

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СМОЛЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ СПОРТА»

Кафедра биологических дисциплин

П.А. Терехов, Т.М. Брук

СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ
В ВОПРОСАХ И ОТВЕТАХ

учебное пособие

Смоленск

2024

УДК 612.766.1:796.0

ББК 75.03

Т 35

*Издание подготовлено на кафедре биологических дисциплин
Смоленского государственного университета спорта*

Рецензенты:

кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры нормальной физиологии
ФГБОУ ВО «СГМУ» Минздрава России О.В. Павлюченкова
доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры туризма
и спортивного ориентирования ФГБОУ ВО «СГУС» Ю.С. Воронов

Рекомендовано методическим советом ФГБОУ ВО «СГУС»

Т 35 Терехов П.А., Брук Т.М. Спортивная физиология в вопросах и ответах:
учебное пособие / П.А. Терехов, Т.М. Брук. – Смоленск: ФГБОУ ВО «СГУС»,
2024. – 157 с.

В учебном пособии в доступном формате «вопрос-ответ» представлена основополагающая информация по важнейшим разделам физиологии спорта: классификации и характеристики физических упражнений; состояний организма при мышечной деятельности; механизмов развития физических качеств, статических усилий и скоростно-силовых способностей, адаптации в процессе избранной работы; основ двигательных навыков; оздоровительной тренировки; ориентации и отбора юных атлетов; работоспособности в особых условиях внешней среды; спортивной тренировки женщин, что имеет огромное значение в практике подготовки будущих специалистов в области физической культуры и спорта.

Предназначено для студентов, магистрантов, аспирантов вузов физической культуры по дисциплинам «Физиология человека», «Физиология спорта», «Спортивная медицина», «Мониторинг физического состояния» и направлениям подготовки 49.04.03 «Спорт», профиль «Спортивная подготовка. Тренерско-преподавательская деятельность в области физической культуры и спорта»; 49.03.01 «Физическая культура», профиль «Спортивная подготовка в избранном виде спорта», «Менеджмент в физической культуре и спорте», «Физкультурное образование»; 49.03.02 «Физическая культура для лиц с отклонениями в состоянии здоровья (адаптивная физическая культура)», профиль «Физическая реабилитация», 49.03.03 «Рекреация и спортивно-оздоровительный туризм», профиль «Спортивно-оздоровительный туризм». Пособие снабжено комплектом мультимедийных иллюстраций.

ISBN 978-5-91812-254-9

© П.А. Терехов, Т.М. Брук, 2024
© ФГБОУ ВО «СГУС», 2024

Оглавление

| | |
|--|----|
| Список условных обозначений | 6 |
| 1. Физиологические основы классификации и характеристики спортивных упражнений | 7 |
| 1.1. В чем заключаются физиологические основы классификации физических упражнений? | 7 |
| 1.2. Что собой представляет физиологическая характеристика упражнений максимальной мощности? | 9 |
| 1.3. Перечислите основные физиологические закономерности упражнений субмаксимальной мощности? | 11 |
| 1.4. Опишите физиологические закономерности упражнений большой мощности? | 13 |
| 1.5. Какие функциональные сдвиги происходят при упражнениях умеренной мощности? | 14 |
| 1.6. Раскройте сущность физиологической характеристики упражнений переменной мощности? | 16 |
| 2. Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности | 17 |
| 2.1. Какие виды предстартовых состояний выделяются у спортсменов? | 17 |
| 2.2. Дайте физиологическое обоснование разминки в практике спорта? | 19 |
| 2.3. Объясните физиологическую значимость процессов вработывания? | 21 |
| 2.4. В чем состоит физиологическая сущность формирования устойчивого состояния по кислородному потреблению? | 25 |
| 2.5. Укажите физиологическую характеристику процесса утомления? | 26 |
| 2.6. Какие бывают виды и причины возникновения процесса утомления при различных физических упражнениях? | 31 |
| 3. Физиологические основы двигательных навыков | 36 |
| 3.1. Каковы физиологические процессы управления произвольными движениями? | 36 |
| 3.2. Что собой представляет образование динамического стереотипа в двигательных навыках? | 41 |
| 3.3. Отметьте необходимые условия, фазы и прогностическую роль I и II сигнальных систем в формировании двигательного навыка? | 42 |
| 3.4. Подчеркните функциональное значение и виды тормозных процессов при образовании двигательных навыков? | 45 |
| 3.5. Что собой представляет активный отдых по И.М. Сеченову и его значение для практики спорта? | 47 |
| 4. Физиологические механизмы развития физических качеств | 48 |
| 4.1. Дайте физиологическую интерпретацию силовых упражнений? | 48 |
| 4.2. Сформулируйте физиологическую трактовку быстроты движений? | 53 |
| 4.3. Поясните физиологические основы выносливости? | 54 |
| 4.4. Изложите физиологические признаки ловкости? | 58 |
| 4.5. Разъясните физиологическое предназначение гибкости? | 60 |

| | |
|---|------|
| 5. Физиологическая характеристика статических усилий и скоростно-силовых способностей..... | 62 |
| 5.1. Распишите основные проявления физиологических реакций при статических усилиях? | 62 |
| 5.2. Назовите главные причины утомления при статических упражнениях?..... | 64 |
| 5.3. Прокомментируйте важнейшие особенности статических усилий? | 67 |
| 5.4. Раскройте физиологическую характеристику скоростно-силовых способностей? | 68 |
| 6. Физиологические механизмы адаптации в процессе спортивной тренировки | 70 |
| 6.1. Раскройте понятие об адаптации, её видах и общем адаптационном синдроме? | 70 |
| 6.2. Каковы фазы адаптации организма к физическим нагрузкам? | 72 |
| 6.3. В чем особенности явления дезадаптации организма к физическим нагрузкам и обратимости тренировочных эффектов?..... | 73 |
| 6.4. Что представляют собой функциональные резервы организма и их классификации?..... | 75 |
| 7. Физиологические основы спортивной тренировки | 77 |
| 7.1. Что представляют собой основные звенья тренировочных эффектов спортивной тренировки? | 77 |
| 7.2. Дайте физиологическое обоснование принципов обучения технике движений в избранном виде спорта?..... | 79 |
| 7.3. Обоснуйте необходимость физиологической аргументации пороговых тренирующих нагрузок в спорте?..... | 83 |
| 7.4. Каковы основные методы измерения физиологической величины тренировочной нагрузки? | 84 |
| 7.5. В чем заключаются отличия понятий тренированности и тренируемости организма спортсмена? | 86 |
| 7.6. Что такое спортивная форма и каковы формы её развития? | 88 |
| 7.7. Дайте физиологическую характеристику периодизации спортивной тренировки?..... | 90 |
| 8. Физиологические основы оздоровительной тренировки | 92 |
| 8.1. Обозначьте основные принципы оздоровительной тренировки? | 92 |
| 8.2. Выделите основные особенности метаболизма и системы вегетативного обеспечения лиц пожилого возраста? | 966 |
| 8.3. Дайте физиологическую характеристику ВНД лиц пожилого возраста? | 99 |
| 8.4. Выделите особенности двигательной функции лиц пожилого возраста?.. | 101 |
| 8.5. Определите системные направления применения физических упражнений для лиц пожилого возраста? | 1022 |
| 9. Спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды | 103 |
| 9.1. Раскройте основные закономерности терморегуляции в условиях повышенной температуры и влажности воздуха? | 103 |

| | |
|---|-----|
| 9.2. Укажите сдвиги физиологических функций организма в условиях высокой температуры и влажности?..... | 105 |
| 9.3. Дайте физиологическую характеристику тепловой адаптации?..... | 107 |
| 9.4. Какой должен быть питьевой режим при жарком климате? | 109 |
| 9.5. Каковы функциональные проявления спортивной работоспособности атлетов в условиях пониженной температуры окружающей среды?..... | 111 |
| 9.6. Каковы особенности спортивной работоспособности в условиях пониженного атмосферного давления?..... | 114 |
| 9.7. Чем характеризуется работоспособность спортсмена во время и после пребывания в среднегорье? | 118 |
| 9.8. Раскройте вопрос влияния водной среды на спортивную работоспособность? | 120 |
| 10. Физиологические основы тренировки, спортивной ориентации и отбора юных спортсменов..... | 123 |
| 10.1. Каковы физиологические основы тренировки юных спортсменов? | 123 |
| 10.2. В чем заключаются функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов? | 125 |
| 10.3. Какова специфика высшей нервной деятельности у детей при их занятиях спортом? | 126 |
| 10.4. В чем различаются возрастные аспекты развития двигательных качеств детей?..... | 128 |
| 10.5. Обоснуйте физиологическую характеристику спортивного отбора?..... | 133 |
| 10.6. Как соотносится выбор спортивной специализации с параметрами достигнутого возраста?..... | 135 |
| 11. Физиологические основы спортивной тренировки женщин | 136 |
| 11.1. Перечислите основные морфологические особенности женского организма?..... | 136 |
| 11.2. Каковы особенности формирования двигательных качеств у женщин при спортивной тренировке?..... | 138 |
| 11.3. Оцените воздействие различных фаз овариально-менструального цикла на спортивную работоспособность женщин? | 144 |
| Литература | 149 |

Список условных обозначений

АВР-О₂ – артериовенозная разность по кислороду;
АД – артериальное давление;
АПМ – анатомический поперечник мышцы;
АТФ – аденозинтрифосфат;
БСЭ – Большая Советская энциклопедия;
ВНД – высшая нервная деятельность;
ВНС – вегетативная нервная система;
ГГС – гипоталамо-гипофизарная система;
ДО – дыхательный объем;
ЖЕЛ – жизненная емкость легких;
ЗД – задержка дыхания;
ИВС – избранный вид спорта;
ИМТ – индекс массы тела;
КБП – кора больших полушарий;
КЕК – кислородная емкость крови;
КИО₂ – коэффициент использования кислорода;
КПД – коэффициент полезного действия;
КРС – кардиореспираторная система;
КрФ – креатинфосфат;
КТС – кислородтранспортная система;
ЛВ – легочная вентиляция;
ЛМВ – локальная мышечная выносливость;
МОД – минутный объем дыхания;
МОК – минутный объем кровообращения;
МПК – максимальное потребление кислорода;
МПС – максимальная произвольная сила;
МТ – масса тела;
НМА – нервно-мышечный аппарат;
НЦ – нервный центр;
ОАС – общий адаптационный синдром;
ОГК – окружность грудной клетки;
ОДА – опороно-двигательный аппарат;
ОМЦ – овариально-менструальный цикл;
ОПС – общее периферическое сопротивление;
ОРУ – общеразвивающие упражнения;
ОЦК – объема циркулирующей крови;
ПАНО – порог анаэробного обмена;
САД – систолическое артериальное давление;
САС – симпатоадреналовая система;
СОК – систолический объем крови;
ССС – сердечно-сосудистая система;
ФВ – физическое воспитание;
ФПМ – физиологический поперечник мышцы;
ФР – физиологические резервы;
ФС – физиологическое состояние;
ЦНС – центральная нервная система;
ЧД – частота дыхания;
ЧСС – частота сердечных сокращений.

1. Физиологические основы классификации и характеристики спортивных упражнений

1.1. В чем заключаются физиологические основы классификации физических упражнений?

