровоснабжение всех органов. Длительное или сильное натуживание резко ухудшает кровоснабжение головного мозга, что может привести к обморочному состоянию. Поэтому при выполнении силовых статических усилий надо стремиться не задерживать дыхание, а при занятиях с тяжестями (штанга, гири) и поднимании значительного веса необходимо осуществлять страховку. При длительном, рационально построенном тренировочном процессе организм квалифицированных спортсменов адаптируется к статическим усилиям с задержкой дыхания, например в тяжелой атлетике отрицательных последствий у спортсменов не наблюдается.

## **ВНУТРЕННИЕ ОРГАНЫ, СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА И ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ**

Основные функции пищеварительной системы:

- моторная (измельчение, перемещение и удаление остатков пищи);
- секреторная (под действием ферментов химическое расщепление пищевых веществ);
- всасывающая (переход пустых для организма веществ в кровь и лимфу);
- экскреторная (удаление из организма некоторых продуктов обмена).

Пищеварительные ферменты входят в состав слюны, желудочного и кишечного соков.

Систематическая и оптимальная физическая тренировка, повышая обмен веществ и энергии, увеличивает потребность организма в питательных веществах, стимулирует выделение пищеварительных соков, активизирует перистальтику кишечника и тем самым повышает эффективность процессов пищеварения.

Однако положительное влияние мышечной работы на пищеварение наблюдается не всегда. При напряженной мышечной работе, например, происходит торможение пищевых центров в центральной нервной системе, уменьшается кровоснабжение органов пищеварения и пищеварительных желез в связи с оттоком крови к работающим мышцам. Все это угнетает работу органов пищеварения. С другой стороны, переваривание пищи, особенно обильной, отрицательно влияет на двигательную деятельность. Наблюдаемые после приема пищи возбуждение пищевых нервных центров и отток крови от мышц к органам брюшной полости снижают эффективность мышечной работы. Кроме этого, наполненный желудок приподнимает диафрагму, что затрудняет деятельность органов дыхания и кровообращения. Именно поэтому пищу следует принимать в оптимальных количествах за 2,5–3,5 ч до физических нагрузок и не ранее чем через 40 мин до 1 ч после.

Органы выделения выполняют функцию поддержания оптимальных отношений с внешней средой и сохранения внутренней среды организма. К органам выделения относятся: желудочно-кишечный тракт, легкие, почки, потовые, сальные, слезные и некоторые другие железы. Основную функцию полноценного освобождения организма от конечных продуктов обмена веществ выполняют почки, потовые железы и легкие. Почки являются главным органом выделения, функционируют как своеобразный фильтр. Почки осуществляют несколько функций: поддерживают в организме нормальную концентрацию воды, солей и ряда других веществ; регулируют кислотно-щелочное равновесие и осмотическое давление в тканях тела; удаляют из организма конечные продукты белкового обмена и чужеродные вещества; вырабатывают гормон ренина, влияющего на тонус кровеносных сосудов. Это возможно благодаря богатому кровоснабжению почек, составляющих 0,43 % от всей массы тела (в обычных условиях через них проходит 25 % минутного объема крови), а также большой фильтрационной площади капилляров клубочка (1,5 м<sup>2</sup> на 100 г массы почки). Почки и потовые железы дополняют и частично взаимно заменяют работу друг друга. Желудочно-кишечный тракт (ЖКТ) выводит из организма через прямую кишку остатки непереваренной пищи, слизи, желчных пигментов, бактерий.

Через легкие из организма удаляются газообразные продукты обмена веществ: углекислота, лекарственные вещества и др. Сальные железы выделяют кожное сало, образующее защитный слой на поверхности тела; слезные железы выделяют влагу, смачивающую слизистую оболочку глазного яблока. При больших физических нагрузках потовые железы и легкие, увеличивая активность своей выделительной функции, значительно помогают почкам в выведении из организма продуктов распада, образующихся при интенсивно протекающих процессах обмена веществ. Если в состоянии по-

коя через потовые железы выделяется 20–40 мл пота, то при интенсивных физических нагрузках количество выделяемого пота увеличивается во много раз. Например, на марше со скоростью 5 км/ч, с грузом 10 кг, при температуре от +33 °С до +35 °С у людей наблюдалось выделение пота в количестве от 1000 до 1700 мл в час.