В настоящее время физиологическая классификация предусматривает деление физических упражнений, в качестве системообразующего фактора в которых отбирается один лимитирующий признак (**аналитические классификации**):

К последней группе относят следующие **маркеры**:

– критерий исторически образовавшихся систем ФВ (туризм; игры; гимнастика; спорт);

– анатомический признак (мышцы брюшного пресса, ног, рук, спины и т.д.);

– биомеханическая организация движений (ациклические, циклические, смешанные локомоции);

– способ реакции организма атлета на внешние условия (нестандартные (единоборства, спортивные игры, кроссы) и стандартные движения);

– исключительное доминирование в развитии физических качеств (гибкости, силы, выносливости, быстроты, ловкости);

– механическая работа скелетных мышц (статическая (удержание снаряда, груза, исходной позы) и динамическая (перемещение в пространстве/времени);

– расчетная мощность в относительных единицах (движения большой, субмаксимальной, максимальной, умеренной и переменной зоны);

– уровень построения движений по Н.А. Бернштейну (1896-1966) от А до Е (тонуса и осанки, мышечно-суставных увязок, пространства, действий, смысловой координации);

– степень распределения двигательных усилий (небаллистические (плавание, ходьба) и баллистические локомоции (прыжки, метания);

– сложность моторной координации (движения перекрестные, поочередные, симметричные/односторонние, асинхронные);

– характер вработываемости отдельных групп мышц: локальные или местные (менее 1/3), региональные (от 1/3 до 1/2) и глобальные (более 1/2 задействованной мышечной МТ) движения. К первым относятся стрельба из лука, пистолета, арбалета, определенные гимнастические действия; ко вторым акты, выполняемые с помощью пояса верхних конечностей, туловища, спины; к третьим длительные дистанции бега, езды на велосипеде, гребли, лыжных гонок;

– критерий взаимодействия мышц с внешним сопротивлением: отрицательная работа (уступающий); положительная работа (преодолевающий), нулевая работа (статический) режимы;

– доминирующий энергетический источник энергии (анаэробно-

алактатный или креатинфосфокиназный, анаэробно-лактатный или гликолитический и аэробный или окисление пищевых веществ);

– уровень энергозатрат: с высокими затратами по потреблению кислорода более 4-6 литров в минуту (плавание, бег, лыжные гонки); средними 2-4 л/мин (спортивные игры); и низкими – менее 2 л/мин (борьба, бокс, фигурное катание);

– вид локомоций: естественные (бег, ходьба); со скольжением (коньки, лыжи); с использованием рычажных передач (гребля, велоспорт); в иной среде (плавание, парусный спорт);

– хронометраж физической нагрузки: дистанции определенного объема работы в циклических видах и временного диапазона (бокс, хоккей, борьба, футбол и др.);

– режим интенсивности нагрузки: максимальный (90-100 %) – предельное развитие силы и скорости, соревновательный уровень; тяжелый (80-90 %) – рост мышечной массы, развитие взрывной силы; средний (70-80 %) – развитие аэробных способностей, рост ударного объема сердца; легкий (60-70 %) – рост общей выносливости, сжигание жира; очень легкий (50-60 %) – разминка, зарядка, восстановление;

– признак объема избранной нагрузки: малые (не вызывающие наглядного физиологического эффекта); восстанавливающие (недостаточные для поддержания достигнутого уровня, но ускоряющие процессы восстановления после выполнения тренирующей нагрузки); тренирующие; поддерживающие (недостаточные для изменений, но исключают обратное развитие тренированности); чрезмерно большие.

Также в практике спорта выделяют **синтетические классификации** физических упражнений, в качестве системообразующего фактора которых отбирается несколько лимитирующих признаков:

– большое значение имеет рабочая поза (исходное положение), из которой начинается выполнение упражнений. Рабочая поза – это фон, на базе которого строится само упражнение, от этого зависит выполнение упражнений. Позы бывают простые и сложные и, если простые построены на базе, безусловно-рефлекторной, деятельности, то сложные позы – на деятельности условных рефлексов. По занимаемой исходной проекции, в которой выполняется упражнение выделяют позы: лежа (стрельба, плавание); сидя (конный спорт и др.); стоя (борьба, бокс, тяжелая атлетика, фехтование и др.); с опорой на руки (упоры, стойки, висы).

– по стандартным (стереотипным) и ситуационным (нестандартным) локомоциям. Стереотипные акты подразделяются по критерию количественной (в метрах, килограммах, секундах) и качественной принадлежности (в баллах), в синхронном плавании, гимнастике, фигурном катании. Движение количественного значения разделяются на циклические и ациклические. Циклические виды подразделяются на пять зон относительной мощности. Ациклические виды делятся на композиционные (многоборья и сложно-

координационные движения) и одномоментные (скоростно-силовые и преимущественно силовые). Противоборства разделены на единоборства (прямые и опосредованные), а спортивные игры на зональные и смешанные.

– классификация физических упражнений по спортивной специализации: соревновательные; специально-подготовительные; обще-подготовительные.

1.2. Что собой представляет физиологическая характеристика упражнений максимальной мощности?

Все циклические упражнения разделяются по своей интенсивности на четыре большие группы – зоны относительной мощности (В.С. Фарфель, 1937). Критерием подразделения является объем работы, выполненный спортсменом в единицу времени. Физиологическими маркерами мощности физических упражнений являются относительные энергозатраты (в единицу времени или на единицу выполненной работы) и кислородный запрос.

Упражнения каждой из этих групп имеют свою функциональную характеристику. В связи с этим анализ циклических локомоций проводится применительно к этим четырем группам, характеризующих движения умеренной, большой, субмаксимальной и максимальной мощности. Кроме того, впоследствии авторы (В.Г. Тристан, 2003; А.С. Чинкин, 2016) отдельно выделили **переменную** мощность.

В 30-х годах XX века сэр Аргибальд Вивиен Хилл (1886-1977) начертил кривую зависимости между скоростью и продолжительностью выполненных двигательных циклических актов по данным мировых спортивных рекордов.

В 1937 году В.С. Фарфель рассмотрел эту кривую, отложив на осях ординат основания десятичных логарифмов, и получил так называемую экспотенциальную кривую. На этой кривой выделил четыре перегиба, что свидетельствовало о том, что физические и физиологические факторы, лимитирующие скорость и продолжительность движений в этих районах не совсем одинаковы. В связи с этим, функциональный анализ циклической мышечной деятельности проводится применительно к этим зонам кривой, характеризующим упражнения от максимальной до умеренной интенсивности.

Упражнениями максимальной интенсивности называются циклические двигательные акты, выполняемые продолжительностью до 20-30 секунд в предельном темпе. В этих упражнениях достигается наибольшая скорость выполнения движений, так в легкоатлетическом беге, например, скорость бега достигает, 10 м/сек. К этим локомоциям относятся спринтерские дистанции – легкоатлетический бег на 200 м и 100 м, плавание на 50 и 25 м, езда на велосипеде (трек) и некоторые другие упражнения.

Физиологические особенности. Для этого вида циклических упражнений характерны огромные энергозатраты в единицу времени до 4 ккал/сек. Наблюдается огромный кислородный запрос – до 9 литров на 10-20 секунд работы. В пересчете на одну минуту этот показатель составляет

35-40 литров. Исследования показывают (D. Joусе, 2014; Л.В. Капилевич, 2016), что при упражнениях максимальной мощности кислородный запрос удовлетворяется лишь на 5-10 %. При беге на 100 и 200 м потребляется лишь 0,5-1,0 л кислорода. Поэтому возникает огромный кислородный долг, составляющий 90-95 % от O₂-запроса, суммарный же кислородный долг – до 8 литров. Ликвидация кислородного долга затягивается на 20-40 минут.

Большой O₂-долг образуется по следующим причинам:

– кратковременность работы и максимальные энерготраты в единицу времени. Так как эти упражнения очень непродолжительны, то не наступает полноценного периода вработываемости организма. Даже если бы вработывание наступало, то и тогда потребление O₂ за минуту было бы только 4-5 литров, а при этой работе требуется 35-40 литров. Из этого следует, что в энергетическом обеспечении мышечной деятельности преобладают анаэробные (бескислородные) реакции;

– ограниченные возможности основных вегетативных систем организма. Максимально возможное потребление O₂ – 4-5 литров, а запрос – 40 литров. При упражнениях максимальной интенсивности изменения вегетативных функций не максимальные, а субмаксимальные (околопредельные).

Частота сердечных сокращений может достигнуть своих предельных величин – 200-220 ударов, однако остальные ведущие маркеры ССС ниже предельных сдвигов. Так, систолический объем сердца в среднем 100-110 мл, минутный объем крови 20 литров в минуту, хотя предельные изменения составляют соответственно 220 мл и 35 л/мин.

Аналогичная закономерность наблюдается в работе дыхательной системы. Легочная вентиляция достигает 100-120 литров воздуха в минуту (максимальные сдвиги – 200 л/мин), потребление кислорода 2-3 литра в минуту.

При упражнениях максимальной зоны доминируют анаэробные процессы, связанные с ростом содержания молочной кислоты (C₃H₆O₃, lactic acid) в крови.

Выход молочной кислоты говорит о том, что в мышцах она не окисляется, поскольку недостаточно кислорода. Известно (О.Н. Малах, 2010), что всего в организме 2 л кислорода (в легких 500 мл, в крови 1160 мл, в гемоглобине 360 мл, в межтканевой жидкости 250 мл). Поэтому основное окисление происходит после работы, напрямую в восстановительном периоде.

Показателем усиления анаэробных реакций является увеличение дыхательного коэффициента (ДК, усл. ед.) или респираторного эквивалента (RQ, усл. ед.) Известно (А.В. Ромашов, 2015), что ДК – это отношение объема выдыхаемого углекислого газа к объему потребленного кислорода (ДК= V_{CO_2}/V_{O_2}).

В состоянии относительного покоя данный маркер равен 0,85-1,0. После работы максимальной интенсивности увеличивается и достигает 2,0 условных единиц. Повышение ДК объясняется вытеснением углекислого

газа из буферных веществ крови. Одним из буферных веществ является бикарбонат натрия (NaHCO_3) При соединении бикарбоната натрия с молочной кислотой происходит выделение углекислого газа, отсюда и происходит увеличение дыхательного коэффициента.

Следующая особенность упражнений максимальной мощности – это утомление. При всем том, что продолжительность работы максимальной мощности 20-30 секунд, в конце упражнений работоспособность спортсменов понижается. Локомоции подобного рода характеризуются мощными, быстрыми сокращениями и расслаблениями вовлеченных мышц, от которых исходит интенсивная проприоцептивная импульсация к соответствующим нервным центрам принятия решения. Нервные клетки имеют специфические пределы функциональной подвижности. В случае интенсивных упражнений, мощная проприоцептивная импульсация может превысить их пределы лабильности. Вследствие этого понижается энергетический потенциал нервных клеток, происходит расстройство динамического стереотипа и результат – снижение скорости бега.

На финише упражнений максимальной мощности может возникнуть нежелательное явление, получившее наименование «гравитационного шока». Первым это явление изучил болгарский физиолог, профессор Драгомир Матеев (1902-1971). Сущность данного состояния в организме возникает при резкой остановке спортсмена на дистанции, при котором он может упасть и потерять сознание. При этом систолическое артериальное давление снижается со 190 до 90-80 мм рт. ст., а диастолическое повышается, таким образом, пульсовое давление уменьшается. При горизонтальном положении атлета сознание вновь возвратиться к нему, но если он сразу встанет, то вновь может потерять сознание. После внезапной остановки спортсмена снижается моторно-висцеральная регуляция миокарда, т. е. расслабление и сокращение мышц, обеспечивающих транспортную функцию крови.

При этом периферические сосуды остаются расширенными (вазодилатирующий эффект), поэтому кровь как бы «стекает» в мелкие капилляры пояса нижних конечностей и наступает резкая анемия сосудов головного мозга. В горизонтальном же положении кровь движется по всем сосудам равномерно и сознание возвращается. Для того чтобы гравитационный шок не наступил, необходимо после финиша несколько метров пробежать в спокойном темпе.

Полное восстановление текущего функционального состояния организма атлета происходит в среднем за 30 минут, с доминированием двигательных (7-10 минут), по сравнению с вегетативными (25-30 минут) функциями.

1.3. Перечислите основные физиологических закономерностей упражнений субмаксимальной мощности?

Циклические двигательные акты продолжительностью от 45 секунд

до 3-5 минут, выполняемые в высоком темпе, называются упражнениями субмаксимальной (околопредельной) мощности. К этим локомоциям принадлежат: л/а бег в диапазоне 400-2000 м (средние дистанции), плавание от 100 до 400 м, гребля в пределах 500-1000 м, бег на коньках в границах 1500-3000 м, велогонки 1000, 2000 и 3000 м и другие виды спорта. Атлеты развивают при этом мощность от 230 до 280 ватт. Скорость продвижения при данной работе несколько ниже, чем в упражнениях максимальной мощности.

Физиологические особенности. Расход энергии при этой работе доходит до 0,5-1,0 ккал в секунду, поэтому суммарный расход энергии составляет 150 ккал.

Кислородный запрос при прохождении средних дистанций зависит от продолжительности работы. Так, при беге на 400 метров кислородный запрос составляет 25 л в пересчете на одну минуту, а при беге на 1500 метров – 8,5 л. Вместе со снижением кислородного запроса по мере увеличения длины дистанции наблюдается резкое падение скорости бега. Кислородный запрос при этой зоне не ограничивается, т. к. кислородное потребление здесь достигает 3,5-5 л/мин, исходя из этого, образуется кислородный долг. O₂-долг составляет 60-90 % от запроса и доходит до 20 литров (суммарный долг). Эта величина наибольшая, ни при какой другой работе такого кислородного долга нет. Известно, что кислородный долг есть показатель анаэробной производительности организма, поэтому можно сказать, что при данной работе развивается наибольшая анаэробная производительность организма.

Высокий темп движений при работе субмаксимальной мощности вызывает быстрое утомление корковых и других нервных центров, что ограничивает длительность выполнения упражнения в таком темпе относительно небольшим временем. Поэтому характерной особенностью работы субмаксимальной мощности является то, что деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и выделительной систем организма не успевает за короткий срок выполнения упражнения достигнуть предельных величин, или же эти сдвиги возникают только в самом конце работы.

ЧСС достигает своего максимума уже к концу 1-й минуты работы, поэтому при работе субмаксимальной мощности этот показатель нередко достигает 200 и более ударов в минуту.

Систолический или ударный объем сердца (СОК, мл) при этой работе не успевает возрасти до предельно возможных величин, он доходит до 120-130 мл, поэтому и МОД также не достигает своей наивысшей границы и составляет 25-30 литров в минуту.

Кровяное давление изменяется весьма значительно. Так, максимальное давление увеличивается на 40-70 мм рт.ст. и достигает диапазона 160-190 мм рт. ст. Иногда сразу же после работы отмечается уменьшение размеров сердца. Это происходит в результате повышенного тонуса мышцы сердца и уменьшения венозного притока, при выключении «мышечного

насоса».

Большие сдвиги наблюдаются в биохимическом составе крови (максимальный рост до 250 мг% концентрации молочной кислоты в крови (в состоянии покоя норма составляет от 10 до 20 мг%). Исследования биохимика Н.И. Волкова (2011) показывают, что у выдающихся спортсменов (бегунов на средние дистанции) концентрация молочной кислоты в крови на финише доходила до 360 мг%.

Молочная кислота, находящаяся в крови, нейтрализуется бикарбонатами крови, поэтому щелочной резерв ее снижается до 40-60 % от исходной величины, т. е. уменьшается на 25-35 мл CO_2 . Известно, что в покое щелочной резерв крови составляет 50-70 мл CO_2 . После упражнений субмаксимальной мощности отмечается повышение сахара в крови. Содержание солей молочной кислоты в моче возрастает до 230 мг%, на 10-15 % повышается содержание гемоглобина крови. Наблюдается миогенный лейкоцитоз (увеличение количества лейкоцитов до 12-18 тысяч (в норме – 6-8 тысяч), за счет увеличения числа нейтрофилов и уменьшения количества лимфоцитов.

1.4. Опишите физиологические закономерности упражнений большой мощности?

Упражнениями большой мощности называются двигательные циклические акты, выполняемые в высоком темпе, продолжительностью не более 30-40 минут. К этим упражнениям относятся плавание на 1500 и 800 метров, л/а бег на 10000, 5000, 3000 метров, бег на коньках в рамках 5000-10000 метров и т. д. Спортсмены развивают при этом мощность 150-200 ватт.

Физиологические сдвиги. Если при упражнениях максимальной и субмаксимальной интенсивности сдвиги вегетативных функций не достигают максимальных величин, то при упражнениях большой мощности изменения в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной систем достигают предельных величин. Эта особенность данной зоны мощности объясняется тем, что продолжительность упражнений достаточна для полной вработываемости организма. ЧСС колеблется в диапазоне 200-220 уд/мин, САД – 190-200 мм рт. ст., СОК – 180-190 мл, МОК – 33-35 и более литров в минуту.

Из показателей дыхательной системы необходимо отметить потребление кислорода – 3,5-6,0 литров, легочную вентиляцию – 140-160 литров в минуту. Кстати, более показательным является МПК в пересчете на 1 кг веса. Величина у высококвалифицированных спортсменов составляет 60-80 мл/кг. Исследуя одного из сильнейших средневикиов мира, рекордсмена мира американца Jima Ruana (1992 г.), получили результат 80 мл/кг, в то время как еще в 1938 году у мирового рекордсмена в беге на 1 и 2 мили Anthony Resha (США) этот показатель составлял 81 мл/кг. Отсюда зарубежными учеными был сделан вывод (М. McGuigan, 2017; A.L. Woods, 2017), что современная тренировка

бегуна не более эффективна, для развития аэробных возможностей, чем 70 лет назад. Большую роль играет анаэробная производительность организма и техника бега спортсмена.

Большое значение имеет кислородный пульс (O_2 -пульс, мл/удар). У высококвалифицированных спортсменов данный маркер доходит до 25-30 мл/удар. При работе большой мощности возникает кислородный долг – 12-15 литров O_2 , что составляет 10-15 % от суммарного кислородного запроса.

Упражнения большой мощности характеризуются высокими суммарными энерготратами. Если в единицу времени расходуется 0,4-0,5 ккал/с, то за всю работу расход нередко доходит до 750 ккал.

1.5. Какие функциональные сдвиги происходят при упражнениях умеренной мощности?

К упражнениям умеренной мощности относятся виды циклической мышечной деятельности, в диапазоне 30-40 минут, часов и даже суток. Прежде всего – это сверхдлинные дистанции в велоспорте (на шоссе 50, 100 и 200 км), гребле (свыше 10 км), легкой атлетике (свыше 10 км), плавании (марафонские заплывы) и др.

Физиологические сдвиги. Соответственно невысокому темпу, а средняя скорость при марафонском беге 4,7-5 м/сек (в спринтерском беге 10 м/сек), энерготраты в единицу времени невелики и составляют в среднем около 0,3 ккал в секунду (15-18 ккал в минуту). Однако суммарные энерготраты на всю работу огромны и могут достигать нескольких тысяч ккал (иногда до 10 000). Это происходит потому, что упражнения умеренной мощности продолжаются значительное время (велогонки на 200 км длятся более 5 часов).

Функциональные сдвиги вегетативных функций при реализации движений умеренной (экономной) мощности сравнительно невысоки. ЧСС в пределах 110-145 уд/мин, САД – 145-165 мм рт. ст., СОК и МОК соответственно 110-120 мл и 12-15 литров в минуту. Величина легочной вентиляции находится на уровне 50-60 литров воздуха в минуту, потребление кислорода около 3-3,5 литров O_2 . Эти невысокие сдвиги возникают в организме в результате того, что работа продолжается длительное время в умеренном темпе. Невысокие сдвиги в организме дают возможность выступать в соревнованиях людям с какими-либо отклонениями или даже с болезнями сердечно-сосудистой системы.

В зарубежной литературе описан один любопытный случай. Американец Clarence Harrison Demar 7 раз был победителем Бостонского марафона, хотя у него был выраженный атеросклероз, он всю жизнь интенсивно тренировался (бегал ежедневно до 20 км) и дожил до 70 лет. После смерти при вскрытии оказалось, что у него был атеросклероз в очень тяжелой форме,

которая для других людей оказалась бы роковой. Стенки сосудов, питающих его сердце, были сплошь покрыты жировыми отложениями. И, хотя его сердце было нормальных размеров, сосуды оказались почти в 3 раза шире обычных. Ученые считают, что это увеличение просвета сосудов произошло в результате постоянной тренировки и компенсировало его сердечную недостаточность.

Научные исследования, выполненные в России и за рубежом, показали, что в ходе выполнения подобных упражнений наблюдается снижение углеводов крови, т. е. возникает **гипогликемия** (Н.В. Шераш, 2022). Известно, что содержание сахара в крови в состоянии покоя 100-120 мг%. При упражнениях умеренной интенсивности, особенно при марафонских дистанциях, может наблюдаться снижение сахара в крови до 50-60 мг%. Понижение уровня сахара в крови следует рассматривать как результат ухудшения регуляции углеводного обмена организма.

О том, что в результате длительной работы происходят серьезные изменения в регуляции всех видов обмена, в том числе и углеводного, свидетельствуют изменения дыхательного коэффициента. На финише упражнений умеренной интенсивности ДК бывает обычно ниже на 0,1-0,2 усл. ед., чем в состоянии покоя, и составляет 0,7-0,8. Это снижение объясняется тем, что при длительных упражнениях расходуется в качестве источника энергии не только углеводы, но и жиры и белки. Для окисления же этих веществ, требуется больше кислорода, чем для окисления углеводов, т. к. в молекуле жира кислорода меньше, чем в молекуле углевода. Исходя из вышеперечисленного и уменьшается дыхательный коэффициент «respiratory quotient».

Следует учитывать, что при тренировках с доминированием аэробных процессов метаболизма, вопреки наличию устойчивому состоянию (ложного или истинного), ведущие функциональные параметры изменяются медленно, поскольку подвергаются т. н. «дрейфу» (Ю.В. Корягина, 2014; С.С. Артемьева, 2023). Амплитуда которого, напрямую зависит от интенсивности работы – чем выше мощность в относительных величинах упражнения, тем быстрее скорость образования указанного явления, и наоборот.

«Дрейф» напрямую сопряжен с накапливающимся процессом двигательного утомления. Об этом констатирует непрерывное увеличение электрокимографической активности как свидетельство включения новых функциональных единиц для компенсации усилий мышечного сокращения и уменьшения их сократительной функции. К примеру, в течение разгара этого периода равномерно снижается МОК, но одновременно растет ЧСС, что благоприятствует поддержанию МОК практически стабильным, однако при менее выгодном для организма в экономичном плане режиме работы миокарда.