При спортивной деятельности, особенно в условиях соревнований, усиленное потоотделение обусловлено термическими и эмоциональными факторами, которые в свою очередь зависят от эмоционального фона, интенсивности и длительности работы.

Повышение температуры тела при физических нагрузках до 38–38,5 °С у нетренированного человека может привести к тепловому удару. Тренированные люди подобную температуру переносят гораздо легче. Физическая работа активизирует систему терморегуляции. При интенсивных физических нагрузках температура тела повышается на 1–1,5 градуса, что способствует более эффективному протеканию в тканях окислительно-восстановительных процессов и повышению работоспособности организма. При мышечной работе существенно возрастает образование тепла в сокращающихся мышцах. При интенсивной мышечной деятельности до 95 % всего тепла, производимого в организме, обеспечивается работающими мышцами. Легкая мышечная работа увеличивает производство тепла на 60–70 %, а при тяжелой мышечной работе образование тепла в организме увеличивается на 400–500 %. Одновременно с увеличением теплообразования во время мышечной деятельности повышается и теплоотдача.

*Железы внутренней секреции, или эндокринные железы* — это специализированные органы или группы клеток, вырабатывающие и выделяющие во внутреннюю среду организма биологически активные вещества (гормоны). К ним относят: эпифиз (шишковидная железа — верхний придаток мозга), гипофиз (нижний придаток мозга), щитовидную железу, паращитовидные железы, тимус (вилочковая зобная железа), интраспинальный орган, островковый аппарат поджелудочной железы, надпочечники и половые железы.

У тренированных людей при физической работе отмечается повышение активности желез внутренней секреции. У высококвалифицированных бегунов на длинные дистанции скорость образования пота может достигать 2–3 л/ч, что приводит к резкому снижению массы тела, например марафонцы на дистанции теряют до 2–4 кг. Влияние выделяемых ими гормонов положительно сказывается на процессе обмена веществ и восстановлении организма человека после утомления.

Иммунная система обеспечивает защиту организма от инфекций, а также удаление поврежденных, состарившихся и измененных клеток собственного организма.

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕГУЛЯЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗМА**

Нервная система является механизмом, который регулирует деятельность всех органов и систем, обеспечивает их функциональное единство и связь с внешней средой. Благодаря нервной системе осуществляется психическая деятельность человека, его поведение. Головной мозг действует как компьютер, интегрируя поступающую информацию, выбирая необходимый ответ.

Установлено, что активная мышечная деятельность вызывает усиление деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма. При любой деятельности человека все органы и системы организма действуют согласованно, в тесном единстве. Эта взаимосвязь осуществляется с помощью нервной системы и гуморальной регуляции.

Постоянство внутренней среды и устойчивость всех функций достигается единой нейрогуморальной регуляцией функций организма. К периферической нервной системе относятся нервные волокна, нервы, соединяющие нервные клетки между собой, а также нервные клетки во всех органах человека. Нервный импульс (электрический заряд) переходит от одного нейрона к другому, пока не достигнет конечного органа, например группы мышечных волокон. Внутри клетки больше ионов калия, снаружи — ионов натрия. При возбуждении происходит перераспределение ионов, и волна электрического возбуждения распространяется по аксону к синапсу, которые обеспечивают связь нейронов друг с другом. Нервная система условно делится на соматическую и вегетативную. Соматическая, или произвольная, нервная система обеспечивает регуляцию двигательного аппарата; вегетативная (непроизвольная) — обеспечивает и регулирует протекание процессов обмена веществ и работу внутренних органов и систем.

Основными функциями моторной системы (опорно-двигательного аппарата и нервной системы) являются осуществление двигательных актов и поддержание необходимой позы. В двигательной деятельности человека различают непроизвольные и произвольные движения и позы. Непроизволь-

ные движения и позы выполняются бессознательно и являются преимущественно безусловными рефлексам. Произвольные движения являются результатом деятельности самых различных отделов ЦНС.