При увеличении вентиляции легких и мобилизации симпатoadреналовой системы (САС), вопреки выбросу поверхностного тепла при испарении, возрастает температура тела спортсмена.

К субъективным критериям указанных сдвигов относится эмоциональное ощущение постоянного роста тяжести перенесенной нагрузки по мере выполнения избранного упражнения.

Упражнения умеренной интенсивности очень утомительны и восстановительный период после них заканчивается через несколько часов или даже суток.

1.6. Раскройте сущность физиологической характеристики упражнений переменной мощности?

Спортивные игры и все единоборства относятся к упражнениям переменной мощности. Этим локомоциям присущ ряд специфических особенностей, которые делают возможным выделять их в специальную группу. К ним относятся все виды единоборств, спортивные игры, лыжные гонки и т. д.

Физиологические сдвиги. Переменный характер деятельности организма. В процессе игры, спортивного поединка интенсивность упражнений бывает разной: большой, максимальной, умеренной, то работа сменяется кратковременным отдыхом. Подобные изменения интенсивной мышечной деятельности происходят непрерывно, что определяется необходимостью быстро реагировать на действия противника, партнера, на изменяющиеся условия игры. Особенностью является также и то, что в спортивных играх, боксе **преобладают движения ациклического характера**, и встречаются упражнения в основном скоростно-силового порядка, например, удары по мячу, броски, ударные и защитные движения боксера. Другой особенностью рассматриваемых упражнений является **высокая эмоциональная напряженность** спортивной борьбы. Единоборство с противником, желание победить в коллективной борьбе вызывает яркие эмоции, которые налагают своеобразный отпечаток на деятельность всех систем организма. При упражнениях переменной интенсивности под влиянием тренировки образуется специфический изменчивый динамический стереотип нервных реакций, обеспечивающей быстрое переключение различных уровней моторно-висцеральной деятельности с низкого на высокий и наоборот.

Большое значение в спортивных играх имеет способность нервной системы к **экстраполяции** «extrapolation», т. е. к предвосхищению последующих событий. Она позволяет своевременно отвечать на новые раздражители окружающей среды, адекватно возникшей ситуации вырабатывать структурные взаимодействия, приемы тактического плана выступления, как на базе безусловных (врожденных), так и условных (приобретенных) адаптивных реакций. Способность спортсменов к экстраполяции зависит от предшествующего опыта, ранее образованного

фонда условных рефлексов. Атлет в процессе поединка постоянно экстраполирует, читает возможные действия соперника, партнера, время выполнения приема, направления и скорость движения спортивного снаряда (шайбы, мяча, и т. д.). Умение, к экстраполяции образуется в результате систематической тренировки, при использовании всего арсенала двигательного опыта, запаса тактических приемов. В условиях монотонности экстраполяционные возможности развиваются слабее.

Экстраполяция имеет специфический диапазон своего воздействия и проявляется только в границах определенного вида спортивной деятельности. Так, способности предугадывать события, в процессе игры в хоккей, ограничены для результативной экстраполяции в баскетболе или футболе. В спортивных играх важную роль в развитии экстраполяции имеет так называемый эфферентный синтез. В процессе игры спортсмен анализирует и обобщает обширную информацию. Например, в футболе спортсмен получает, сведения о расположении игроков на поле, возникающей игровой ситуации, перемещениях мяча и т. д. При этом все это осуществляется «в цейтноте», т. е. при значительном дефиците времени. Этот многогранный, системный процесс реализуется посредством взаимного сочетания всех отделов головного мозга. Исходная масса тела атлета после соревновательных испытаний уменьшается от 1 до 3 кг. Главными в функциональном плане для организма с целью успешного выполнения этих упражнений являются центральная нервная система (ЦНС), опорно-двигательная система (ОДС), сенсорные системы (СС).

2. Физиологическая характеристика состояний организма при спортивной деятельности

2.1. Какие виды предстартовых состояний выделяются у спортсменов?

Предстартовое состояние – это текущее функциональное состояние организма атлета, которое происходит за относительно продолжительное время (минут, часов, дней) до начала избранной физической работы.

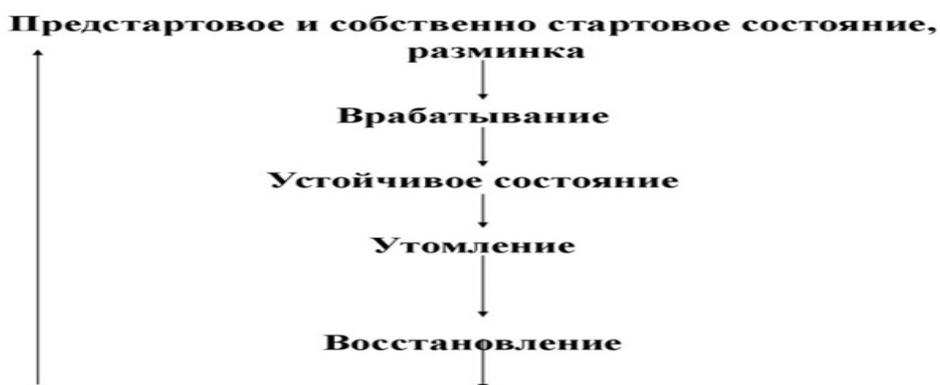


Рисунок 1 – Функциональные состояния организма при спортивной деятельности (Л.К. Караулова, 2016)

Стартовое состояние – это специфическое функциональное состояние организма атлета, которое проявляется на последних минутах непосредственно перед стартом, в течение которого сдвиги физиологических функций особенно выражены и переходят в стадию ускоренного вегетативного обеспечения предстоящей работы (**период вработывания**).

Предстартовая готовность характеризуется оптимальным соотношением процессов возбуждения и торможения в ЦНС. Возбуждение концентрируется только в тех нервных центрах, которые необходимы для успешного выполнения данного упражнения (двигательные центры, центры сердечно-сосудистой и дыхательной систем, терморегуляции и обмена веществ). В остальных нервных центрах локализуется торможение (центры пищеварения, мочеобразования и т. д.).

Состояние предстартовой готовности характеризуется повышением возбудимости и лабильности нервно-мышечного аппарата. Повышается сократительная способность скелетных мышц. Активизируются дыхание и деятельность сердца, происходит перераспределение кровотока между наиболее активными в данном упражнении мышцами и органами брюшной полости. Отмечается расширение подкожных кровеносных сосудов. Физическая работоспособность при таком состоянии повышается.



Рисунок 2 – Сдвиги предстартового возбуждения (Г.Д. Горбунов, 2012)

Предстартовая лихорадка характеризуется нарушением оптимального соотношения процессов возбуждения и торможения в ЦНС с преобладанием процессов возбуждения. Наблюдается чрезмерное возбуждение двигательных нервных центров, чрезмерное повышение тонуса симпатического отдела вегетативного отдела нервной системы, выделение излишнего количества адреналина и норадреналина в крови, чрезмерное повышение возбудимости и тонуса скелетных мышц, возможно появление мышечной дрожи, отсутствует необходимое перераспределение кровотока, сужение подкожных кровеносных сосудов, ухудшение теплоотдачи. Физическая работоспособность снижена.

Предстартовая апатия также характеризуется нарушением оптимального соотношения процессов возбуждения и торможения в ЦНС с преобладанием процессов торможения. Наблюдается преобладание процессов торможения в двигательных нервных центрах, снижение тонуса симпатического отдела вегетативного отдела нервной системы, уменьшение количества адреналина и норадреналина в крови, снижение возбудимости и лабильности нервно-мышечного аппарата, недостаточное усиление работы сердца и внешнего дыхания, снижение тонуса и работоспособности скелетных мышц, отсутствует необходимое перераспределение кровотока. Физическая работоспособность снижена.

Состояния предстартовой лихорадки и апатии могут переходить друг в друга. Предстартовые состояния во многом зависят от тренированности человека (есть ли у него опыт выполнения данных упражнений). У нетренированного человека нет готовой функциональной системы, обеспечивающей успешную подготовку организма к выполнению данного упражнения. Поэтому для таких людей характерным является переход стресс реакции перед физической работой в состояние предстартовой лихорадки или апатии. Стресс-реакция сама по себе приводит к неэкономным и неэффективным реакциям всех систем организма.

У тренированных людей имеется готовая функциональная система успешного реагирования на данное упражнение, на данный раздражитель, поэтому уже в предстартовый период за счет условных рефлексов происходят оптимальные изменения в органах и системах, эффективное перераспределение кровотока, повышение работоспособности скелетных мышц. Характер предстартового периода во многом зависит от возраста, пола, текущего состояния, значимости упражнений (уровня соревнований) и, особенно, от особенностей ВНД. Оперативный покой доминирует у сангвиников и флегматиков, предстартовая лихорадка – холериков, предстартовая апатия – меланхоликов.

2.2. Дайте физиологическое обоснование разминки в практике спорта?

Впервые учение о разминке было разработано советскими учеными (Н.Г. Озолин «Разминка спортсмена», 1967 и др.). В чем сущность разминки, для чего она необходима?

Разминка представляет собой целый комплекс общеспециальных упражнений (движений), которые совершаются перед основной тренировкой или очередным соревнованием, содействующих ускоренному восстановлению вработываемости и потенцированию работоспособности.

В настоящее время идет борьба за снижение и сокращение периода вработывания. Так вот разминка, прежде всего, сокращает период вработывания. Под её влиянием повышается возбудимость различных нервных образований (клеток коры больших полушарий), повышается их лабильность, уменьшается инертность нервных процессов, увеличивается скорость распространения возбуждения. Малопроизводительная анаэробная фаза энергообеспечения передвигается на период разминки. В момент разминки устанавливаются нужные взаимоотношения между теплообразованием и теплоотдачей. Появление потоотделения (разминка до пота) свидетельствует об активизации механизма терморегуляции.

Характер разминки (ее продолжительность, интенсивность) зависит от продолжительности/интенсивности предстоящей работы, от особенностей высшей нервной деятельности. Однако в среднем ее длительность составляет 20-30 минут.

В процессе разминки устанавливаются оптимальные взаимоотношения между дыханием и движением, происходит налаживание моторно-висцеральных взаимоотношений (между двигательным аппаратом и вегетативными функциями).

Существует общая и специальная разминка. **Общая** – неспецифична, одинакова для всех видов спорта, не должна вызывать утомления, используются упражнения общефизической подготовки. Выполнение упражнений, напоминающих по структуре и интенсивности основную работу (**специальная разминка**), обеспечивает формирование двигательной доминанты, характерной для данных упражнений.

Физиологическое значение разминки. В результате разминки происходит **настройка центральной нервной системы** на предстоящую работу. Эта настройка может обеспечиваться условно-рефлекторным путем. Так, в упражнениях с обманом, когда бегуна заставляли бежать 400 метров, а останавливали после первых 100 метров, наблюдали сдвиги в вегетативных функциях, характерные для преодоления 400 метровой дистанции. Слово вызывало соответствующий настрой в работе.

При исследовании гипноза, обследуемому при подъеме гири внушалось, что он поднимает не гирию, а корзину с цветами и наоборот. В каждом случае вегетативные изменения соответствовали не действительной работе, а внушенной. Это свидетельствует о том, что внушение предстоящей работы также может вызвать перестройку функций.