Спортивная и трудовая деятельность человека, в том числе и овладение двигательными навыками, осуществляется по принципу взаимосвязи условных рефлексов и динамических стереотипов с безусловными рефлексам.

Для выполнения четких целенаправленных движений необходимо непрерывное поступление в ЦНС сигналов о функциональном состоянии мышц, степени их сокращения, напряжения и расслабления, позе тела, положении суставов и угла сгиба в них. Вся эта информация передается от рецепторов сенсорных систем и особенно от рецепторов двигательной сенсорной системы, от так называемых проприорецепторов, которые расположены в мышечной ткани, фасциях, суставных сумках и сухожилиях. От этих рецепторов по принципу обратной связи и по механизму рефлекса в ЦНС поступает полная информация о выполнении данного двигательного действия и о сравнении ее с заданной программой.

Всякое мышечное движение имеет рефлекторную природу, рефлекторным же путем регулируется деятельность всех внутренних органов и систем.

## **СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

Совокупность нейронов, участвующих в восприятии раздражения, проведении возбуждения до коры головного мозга, ее сенсорные клетки составляют единую систему, или анализатор.

Основные функции сенсорной системы: восприятие и обработка информации; трансформация энергии в нервные импульсы; передача нервных импульсов в мозг через цепи нейронов; осуществление обратных связей.

## **ОБРАЗОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЬНОГО НАВЫКА**

*Двигательный навык* — форма двигательных действий, выработанная по механизму условного рефлекса в результате соответствующих систематических упражнений. Он формируется по механизму образования условных рефлексов на базе безусловных в результате соответствующих систематических упражнений.

Физиологической основой формирования двигательных навыков служат временные связи, возникающие между нервными центрами.

Процесс формирования двигательного навыка последовательно проходит три фазы: генерализации, концентрации, автоматизации.

Фаза генерализации характеризуется расширением и усилением возбуждательного процесса, в результате чего в работу вовлекаются лишние группы мышц, а напряжение работающих мышц оказывается неоправданно большим. В этой фазе движения скованы, неэкономичны, плохо координированы и неточны.

Фаза генерализации сменяется фазой концентрации, когда излишнее возбуждение, благодаря дифференцированному торможению, концентрируется в нужных зонах головного мозга. Исчезает излишняя напряженность движений, они становятся точными, экономичными, выполняются свободно, без напряжения, стабильно.

В фазе автоматизации навык уточняется и закрепляется, выполнение отдельных движений становится как бы автоматическим и не требует деятельный контроль сознания, которое может быть переключено на окружающую обстановку, поиск решения и т.п. Автоматизированный навык отличается высокой точностью и стабильностью выполнения всех составляющих его движений.

Автоматизация навыков делает возможным выполнение одновременно нескольких двигательных действий. В образовании двигательного навыка участвуют различные анализаторы.

Современные представления об организации и осуществлении сложных двигательных действий, целостных поведенческих актов отражены в теории функциональных систем П.К. Анохина. Ее суть в том, что полезный результат является решающим фактором (смыслом) поведения животных и человека, для достижения которого в нервной системе формируется группа взаимосвязанных нейро-

нов, так называемая функциональная система. Сколько нервных клеток будет включено в эту систему, какой уровень их активности необходим, какие взаимоотношения должны быть между ними установлены, а какие исключены — все это определяется намечаемым результатом. С возникновением цели, вошедшие в функциональную систему элементы из самостоятельных и независимых превращаются во взаимосвязанные и подчиненные единому процессу достижения результата.

Деятельность функциональной системы можно условно разделить на четыре последовательных этапа:

- обработка сигналов из внешней и внутренней сред об условиях предстоящего действия;
- принятие решения о начале действия;
- формирование программы действия;
- анализ полученного результата, коррекция программы с учетом содержания обратных связей.

Универсальное значение теории функциональных систем состоит в том, что она помогает увидеть различные аспекты достижения организмом любой двигательной задачи: оптимальный момент начала движения, наиболее выгодную его структуру (сочетание мышц, степень и скорость их напряжения, порядок включения в работу и т.д.), целесообразный уровень функционирования вегетативных систем, постоянную и эффективную коррекцию по ходу выполнения и др.

Совершенствование двигательного действия продолжается практически на протяжении всего времени занятий. Существуют положительный и отрицательный переносы навыков.

Положительный перенос — это такое взаимодействие навыков, когда раннее сформированный навык способствует, облегчает и ускоряет процесс становления нового. Основным условием положительного переноса навыка является наличие структурного сходства в главных фазах (отдельных звеньях) этих двигательных действий.

Отрицательный перенос — это когда уже имеющийся навык затрудняет образование нового при сходстве в подготовительных фазах движений и в его отсутствии в основном звене. Отрицательный перенос вызывается распространением возбуждения в коре головного мозга, недостаточно развитым дифференцированным торможением в центральной нервной системе.

## **ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ**

Опорно-двигательная система — этоместилище всех систем, органов и процессов, происходящих в теле человека. Проблемы опорно-двигательной системы незамедлительно сказываются на работе всего организма.

При анатомическом описании опорно-двигательного аппарата человека пользуются плоскостями и направлениями, проходящими через тело соответственно трем плоскостям и осям системы прямоугольных координат. Условно можно выделить три разреза человеческого тела: сагиттальный, который делит тело (или орган) в переднезаднем направлении и на две симметричные половины: правую и левую — срединная плоскость; фронтальный — воображаемый разрез слева направо (параллельно лбу), который делит тело на переднюю и заднюю части; горизонтальный (поперечный), проходящий горизонтально сквозь тело и делящий его на верхний и нижний сегменты.

Движения человеческого тела могут быть спроектированы в каждой из трех плоскостей или на их пересечении. Отдельные части тела, расположенные ближе к срединной плоскости, называются медиальными; то, что лежит дальше от срединной плоскости, — латеральными.

По отношению к частям конечностей употребляются термины проксимальный и дистальный: проксимальный (близкий) служит для обозначения частей, расположенных ближе к месту начала конечности у туловища, дистальный (отдаленный) — для обозначения частей, расположенных дальше.

## **КОСТИ, СУСТАВЫ И ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ**

Тело человека состоит из туловища, шеи, головы и парных верхних и нижних конечностей.

Опорно-двигательный аппарат состоит из более 200 костей, связок, мышц, мышечных сухожилий.

При занятиях двигательной активностью кость становится более плотной, а при гиподинамии за счет потери минеральных солей плотность костей уменьшается. Следовательно, активный образ жизни в студенческие годы является путем к достижению оптимальной минерализации костной ткани.

У людей с ограниченной двигательной активностью, сочетающейся при некоторых формах труда с необходимостью длительно поддерживать определенную позу, возникают значительные изменения костной ткани, которая становится более хрупкой, истончается хрящевая ткань, что особенно неблагоприятно отражается на состоянии позвоночного столба и межпозвоночных дисков; снижается вязкость синовиальной жидкости.

Занятия физическими упражнениями и спортом увеличивают не только прочность костной ткани, но и повышают эластичность связок, способствуют более цепкому присоединению к костям мышечных сухожилий, укрепляют позвоночник и ликвидируют в нем нежелательные искривления, способствуют расширению грудной клетки и выработке хорошей осанки.

В условиях нормальной физиологической деятельности и двигательной активности суставов они долго сохраняют амплитуду движений и медленно подвергаются старению. Чрезмерные физические нагрузки, как и гиподинамия, могут истончать суставные хрящи и в результате приводить к функциональным ограничениям подвижности в суставах и уменьшению амплитуды движений, связанным с болью.

При систематических занятиях физическими упражнениями суставы укрепляются, увеличивается их гибкость; утолщается суставной хрящ, что усиливает его амортизационные свойства, уменьшая давление на кость.