В некоторых видах спорта необходимо обеспечить сочетание дыхания с движением (плавание, гребля), т. е. обеспечить моторно-дыхательные, моторно-респираторные отношения. Это также достигается разминкой.

Второе значение разминки **профилактическое**. При разминке повышается температура мышц до 38-39°, а это приводит к изменению упруго-вязких свойств мышц, вязкость мышц снижается, что увеличивает способность их к растягиванию. Поэтому после хорошей разминки возможность получения травм значительно уменьшается. Мышцы спортсмена обретают способность быстрее сокращаться и расслабляться, т. е. осуществлять большее количество движений в единицу времени.

Разминка улучшает кровоснабжение работающих мышц. При выполнении разминочных упражнений открываются артериовенозные анастомозы (мостики от крупных артерий до крупных вен) и кровь движется по анастомозам, минуя капилляры, обеспечивая тем самым более быстрый возврат крови к сердцу. Между разминкой и работой следует соблюдать оптимальный интервал времени. 10-15 минут – много, т. к. следы разминки начинают угасать и влияние разминки пропадает. 1-2 минуты – мало, т. к. основная работа будет выполняться на фоне резко выраженных изменений функций, вызванных разминкой. Оптимальный интервал составляет 3-5 минут.

Третье назначение разминки – **регулирование стартового состояния**. Боязнь проиграть, не оправдать надежды товарищей и подвести коллектив вызывает яркие эмоциональные переживания. Нередко излишнее волнение, нервозность на старте мешает спортсмену показать высокий результат, хотя он и находится в прекрасной спортивной форме.

2.3. Объясните физиологическую значимость процессов вработывания?

Человек при осуществлении любой деятельности достигает высокой работоспособности не сразу, а постепенно. В течение первых минут работы его работоспособность ниже, чем в последующем. Ему необходимо, как говорят, втянуться в работу, «приспособиться», «настроиться» и т. д. Этот период постепенного вхождения в работу организма получил наименование вработывания. С этим процессом мы встречаемся повседневно, в любых сферах человеческой деятельности как физической, так и умственной. Время вработывания зависит от ряда причин: интенсивности работы, тренированности, возраста, характера нагрузки и т. д.

Вработывание, как процесс обладает рядом свойств:

- **относительная замедленность** усиления вегетативных функций, инертность их развертывания, что в решающей мере определяется течением гуморальной и нервной регуляции этих констант в этом периоде;

- **неодновременность (гетерохронность)** в мобилизации отдельных параметров организма. Вработывание двигательной функции происходит быстрее, чем функционирование вегетативной системы. С разной скоростью ранжируются базовые маркеры деятельности ВНС, содержания метаболитических эквивалентов в крови и мышцах. К примеру, значения ЧСС прогрессируют быстрее, чем АД и расчетный сердечный выброс, вентиляция легких

развивается скорее, чем кислородное потребление;

– **прямая зависимость между мощностью произведенной работы и быстротой перестройки физиологических функций:** чем энергичнее выполняется упражнение, тем быстрее фиксируется мобилизация индикаторов ФС организма, непосредственно задействованных с его проведением. Исходя из этого, время периода вработывания находится в обратной взаимосвязи от энергетики упражнения;

– скорость вработывания происходит при исполнении одного и того же двигательного действия тем быстрее, **чем выше уровень профессиональной подготовки (тренированности) атлета.**



Рисунок 3 – Схема сдвигов физиологических функций вначале, во время и после глобальной (аэробной) работы средней мощности

К каким физиологическим последствиям приводит постепенное развертывание функций? Прежде всего, образуется кислородный долг, т. к. имеется несоответствие между кислородным запросом и кислородным потреблением. Данное несоответствие может исчезнуть или увеличиться (если работа высокой интенсивности). Это приводит к тому, что работа обеспечивается маловыгодными анаэробными реакциями.

Чем объяснить неодинаковую быстроту вработывания двигательного

аппарата и вегетативных функций? Объяснить можно следующими основными причинами. Во-первых, особенностью регуляции деятельности скелетных мышц и внутренних органов. Известно, что деятельность скелетных мышц осуществляется за счет импульсов, идущих непосредственно от двигательной зоны КБП, т. е. существует прямой путь от гигантских пирамидных клеток коры к периферии. Регуляция же вегетативных функций происходит через систему подкорковых образований (так, в продолговатом мозгу располагаются основные жизненно важные центры). Следовательно, импульсы возбуждения, идущие на мышцы, проходят более короткий путь, чем к вегетативным органам. Во-вторых, нервные центры подкорковых образований (вегетативные центры) обладают большей инертностью (меньшей лабильностью) чем центры движения. Эти причины имеют следствием известное несоответствие в деятельности двигательных и вегетативных функций. В то время, когда мышцы работают уже в полную мощность, внутренние органы лишь втягиваются в работу.

Факторы, влияющие на скорость вработывания. На скорость протекания процессов вработывания оказывают влияние разнообразные факторы:

- к числу наиболее важного фактора следует отнести интенсивность (мощность) мышечной работы: чем активнее производится двигательная работа, тем быстрее происходит активизация вегетативных функций организма, напрямую задействованных с ее реализацией;

- важным фактором, определяющим скорость протекания процессов вработывания, является тренированность человека к данному виду мышечной работы. Тренированность – понятие комплексное, включающее в себя различные аспекты деятельности организма и взаимодействия отдельных функциональных систем. Одной из важнейших сторон тренированности следует считать наличие выработанных в процессе предварительных тренировок условных рефлексов, позволяющих ускорять процессы вработывания;

- следующим фактором, определяющим скорость протекания процессов вработывания, является возраст. Чем моложе организм, тем интенсивнее протекают в нем процессы вработывания. Дети и подростки быстрее вработываются, чем взрослые, пожилые люди медленнее;

- важное значение для скорости протекания процессов вработывания имеет тип ВНД. Спортсмены с высокой подвижностью нервных процессов вработываются быстрее, т. к. в их ЦНС быстрее протекают рефлекторные реакции, необходимые для повышения физической работоспособности;

- физическая работоспособность человека непостоянная на протяжении суток. Имеются подъемы и спады работоспособности в соответствии с суточными биоритмами. В соответствии с подобными колебаниями физической работоспособности меняется и скорость вработывания организма.

В вечерние и ночные часы вработывание протекает медленно, наивысшая скорость вработывания отмечается в период с 10 до 12 и 16 до 18 часов;

– значительное влияние на скорость процессов вработывания оказывают климатические условия. Отклонения от оптимальных для обитания человека температуры и влажности, а также парциального давления кислорода и углекислого газа существенно снижают скорость протекания процессов вработывания;

– оказывает на протекание вработывания начальный период физической нагрузки и текущее состояние организма (предстартовое состояние, этап последствий напряженной физической нагрузки, перенесенные заболевания и т. д.).

В случае значительного несоответствия в деятельности внутренних органов и двигательного аппарата может наступить состояние, получившее название «**мертвой точки**». Связь периода вработывания с явлением «мертвой точки» подтверждается данными исследований английского физиолога Герберта Спенсера Гассера (1888-1963). Автором было показано, что если спортсмен постепенно, в медленном темпе начинал работу, то временного ухудшения работоспособности не наступало. Наоборот, при внезапном и резком начале работы «мертвая точка» проявлялась очень резко. В этот период заметно снижается работоспособность, спортсмен отказывается продолжать работу, резко учащается пульс и т. д. Состояние «мертвой точки» возникает не обязательно, а лишь при выполнении непривычной по объему и характеру работы. Так, спортсмен тренируется в беге на 800 м, а выступает на дистанции 5000 метров. В этих условиях «мертвая точка» может иметь место.

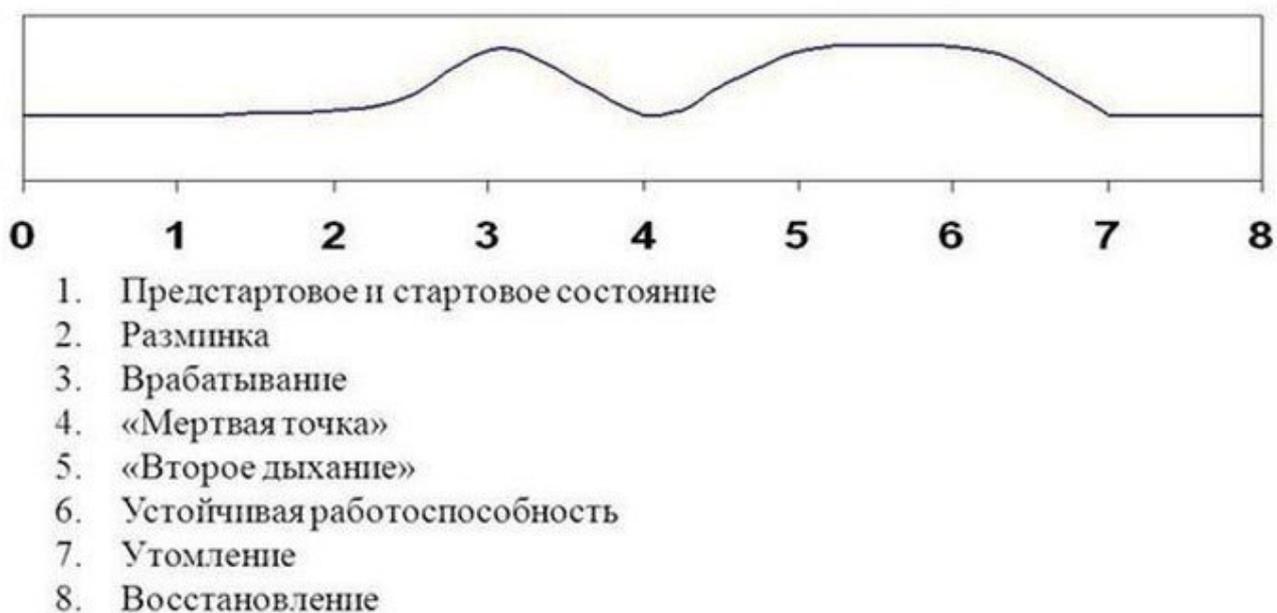


Рисунок 4 – Состояния организма при различных видах мышечной деятельности (С.Ю. Махов, 2020)

Из субъективных ощущений для «мертвой точки» наиболее характерна тяжесть в мышцах ног, чувство удушья и нежелание продолжать работу. Из объективных данных заслуживают внимания изменения газообмена, дыхания, кровообращения, выделения и изменения в состоянии ЦНС. В период «мертвой точки» отмечается учащение дыхания, снижение глубины его (дыхание становится поверхностным). Реакция крови смещается в кислую сторону (ацидоз), что проявляется в снижении рН с 7,36 до 7,32-7,34. В момент «мертвой точки», отмечается падение насыщения крови кислородом (падает $HvO_2\%$).

По мере продолжения работы состояние «мертвой точки» проходит и наступает так называемое **«второе, комфортное дыхание»**, которое характеризуется увеличением деятельности функций кровообращения и дыхания. Усиливается потовое выделение. Физиологическая основа этого механизма базируется на феномене (А.А. Ухтомский) усвоения лабильности ритма. Данный феномен обусловлен способностью нервных центров (НЦ) воспринимать повышенный уровень частоты стимуляции раздражения. Избежать наступления «мертвой точки» помогает разминка.

2.4. В чем состоит физиологическая сущность формирования устойчивого состояния по кислородному потреблению?