*Мышклатура* — общее обозначение совокупности мышц тела или органа. Мышечная система обеспечивает движения человека, вертикальное положение тела, фиксацию внутренних органов в определенном положении, дыхательные движения, усиление кровообращения и лимфообращения (мышечный насос), терморегуляцию организма. Движения играют существенную роль во взаимодействии человека с внешней средой. У человека насчитывается более 600 мышц, которые состоят из 72–80 % воды и 16–20 % из плотного вещества. Мышечная масса у мужчин 35–40 % массы тела, у женщин несколько меньше, у спортсменов — 50 % и более.

При работе мышцы развивают определенную силу, которую можно измерить. Величина силы, развиваемой мышцами, зависит от количества мышечных волокон и величины их поперечного сечения, эластичности и исходной длины отдельных мышц, а также от владения двигательным навыком и координации движений, которые обеспечивают участие максимального количества мышечных волокон в том или ином движении.

Различают два типа скелетных мышечных волокон:

– красные мышечные волокна (волокна 1 типа — тонические) содержат большое количество митохондрий с высокой активностью окислительных ферментов. Сила их сокращений сравнительно невелика, а скорость потребления энергии такова, что им вполне хватает аэробного метаболизма. Они участвуют в движениях, не требующих значительных усилий, например в поддержании позы. Плавные произвольные движения начинаются с активации красных волокон. Медленные (тонические) мышечные волокна расположены в глубоких слоях мышц конечностей;

– белым мышечным волокнам (волокна 2 типа — физические) присущи высокая активность ферментов гликолиза, значительная сила сокращения и такая высокая скорость потребления энергии, для которой уже не хватает аэробного метаболизма. Поэтому двигательные единицы, состоящие из белых волокон, обеспечивают быстрые, но кратковременные движения, требующие рывковых усилий. Быстрые мышечные волокна располагаются в поверхностных слоях мышц конечностей.

В каждой мышце различают активную часть (тело) и пассивную (сухожилие).

Мышцы, действие которых направлено противоположно, называются антагонистами, односторонне — синергистами. Одни и те же мышцы в различных ситуациях могут выступать в том и другом качестве. По функциональному назначению и направлению движений в суставах различают мышцы сгибатели и разгибатели, приводящие и отводящие, сжимающие и расширители.

Сила мышцы определяется весом груза, который она может поднять на определенную высоту или способна удерживать при максимальном возбуждении, не изменяя своей длины. Сила мышцы зависит от суммы сил мышечных волокон, их сократительная способность характеризует абсолютную силу мышцы, т.е. силу, приходящуюся на 1 см<sup>2</sup> поперечного сечения мышечных волокон.

ЦНС регулирует силу сокращения мышцы путем измерения количества одновременно участвующих в сокращении функциональных единиц, а также частотой посылаемых к ним импульсов. Учащение импульсов ведет к возрастанию величины напряжения.

В процессе мышечного сокращения потенциальная химическая энергия переходит в потенциальную механическую энергию напряжения и кинетическую энергию движения. Различают внутреннюю и внешнюю работу.

Внутренняя работа связана с трением в мышечном волокне при его сокращении. Внешняя работа проявляется при перемещении собственного тела, отдельных частей организма, груза в пространстве. Она характеризуется коэффициентом полезного действия (КПД) мышечной системы, т.е. отношением производимой работы к общим энергетическим затратам. Для мышц человека КПД составляет 15–20 %, у физически развитых тренированных людей этот показатель значительно выше. Мышцы, осуществляющие поддержание определенного положения тела в пространстве, производят работу, называемую статической мышечной работой. Обычно динамическая и статическая мышечные работы дополняют друг друга.

Многие скелетные мышцы обладают силой, превышающей массу тела. Если деятельность волокон и всех мышц человека направить в одну сторону, то при их одновременном сокращении он мог бы поднять груз весом 25 т на высоту 1 м.

Систематическая физическая тренировка увеличивает силу мышц за счет повышения количества мышечных волокон и их поперечного сечения, эластичности, а также совершенствования их координации в работе отдельных мышечных волокон.

Физические нагрузки преимущественно статического характера ведут к значительному увеличению объема и веса мышц. Увеличивается поверхность их прикрепления на костях, укорачивается мышечная часть и удлиняется сухожильная. Количество плотной соединительной ткани в мышцах между мышечными пунктами увеличивается, что создает дополнительную опору.

При нагрузках преимущественно динамического характера вес и объем мышц также увеличиваются, но в меньшей степени. Происходит удлинение мышечной части и укорочение сухожильной, количество капилляров увеличивается, обеспечивается лучшее поступление нервных импульсов в мышцу.

Критериями функциональных возможностей нервно-мышечного аппарата у спортсменов являются: тонус напряжения и расслабления мышц, их латентное время; максимально короткое время мышечного сокращения; электровозбудимость мышцы.

Все системы, благодаря которым работает организм, взаимосвязаны и зависят друг от друга.

## **РОЛЬ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА**

«Движение как таковое может по своему действию заменить любое лечебное средство, но все лечебные средства мира не могут заменить лечебной силы движения» (К.Ж.Тиссо). Известно, что движение является основным стимулятором жизнедеятельности организма человека. Еще С.П. Боткин отметил, что «ни усиленный труд, ни форсированные, утомительные поводы сами по себе не в состоянии вызвать расстройства здоровья, если нервные аппараты работают хорошо. И, наоборот, при недостатке движений наблюдается, как правило, ослабление физиологических функций, понижается тонус жизнедеятельности организма».

Становление человека происходило в условиях высокой двигательной активности, которая была необходимым условием его существования, биологического и социального процесса. Потребность в движении — одна из общебиологических потребностей организма, играющая важную роль в его жизнедеятельности и формировании человека на всех этапах его эволюционного развития. Развитие происходит в неразрывной связи с активной мышечной деятельностью. Физические упражнения воздействуют на все группы мышц, суставы, связки, которые делаются крепкими, увеличиваются объем мышц, их эластичность, сила и скорость сокращения. Усиленная мышечная деятельность вынуждает работать с дополнительной нагрузкой сердце, легкие и другие органы и системы организма, тем самым повышая функциональные возможности человека, его сопротивляемость неблагоприятным воздействиям внешней среды.

Систематическая тренировка, особенно в циклических видах спорта, сопровождается биохимическими, морфологическими и функциональными изменениями сердца и сосудов, от слаженной работы которых зависит усиленное снабжение тканей кислородом и питательными веществами. Улучшение энергетики и кровоснабжения сердечной мышцы под влиянием тренировки существенно расширяет ее функциональные возможности. Регулярная физическая нагрузка вызывает в каждой системе благоприятные прогрессивные изменения, носящие характер рабочей гипертрофии. Под

влиянием тренировки происходит морфофункциональная перестройка соединения костей, степень которой зависит от объема выполняемых движений. Морфологическая адаптация в суставах проявляется в изменении формы и величины суставных поверхностей, в структурных изменениях суставных хрящей, связок и других мягких тканей, окружающих суставы.

При выполнении физических упражнений в мышцах образуется тепло, на что организм отвечает усиленным потоотделением. Во время физических нагрузок усиливается кровоток: кровь приносит к мышцам кислород и питательные вещества, которые в процессе жизнедеятельности распадаются, выделяя энергию. При движениях в мышцах дополнительно открываются резервные капилляры, количество циркулирующей крови значительно возрастает, что вызывает улучшение обмена веществ.

Двигательная активность принадлежит к числу основных факторов, определяющих уровень обменных процессов организма и состояние его костной, мышечной и сердечно-сосудистой систем. Она тесно связана с тремя аспектами здоровья (физическим, психическим и социальным) и в течение жизни человека играет важную роль. Потребность организма в двигательной активности индивидуальна и зависит от многих физиологических, социально-экономических и культурных факторов. Уровень потребности в двигательной активности в значительной мере обуславливается наследственными и генетическими признаками. Для нормального развития и функционирования организма, сохранения здоровья необходим определенный уровень физической активности. Этот диапазон имеет минимальный, оптимальный и максимальный уровни двигательной активности.