При упражнениях **большой** интенсивности развивается так называемое «мнимое» или «ложное» устойчивое состояние по кислородному потреблению. Этот термин впервые введен в науку английским физиологом сэром Аргибальдом Вивиеном Хиллом (1886-1977).

Сущность этого состояния заключается в том, что после 3-4 минут вработывания, потребление кислорода устанавливается на высоком устойчивом уровне, т. е. характеризуется устойчивыми цифрами. Но подобная устойчивость по данным потребления кислорода не является истинной устойчивостью, ибо она обусловлена не тем, что организму не требуется больше кислорода, а тем, что в результате ограниченных возможностей вегетативных систем организм не в состоянии потреблять большее количество кислорода. Так, кислородный запрос при этой работе составляет 7-8 литров, а потребление идет на уровне 4,5-5 литров. Таким образом, устойчивые цифры являются предельными цифрами потребления кислорода, а запрос организма при этих упражнениях намного превышает величины кислородного потребления. Поэтому наблюдающаяся устойчивость называется мнимой или ложной.

При упражнениях **умеренной** мощности развивается так называемое **истинное устойчивое состояние «steady state»**. Это состояние характеризуется тем, что потребление O_2 соответствует O_2 запросу. Так как кислородный запрос при этих упражнениях невелик и равняется 3-3,5 литрам в минуту, то в процессе работы после периода вработывания потребление кислорода

устанавливается на устойчивом уровне. Причем, эта стабильность не мнимая, как при упражнениях большой интенсивности, а истинная, т. к. в данном случае кислородный запрос соответствует кислородному потреблению. Кислородный долг возникает лишь при стартовом/финишном ускорениях и в периоды спурта в середине дистанции (общий O_2 -долг составляет около 5 литров).

2.5. Укажите физиологическую характеристику процесса утомления?

Проблемы утомления волновали человечество с давних времен. Как отдалить наступление утомления, как повысить работоспособность, какие факторы необходимы для этого? **Утомление** – нормальное физиологическое состояние (ФС) организма, вызванное физической или интеллектуальной деятельностью, с временным уменьшением общей работоспособности и возникновением симптомов усталости. Главный компонент данного процесса – это **снижение эффективности и экономичности** работы. Утомление сигнализирует о приближении биохимических и функциональных изменений в организме к верхней границе нормы, автоматически снижает работоспособность, т. е. интенсивность работы, чем охраняет организм от чрезмерных изменений. Для разрешения проблемы утомления проводилось огромное количество исследований, обосновывалось множество теорий, каждый исследователь предлагал свой вариант причин утомления.

Все многообразие причин утомления, в конечном счете, можно свести к **трем теориям**, которые носят название гуморально-локалистических, свое название они получили потому, что все авторы этих теорий, считали:

- утомление возникает в работающем органе (локальный, местный характер утомления);
- утомление связывалось с изменениями в гуморальной системе организма.

Теория **истощения**, впервые описавшая немецким ученым М. Шиффом (1823-1896). Сторонники этой теории объясняли утомление истощением питательных веществ, источников энергии в рабочих органах в результате напряженной мышечной деятельности. После работы, в период отдыха, происходит восстановление питательных веществ в мышце, и она снова может возобновить работу. Применяя образное выражение академика А.А. Ухтомского, в теории истощения работающая мышца уподоблялась печи, у которой исчерпался запас дров. Однако эксперименты показали (А.А. Зверев, 2016 и др.), что значительное утомление мышцы наступает раньше, чем в действительности исчерпываются в ней запасы углеводов. Так, в мышцах, доведенных до крайнего утомления, было обнаружено около 50 % гликогена.

Другая теория, теория **задушения** М. Ферворна (1863-1921) основана на том, что утомление связано с нарушением процессов окисления. Сторонники этой теории утверждали, что утомление мышцы при работе вызывается нарастающей недостаточностью притока кислорода. По выражению А.А. Ухтомского: «Дрова есть, но они подмочены и не горят». Эта теория также

несостоятельна. Известно, что мышца может работать и в бескислородной среде. Сокращение мышцы без доступа кислорода происходит за счет анаэробных процессов расщепления аденозинтрифосфорной кислоты, креатинфосфата и распада гликогена до молочной кислоты. Опытами показано (А.А. Терентьев, 2019 и др.), что мышца, помещенная в атмосферу чистого азота, продолжает некоторое время сокращаться. Но утомление мышцы, работающей в бескислородной среде, наступает все же быстрее, чем в обычных условиях.

Третья теория – теория **засорения** Эдуарда Ф.В. Пфлюгера (1829-1910) основана на том, что утомление наступает в результате засорения крови продуктами распада. Разновидность этой теории является теория отравления организма ядами утомления – кенотоксинами.

В роли главного засоряющего, отравлявшего организм вещества выступала молочная кислота. Эту теорию как будто подтверждал следующий опыт. В кровь бодрой, нормальной собаки вводилась кровь утомленной собаки. После такого переливания бодрая собака при работе очень быстро утомлялась. Из этого делали вывод, что вместе с кровью утомленной собаки вводили в кровь бодрой собаки какие-то продукты, вещества утомления (Н.Е. Шалабот, 2008; Ю.С. Лушай, 2023).

С другой стороны, молочную кислоту нельзя считать отравляющим веществом. Это один из источников энергии. Все эти теории не вскрывают истинных причин утомления и, хотя полностью их отвергать бессмысленно, нельзя их считать целиком, исчерпывающе объясняющими причины утомления организма, наступающего в процессе работы. Утомление – нормальный физиологический процесс, главная задача которого предотвращение повреждения или истощения организма в целом.

Академик А.А. Ухтомский (1875-1942), обобщив все многочисленные теории утомления, сделал заключение: «История физиологического учения об утомлении представляет из себя, ряд попыток дать определение, что такое утомление, каково содержание этого понятия и где его границы. Большинство этих попыток в своей абстрактности дают так мало реального, что преподносить их в качестве ответа житейски заинтересованному человеку значит, приблизительно, давать камень вместо яйца».

Согласно современным взглядам, основная, ведущая роль в развитии утомления принадлежит **центральной нервной системе**. Отец русской физиологии И.М. Сеченов (1829-1905) высказал: «Источник ощущения усталости помещают обыкновенно в работающие мышцы, я же локализирую его исключительно в ЦНС». Рассмотрим кривую одиночного сокращения свежей и утомленной мышцы лягушки, изолированной от целостного организма. Следует оговориться, что даже глубокое знание природы утомления изолированной мышцы не разъясняет целиком природу утомления целостного организма, но подобный анализ дает возможность установить изменения отдельных свойств мышцы в процессе утомления:

– в утомленной мышце увеличивается скрытый, или латентный, период сокращения. Это свидетельствует о понижении возбудимости мышцы, об уменьшении скорости проведения возбуждения. Спортсменам подобное явление хорошо известно. Многие из вас замечали, что в период утомления снижается скорость двигательной реакции, уменьшается быстрота движений. Утомленный спортсмен на какие-то доли секунды не успевает к мячу, в боксерском поединке не успевает принять нужную защиту и дорого расплачивается за это.

– кривая сокращения утомленной мышцы характеризуется также тем, что уменьшается амплитуда сокращения. А это говорит об уменьшении сократительной способности утомленной мышцы (белок актин и миозин) и о снижении, как следствие, результата в спорте: штангист поднимает меньший вес, прыгун показывает результат ниже своих возможностей.

– в утомленной мышце удлиняется фаза расслабления, а само расслабление становится менее полным и развивается контрактура. Поэтому утомленный спортсмен не успевает отдыхать между попытками. Удлинение периода расслабления утомленной мышцы есть результат ухудшения ее упруго-вязких свойств. Известно, что чем вязкость больше, тем, при иных одинаковых условиях, с меньшей скоростью и полнотой происходит не только сокращение, но и расслабление.

Еще раз оговоримся, что даже самое тщательное изучение процесса утомления изолированной мышцы не может дать выводов, которые могли бы объяснить причины и механизм утомления целостного организма. Однако такой подход дает возможность показать наиболее выразительно характерные признаки утомления.

Выдающийся отечественный физиолог Н.Е. Введенский (1852-1922), изучая физиологические процессы, протекающие в нервно-мышечном препарате, обнаружил различную утомляемость отдельных его звеньев.

Вспомним, что нервно-мышечный препарат состоит из нерва, мышцы и нервно-мышечной пластинки, т. е. места перехода первого импульса с нерва на мышцу (мионевральный синапс). Оказалось, что наибольшей утомляемостью обладает нервно-мышечная пластинка. Меньшей – мышечные волокна и самой малой утомляемостью обладает нерв. Н.Е. Введенский даже говорил об относительной не утомляемости нервного проводника. Неодинаковую утомляемость различных звеньев нервно-мышечного препарата автор связывал с различной их лабильностью. Из курса нормальной физиологии известно, что наибольшей лабильностью обладает нерв. Поэтому его можно раздражать с очень большой частотой, и он в течение длительного времени будет способен проводить возбуждения, т. е. продолжительное время сохранять оптимальное функциональное состояние.

Так как нервно-мышечная пластинка (мионевральный синапс) менее лабильна, то при тетанизации ее с большой частотой, функциональное состояние ее ухудшается, и уровень работоспособности этого образования

понижается. Н.Е. Введенским также было показано, что большой утомляемостью отличаются нервные клетки. В качестве примера можно привести опыт с использованием пальцевого эргографа.

Работая на эргографе, доводят мышцы работающего пальца до полного утомления, палец уже не может больше поднять груз. Если в этот момент крайнего утомления приложить к тому месту руки, где проходит нерв, иннервирующий мышцы работающего пальца, электроды и раздражать нерв в том же ритме, в котором палец сгибался до утомления, то работоспособность пальца восстанавливается, а утомление как будто исчезает. Чем это можно объяснить? Дело в том, что участок нервной системы, посылающий импульсы к мышцам работающего пальца «утомился» в первую очередь, в то время как двигательный нерв и мышца, в силу их меньшей утомляемости (большей лабильности) еще способны продолжать работу, еще находятся в оптимальном состоянии. Поэтому искусственно раздражая нерв и мышцу, мы заставляем их продолжать работу.

Основная роль в развитии утомления принадлежит ЦНС. Чем можно подтвердить правомочность такого утверждения? Во-первых, если в процессе работы оказывать какое-то влияние на ЦНС, можно повлиять и на состояние утомления человека. Известно, что под влиянием различных положительных эмоций работа выполняется лучше. Бодрое настроение можно вызвать веселой песней, маршем (солдаты в строю), т. е. какими-то раздражениями из внешней среды, через ЦНС, действующими на организм человека.

Во-вторых, влияние на афферентные (чувствительные) нервные пути, изменяющее состояние ЦНС, способствует повышению работоспособности. Это подтверждается действием раздражителей на кожные рецепторы, слизистую оболочку носа (вдыхание аммиака), холодовые процедуры.

Исследованиями показано (А.А. Николаев, 2019), что после выполнения произвольной работы на эргографе, эта же работа может выполняться и непроизвольно, при помощи электрического раздражения нерва, иннервирующего работающие мышцы. Однако непроизвольная деятельность (вызванная электрической стимуляцией) более утомительна, чем деятельность произвольная.

Центральная нервная система занимает ведущую роль не только в развитии утомления, но также и в снятии его. Интересные данные в этом отношении были получены в работах А.Г. Гинецинского (1895-1962), выполнившего свои исследования еще в студенческие годы под руководством академика Л.А. Орбели (1882-1958).