Минимальный уровень позволяет поддерживать нормальное функциональное состояние организма. При оптимальном уровне достигается наиболее высокий уровень функциональных возможностей и жизнедеятельности организма. Максимальный уровень характеризуют чрезмерные нагрузки, которые могут привести к переутомлению, резкому снижению работоспособности. Существует понятие о привычной физической активности, которую можно определить уровнем и характером потребления энергии в процессе обычной жизнедеятельности. Оценка этой двигательной активности проводится по двум составляющим: профессиональной и непрофессиональной.

Существуют несколько методов количественной оценки двигательной активности:

- по данным хронометража, выполненного за сутки работы;
- по показателям энергозатрат на основе непрямой калориметрии;
- путем подсчета энергетического баланса.

ЧСС довольно точно отражает степень нагрузки на сердечно-сосудистую систему во время мышечной деятельности и находится в прямой зависимости от потребления кислорода. Поэтому величина ЧСС во время мышечной работы может служить количественным показателем физической активности при проведении различных тестов.

Систематические занятия физическими упражнениями изменяют весь облик человека: изменяется телосложение, улучшается физическое развитие.

При уменьшении физической нагрузки в мышцах отмечается усиливающаяся атрофия со структурными и функциональными изменениями, ведущими к прогрессирующей мышечной слабости. Например, из-за ослабления мышц связочного и костного аппарата туловища, нижних конечностей, которые не могут выполнять полноценно свою функцию удержания опорно-двигательного аппарата, развиваются нарушения осанки, деформация позвоночника, грудной клетки, таза и т.д., влекущие целый ряд нарушений здоровья, что приводит к снижению работоспособности. Ограничение двигательной активности приводит к изменениям функций внутренних органов. При этом очень уязвимой является сердечно-сосудистая система. Функциональное состояние сердца ухудшается, нарушаются процессы биологического окисления, что негативно влияет на тканевое дыхание. При небольшой нагрузке развивается кислородная недостаточность. Это приводит к ранней патологии системы кровообращения, развитию атеросклеротических бляшек, быстрому износу системы.

При низкой двигательной активности уменьшаются гормональные резервы, что снижает общую адаптационную способность организма. Происходит преждевременное формирование «старческого» механизма регуляции жизнедеятельности органов и тканей. У людей, ведущих малоподвижный образ жизни, наблюдается прерывистое дыхание, одышка, снижение работоспособности, боли в области сердца, головокружение, боли в спине и т.д.

Снижение физической активности ведет к заболеваниям (инфаркт, гипертония, ожирение и др.). Например, у людей умственного труда инфаркт встречается в 2–3 чаще, чем у людей физического труда. Патологические изменения в организме развиваются не только при отсутствии движения, но

даже и при обычном образе жизни, когда двигательный режим не соответствует природной генетической программе.

Способность человека противостоять гиподинамии далеко не беспредельна. Уже через одну-две недели постельного режима даже у совершенно здоровых людей отмечается значительное уменьшение мышечной силы, расстройство координации движений, снижение выносливости. Отрицательные последствия гиподинамии распространяются на многие функции организма, даже не имеющие отношение к мышечной работе, движению. Например, недостаток нервных импульсов способствует развитию тормозных процессов в головном мозге, из-за чего ухудшается его деятельность, контролирующая работу внутренних органов. В результате функционирование органов и их взаимодействие постепенно нарушаются.

Исследованиями доказано, что при мышечной деятельности возникает явление, получившее название моторно-висцеральных рефлексов, т.е. импульсы от работающих мышц направляются к внутренним органам. Это позволяет рассматривать физические упражнения как рычаг, воздействующий через мышцы на уровень обмена веществ и деятельность важнейших функциональных систем организма. Увеличиваются энергетический потенциал, функциональные ресурсы организма и продолжительность жизни. В ответной реакции организма человека на физическую нагрузку первое место занимает влияние коры головного мозга на регуляцию функций основных систем: происходит изменение в кардиореспираторной системе, газообмене, метаболизме и др. Упражнения усиливают функциональную перестройку всех звеньев опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой и других систем, улучшают процессы тканевого обмена. Под влиянием умеренных физических нагрузок увеличиваются работоспособность сердца, содержание гемоглобина и количество эритроцитов, повышается фагоцитарная функция крови. Совершенствуются функция и строение самих внутренних органов, улучшается химическая обработка и продвижение пищи по кишечнику.