Опыты А.Г. Гинецинского состояли в том, что посредством ритмических раздражений икроножную мышцу лягушки доводили до полного утомления. Когда мышечные сокращения, вследствие наступления утомления уменьшились, к раздражению двигательного нерва присоединялось раздражение симпатического нерва. При этом сокращение утомленной мышцы восстанавливалось. Таким образом, раздражение симпатических

нервов приводило к повышению работоспособности утомленной мышцы. Это явление получило в физиологии название **феномена или эффекта Орбели-Гинецинского**. Объясняется этот феномен тем, что раздражение симпатического нерва приводит к улучшению питания утомленной мышцы, увеличению образования АТФ, усилению окислительных процессов, повышению обмена веществ в мышцах, электропроводности мышцы и ее упруго-вязких свойств. Влияние подобного рода на процессы обмена веществ получили наименование **трофических**.

Приведенные опыты подтверждают наличие адаптационно-трофической роли симпатической нервной системы в организме. Но кроме этого опыт подтверждает положение о центрально-нервном механизме развития утомления.

И.П. Павлов (1849-1936) утверждал, что утомление есть один из автоматических внутренних возбудителей тормозного процесса. Таким образом, по автору, утомление есть одна из причин, следствием которой является возникновение в нервных клетках тормозного процесса. Торможение в данном случае носит охранительный характер, предотвращая чрезмерное истощение нервных клеток.

Для понимания природы утомления представляют интерес работы И.П. Павлова (2018); А.И. Вишнякова (2019); Т.В. Ласукова (2020), сущность которых состояла в том, что у подопытных животных (на примере собак) были сформированы условные рефлексы (УР) на безусловном пищевом подкреплении. После выработки условных рефлексов собаки выполняли мышечную работу – возили тележку различного веса. Спустя 12-15 минут после работы проводилось повторное испытание условных рефлексов. В этих опытах было обнаружено, что после небольшой мышечной работы наблюдается повышение возбудимости коры больших полушарий. Об этом свидетельствует увеличение условно-рефлекторных ответов и растормаживание ранее прочных дифференцировок. После же большой, утомительной работы картина была иная. Имело место падение величины условных рефлексов, углубление дифференцировок и усиление запаздывающего торможения. Эти данные говорят о том, что возбудимость коры головного мозга понижалась, преобладающими становились процессы торможения.

О роли коры больших полушарий в развитии утомления свидетельствуют многочисленные факты. Наблюдения, проведенные в клиниках, также указывают на роль коры в процессах развития утомления. Например, И.Х. Вахитов (2015), Н.В. Мамылина (2023), у больных с ампутированными конечностями воображаемая работа отсутствующей конечностью вызывает усталость со всеми признаками утомления. Описан случай с участником экспедиции в Африке (Е.П. Лемешевская, 2023), которому приснился сон о продолжении похода. Путешественник проснулся с ощущением большой усталости и долго не мог отдохнуть, еще одному спортсмену приснилось,

что он участвовал в соревнованиях в беге на 60 км. Трое суток этот спортсмен не мог «восстановиться». Все приведенные примеры говорят о том, что в период тренировок, сборов необходимо отключаться так, чтобы не снилась работа.

В опытах по выяснению роли ЦНС в процессах развития утомления была доказана возможность выработки условных рефлексов на различных стадиях работы, что невозможно без участия КБП. В других опытах (Ю.В. Корягина, 2014; С.С. Артемьева, 2023), за час до работы обследуемым, давали бромистый натрий, который усиливает тормозные процессы. В этом случае продолжительность статических усилий снижалась на 10-15 %, т. е. наблюдалось более быстрое утомление, но восстановительные процессы улучшались, что говорит о влиянии ЦНС на развитие утомления.

Где же в ЦНС раньше развивается утомление? Известно, что существует 3 вида нервных волокон: двигательные, проприоцептивные и симпатические. Было показано что, если вызывать рефлекторное сокращение икроножной мышцы лягушки посредством раздражения центрального конца перерезанного малоберцового нерва и довести мышцу до полного утомления, а в период крайнего утомления перейти к раздражению большеберцового нерва, который также вызывает сокращение икроножной мышцы, то можно вновь получить сокращение этой мышцы. Вывод – утомление локализуется не в эфферентной (двигательном) звене, а в афферентном звене рефлекторной дуги. Эфферентный аппарат является менее утомимым (М. Joiner, 2015; М.М. Тумко, 2018; О.А. Ведясова, 2021).

Если сравнивать скорость наступления развития утомления при осуществлении условно- и безусловно-рефлекторной деятельности, то в первом случае утомление наступает быстрее.

2.6. Какие бывают виды и причины возникновения процесса утомления при различных физических упражнениях?

Виды утомления при выполнении физических упражнений разнообразны, как и сами физические упражнения:

– по **формам проявления** утомление делят на скрытое (компенсированное) и явное (некомпенсированное). При скрытом утомлении суммарные изменения в организме не достигают значительных величин. Эффективность физической работы при таком утомлении можно поддерживать путем усиления работы других органов (других мышц) и систем (при утомлении во время бега длина шага будет компенсироваться частотой). При явном утомлении изменения в организме столь велики, что компенсировать их не удастся. Несмотря на волевые усилия спортсмена, эффективность физической работы снижается.

– по **количеству мышц**, в которых развивается утомление можно выделить локальное утомление – в этом случае утомление охватывает менее

одной третьей части всех мышечных групп. Региональное – утомление охватывает от одной третьей части до половины всех мышечных групп. Глобальное - утомление охватывает более половины всех мышечных групп.

– утомление может быть подразделено **по ведущей функциональной системе**, вносящей основной вклад в развитие утомления (сенсорное, мышечное, связанное с вегетативными и двигательными нервными центрами, с нервно-мышечными синапсами).

К основным причинам утомления в зоне **максимальной** мощности относятся:

– нервные двигательные центры, иннервирующие мышцы, функционируют на пределе своих возможностей, а от них в ЦНС направляется мощная проприорецептивная импульсация, следовательно, как эфферентный, так и афферентный компонент функциональной системы действуют с максимальным напряжением;

– при работе максимальной мощности в двигательных нервных центрах в высоком темпе чередуется смена процессов возбуждения и торможения, в результате уменьшаются запасы АТФ и КрФ в работающих мышцах, накапливается содержание молочной кислоты, что приводит к снижению пропускной способности нервно-мышечных синапсов и работоспособности этих мышц.

Возникающее при выполнении упражнений субмаксимальной мощности утомление организма имеет следующие причины:

– работа субмаксимальной мощности идет на пределе выносливости ЦНС и двигательного анализатора. Относительно высокий темп движений угнетающе действует на деятельность нервных центров, поэтому происходит дискоординация работы двигательных и вегетативных функций и темп работы снижается;

– работа **субмаксимальной** мощности происходит при максимально возможном кислородном долге – 20 литров, за это время функциональные системы организма не успевают развить свою деятельность, и мышечная работа осуществляется при доминировании анаэробных условий. Лишь к концу бега на 1500 м происходит вработывание функций дыхания и кровообращения. Ликвидация кислородного долга продолжается 1-2 часа после работы (или финиша).

Важную роль в развитии утомления при упражнениях **большой** мощности имеет то обстоятельство, что при высоком темпе работы снабжение нервных клеток, рабочих органов кислородом, питательными веществами, а также удаление продуктов распада (в силу ограниченных возможностей функций организма) происходит не полностью. Имеет место кислородный долг, а т.к. работа продолжается в течение значительного времени, энергии анаэробных (бескислородных) реакций недостаточно для осуществления мышечной деятельности в высоком темпе.

Таким образом, значительные изменения внутренней среды организма,

нарушение процессов обмена веществ, приводит к снижению энергетического потенциала нервных клеток, что вызывает снижение мышечной работоспособности. Кроме того, максимальные сдвиги вегетативных функций вызывают запредельное торможение в ЦНС.

Возникающее при реализации упражнений **умеренной** зоны действия утомление организма имеет следующие причины:

- запредельное торможение в ЦНС, которое приводит к расстройству координации деятельности двигательного аппарата, вегетативных функций, а также моторно-висцеральных рефлексов;

- нарушение водно-солевого обмена, снижение содержания сахара в крови. Чтобы избежать этого, в практике спорта применяют прием углеводов на дистанции «углеводистые подкармливания». С этой целью спортсменам предлагают различной концентрации раствор глюкозы (чаще 50 % раствор), подкисленный ягодными соками или лимонной кислотой, соком черной смородины. Такой раствор дают спортсменам на различных этапах дистанции в лыжных гонках, плавании, в легкоатлетическом беге.

Целесообразно применять углеводное питание также до старта. Но здесь следует учесть, что принимать углеводную пищу необходимо в определенные сроки – или непосредственно перед стартом, или не менее чем за 2 часа до старта. Это связано с тем, что печень синтезирует гликоген из сахара, поступающего в пищеварительный тракт. Если спортсмен получит углеводы за полтора часа до начала старта, то к началу бега будет продолжаться синтезирующая функция печени и уровень сахара в крови понизится. Поэтому из крови сахар используется на работу мышц, а печень занята синтезирующей работой. Если же глюкоза была принята за два часа до начала выступления, то основная масса принятого сахара успевает синтезироваться, и гипогликемия в начале бега не наступает.

При реализации упражнений **ситуационной (переменной)** интенсивности основными причинами возникающего утомительного процесса являются: запредельное угнетение ЦНС, благодаря, постоянному поиску новых форм функционирования мышечной и вегетативной адаптации; предельная проприоцептивная импульсация ориентированная на мобилизацию высших отделов головного мозга и его сенсорно-моторных отделов, напрямую вовлеченных в анализ изменяющейся обстановки, программирование двигательных действий, смену биомеханических локомоций и темп произведенной работы.

Физиологические механизмы восстановления имеют **фазный** характер. Всего выделяют четыре основные фазы, каждая из которых характеризуется своими особенностями.

Первая фаза наступает сразу после окончания физической работы. Эта фаза характеризуется как фаза пониженной работоспособности (быстрого восстановления). Происходит быстрая ликвидация кислородного

долга и восстановление показателей гомеостаза, физическая работоспособность снижена.

Во вторую фазу физическая работоспособность практически не отличается от уровня перед началом работы, поэтому данная фаза называется фазой исходной работоспособности (замедленного восстановления). Однако многие системы организма еще не достигают состояния, которое было до начала мышечной работы.

В третью фазу физическая работоспособность становится выше уровня, отмеченного перед началом физической работы. Эта фаза называется фазой повышенной работоспособности (сверхвосстановления, суперкомпенсации). Организм восстанавливается с некоторым превышением исходного уровня. Данная особенность является физиологической основой роста тренированности. Кроме того, полного возврата к исходному состоянию систем организма в этой фазе также не наблюдается.

Затем физическая работоспособность и показатели важнейших систем организма постепенного возвращаются к исходному уровню. Наступает **четвертая фаза** восстановительного периода – фаза постепенного возвращения к исходному уровню (длительного (позднего) восстановления).

Второй закономерностью восстановительных процессов является различная скорость их протекания – **неравномерность**. Это значит, что процессы восстановления на организменном уровне протекают с различной скоростью. Для большинства систем организма в начале периода скорость процессов восстановления высокая и восстановление происходит быстро, затем медленно. Такая динамика характерна для показателей внешнего дыхания, кровообращения, двигательного аппарата.