Согласованная деятельность мышц и внутренних органов регулируется нервной системой, функция которой также совершенствуется при систематическом выполнении физических упражнений. Положительные изменения проявляются в совершенствовании регулирующего влияния центральной и вегетативной нервных систем. Под влиянием тренировки увеличивается сила, подвижность и уравновешенность нервных процессов коры головного мозга. Изменяется тип нервной системы, приближаясь к сильному. Повышение подвижности нервных процессов приводит к улучшению способности сокращать и расслаблять мышцы.

Возрастает также способность концентрации возбуждения и торможения как во времени, так и в пространстве. Все это создает условия для координированной работы ЦНС и всего нервно-мышечного аппарата.

Существует тесная связь дыхания с мышечной деятельностью. Выполнение различных физических упражнений оказывает воздействие на дыхание и вентиляцию воздуха в легких, на обмен в легких кислорода и углекислоты между воздухом и кровью, на использование кислорода тканями организма. Обучение движениям приводит к специализированной интеграции дыхательной функции. Чем прочнее связь дыхания и движения, тем легче выполняются движения.

При применении физических упражнений, кроме нормализации реакций сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем, восстанавливается приспособляемость к климатическим факторам, повышается устойчивость человека к различным заболеваниям, стрессам и т.д. Это происходит быстрее, если используются гимнастические упражнения, спортивные игры, закаливающие процедуры и пр.

В условиях высшего учебного заведения повышается значимость физического воспитания и формирования всесторонне и гармонично развитой личности — выпускника вуза с его высокой степенью готовности к профессиональной деятельности.

Регулярные занятия разнообразными физическими упражнениями и спортом в учебном процессе высшей школы дают организму обучающегося дополнительный запас прочности, повышая устойчивость организма к самым разнообразным факторам внешней среды. Физическая культура и спорт в учебном процессе используются как средство активного развития индивидуальных и профессионально значимых для обучающихся качеств, которые способствуют достижению физического совершенствования и социального становления будущих специалистов.

Для большинства людей, заканчивающих МГСУ, работа по специальности связана со значительным снижением физической нагрузки и возрастанием роли внимания, точности движений, быстроты реакции. Сочетание физической растренированности организма и повышения его нервно-эмо-

ционального напряжения в условиях интенсификации производства и ускоряющегося ритма жизни приводит к преждевременной усталости, ошибкам в производственной деятельности, которые тем серьезнее, чем более сложной техникой управляет человек. Усталость — это явление общее для всего живого мира. Усталость здорового человека — это понижение функциональной способности органов и систем организма, вызванное чрезмерной работой и сопровождаемое характерным ощущением недомогания, приводящее к различным заболеваниям и даже ранней потере трудоспособности.

### Библиографический список

Никишкин В.А. Социально-биологические основы физической культуры : учебное пособие / В.А. Никишкин, Л.М. Крылова. — Москва : МГСУ, 2009.

Физическая культура в строительных вузах : учебник / под ред. Л.М. Крыловой. — Москва : Изд-во АСВ, 2009.

Физическая культура и здоровье / под ред. В.В. Пономаревой. — Москва : ГОУ ВУНМЦ, 2001. — 352 с.

Физическая культура студента : учебник / [М.Я. Виленский и др.] ; под ред. В.И. Ильинича. — Москва : Гардарики, 1999.

Физическая культура : учебное пособие / под ред. В.А. Коваленко. — Москва : Изд-во АСВ, 2000.

Физическое воспитание : учебник для студентов вузов / [под ред. В.А. Головина и др.]. — Москва : Высшая школа, 1991.