Третьей закономерностью восстановительных процессов является **гетерохронность их протекания**. Данная закономерность означает, что различные системы организма восстанавливаются в неодинаковые временные сроки. Быстро восстанавливаются показатели гомеостаза (газовый состав крови, реакция внутренней среды – рН, осмотическое давление плазмы крови, температура тела), что имеет исключительно важное значение для организма. Медленнее восстанавливаются энергетические ресурсы организма. Причем, энергетические ресурсы организма восстанавливаются также гетерохронно. Первыми восстанавливаются запасы АТФ и КрФ в мышцах, затем запасы гликогена в мышцах и печени, позднее восстанавливаются запасы жирных кислот. Долго протекают процессы синтеза белковых структур, распавшихся в результате напряженной мышечной работы. Очень медленно восстанавливается исходное соотношение форменных элементов крови.

Четвертая закономерность восстановительных процессов заключается в том, что они имеют **избирательный характер**, т. е. характер восстановительного периода (особенно временные сроки восстановления различных функций, выраженность фазы повышенной работоспособности)

зависит от характера мышечной работы. Всегда восстанавливаются раньше функции и органы, которые получили при работе меньшую нагрузку. Эта закономерность имеет принципиальное значение при планировании физических нагрузок в рамках отдельных микроциклов и мезоциклов спортивной тренировки.

Пятая закономерность восстановительных процессов заключается в **аэробном характере энергообеспечения** деятельности всех органов и систем. После прекращения мышечной работы величина кислородного запроса резко снижается, а продуктивность работы кислородтранспортной системы остается высокой. Поэтому кислорода, доставляемого к тканям, оказывается достаточным и для обеспечения текущих потребностей клеток, и для обеспечения хода восстановительных процессов.

Период восстановления зависит от следующих ведущих **маркеров**:

– характер мышечной работы – продолжительность и интенсивность, механизм энергообеспечения, количество активных мышечных групп и т. д. Учитывая большое количество видов физических упражнений, можно предположить, что для каждого физического упражнения характерен свой процесс восстановления;

– тренированность человека к данному виду мышечной работы. Тренированный человек значительно быстрее восстанавливается после физической нагрузки. Поэтому одним из важнейших критериев тренированности спортсмена может служить продолжительность периода восстановления после выполнения физических упражнений;

– следующим фактором, является возраст. Дети и подростки быстрее восстанавливаются после физической работы, чем взрослые;

– важное значение для скорости протекания процессов восстановления имеет тип (ВНД) высшей нервной деятельности. Атлеты с высокой подвижностью нервных процессов восстанавливаются быстрее, т.к. роль ЦНС в осуществлении процессов восстановления очень велика;

– в соответствии с суточными колебаниями физической работоспособности меняется и скорость восстановления работоспособности после физических упражнений. Наивысшая скорость восстановления физической работоспособности отмечается в период с 10:00 до 12:00 и 16:00 до 18:00 часов;

– значительное влияние на скорость процессов восстановления оказывают климатические условия;

– оказывает на протекание процессов восстановления и текущее состояние организма.

Большое значение при восстановлении имеет ликвидация кислородной задолженности. Кислородный долг состоит из различных частей (фракций).

Первая часть кислородного долга связана с восстановлением запасов кислорода в мышцах и в крови (обеспечивая его связь с миоглобином

и гемоглобином). Суммарно эта часть кислородного долга составляет не более 1 литра. По времени это восстановление не превышает 10-15 секунд.

Вторая часть кислородного долга (алактатная фракция, АТФ и КрФ). Величина этой фракции – от 2 до 5 литров кислорода. Продолжительность периода восстановления запасов АТФ и КрФ не превышает 10-12 минут.

Третья часть O_2 -долга, т. е. лактатная его фракция – это суммарная величина кислорода, необходимого для утилизации молочной кислоты, накопившейся во всем организме. Величина этой фракции – от 5 до 20 литров кислорода. Продолжительность этих процессов может быть более 3 часов. Ликвидация кислородного долга носит неравномерный характер. Вначале эта ликвидация происходит быстро, а затем медленно.

Большое значение для практики спорта имеет скорость нейтрализации молочной кислоты. В организме существуют несколько механизмов ликвидации молочной кислоты. Главный из них – окисление молочной кислоты до углекислого газа и воды в медленных мышечных волокнах. Таким образом, ликвидируется до 70 % всей молочной кислоты. Поэтому после напряженной физической работы целесообразно выполнять легкую оздоровительную работу. При такой нагрузке в сокращениях преимущественно участвуют медленные мышечные волокна. Некоторая часть молочной кислоты окисляется клетками миокарда. Далее часть её используется для синтеза других веществ. В печени синтезируются гликоген (до 15 % всей молочной кислоты) и белки (до 7-8 %). Некоторая часть (2-3 %) молочной кислоты выводится из организма с потом и мочой.

3. Физиологические основы двигательных навыков

3.1. Каковы физиологические процессы управления произвольными движениями?

Каждый человек в процессе своей индивидуальной жизни обучается выполнению разнообразных движений бытового, профессионального и спортивного характера. Если новорожденный ребенок не умеет сидеть, стоять, не может самостоятельно принимать пищу, то движения взрослого человека характеризуются многообразием, выразительностью и сложностью. Достаточно представить себе точные, экономные движения рабочего на производстве, сложные движения хирурга или изящные и выразительные движения фигуристов, гимнастов, чтобы убедиться в чрезвычайном богатстве движений человека.

При обучении различным движениям происходит формирование и закрепление двигательных навыков, т. е. привычных, заученных движений или автоматизированной формы приобретенного двигательного действия. Механизм формирования двигательного навыка, механизм освоения новых движений достаточно сложен. Не одно поколение ученых вложило свои знания в раскрытие тайн формирования у человека новых движений.

Освоение движений связано с деятельностью ЦНС. Научные представления о природе, или о механизме, двигательных навыков базируются на рефлекторной теории И.М. Сеченова и И.П. Павлова.

И.М. Сеченов различал два вида движений: произвольные (без участия психики) и произвольные (контролируемые сознанием человека) движения.

Движения произвольной направленности считаются врожденными, реализуются на бессознательном уровне, их основа – безусловные (наследуемые) моторные рефлексы, такие как глотание, сгибание и разгибание ОДА, сосание, мигание, питание, оборонительные действия, размножение и ориентировка в пространстве.

Движения произвольного характера состоят в целенаправленном (управляемом на нейрональном уровне) поведении спортсмена, осуществляемом под контролем воли и сознания. Подобные двигательные акты из практики ИВС усваиваются при специфическом обучении в течение всей жизни, в их основе находятся индивидуальные рецепторные реакции. Их образование вначале происходит с обязательным сознательным контролем, впоследствии при уменьшении степени его наблюдения.

В 1860 году И.М. Сеченов впервые в мировой науке вскрыл рефлекторную природу всех произвольных, сознательных движений человека. Он писал, что «Все движения, носящие в физиологии название произвольных, суть в строгом смысле рефлекторные». В дальнейшем в своем научном труде «Рефлексы головного мозга» ученый доказывает зависимость произвольных и произвольных движений от влияния внешней среды, их обусловленность деятельностью головного мозга.

При изучении двигательных функций было установлено, что некоторые виды рефлексов могут быть осуществлены **только при наличии определенных отделов ЦНС**. Так, сухожильные рефлексы связаны с деятельностью спинного мозга, дыхательные и тонические – с функцией продолговатого мозга (бульбарные рефлексы), со средним мозгом связывали глазодвигательные и статокINETические рефлексы, рефлексы, осуществляемые с помощью больших полушарий центрального мозга, относили в группу кортикальных рефлексов. В таком делении проявляется мысль о **горизонтальной организации нервных процессов**, т. е. допускается возможность осуществления рефлекторных реакций одним каким-то отделом (уровнем) ЦНС.

В настоящее время такие представления считают неполными. Сейчас речь ведут о **вертикальной организации рефлекторной деятельности**, т. е. об одновременной деятельности различных отделов ЦНС при осуществлении рефлекторной деятельности вообще и при осуществлении движений, в частности.

Впервые такие представления были развиты П.К. Анохиным (1898-1974). Автор считал, что абсолютно любой сознательной деятельности (выполнению избранного движения) атлета предшествует системный процесс

ее формирования и структурирования на основе индивидуальной (в конкретных условиях) функциональной системы.

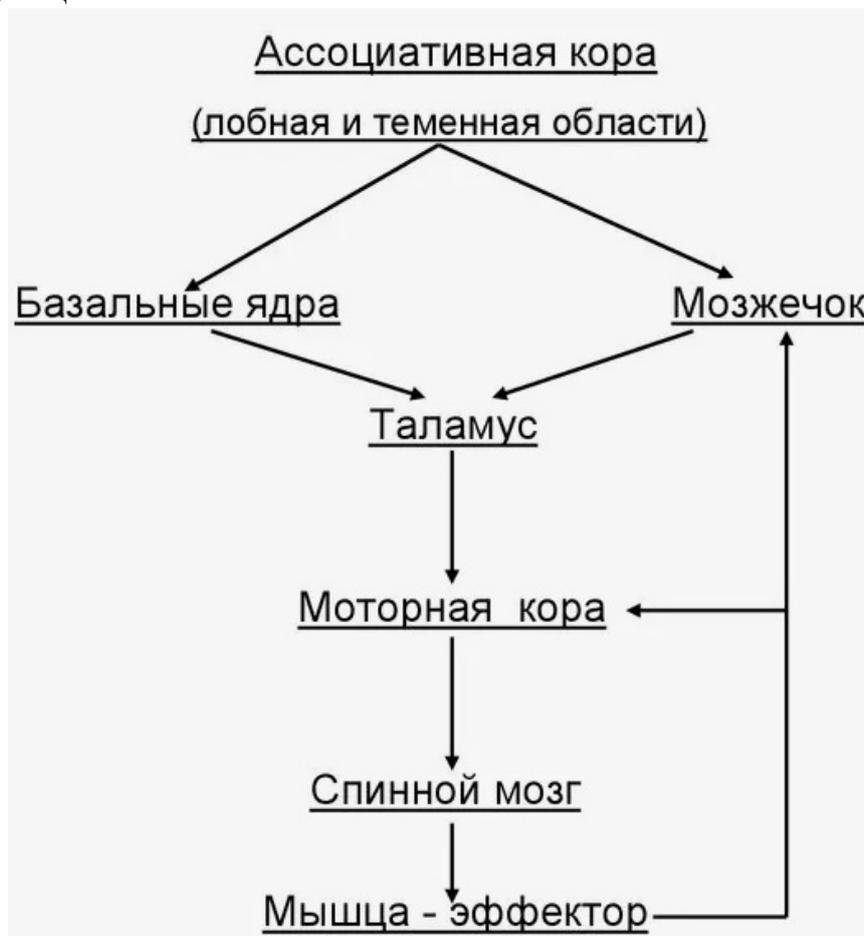


Рисунок 5 – Функциональная организация произвольного движения
(К.В. Судаков, 2007)

Таким образом, в основе формирования новых видов поведенческой деятельности человека, в том числе и различных видов мышечной, в частности, спортивной деятельности лежит механизм образования условных рефлексов. Это относится и к физиологическим закономерностям становления спортивной техники. Изучением этих механизмов занимался И.М. Сеченов, создавший представления о связи психических явлений и мышечной деятельности. Двигательные действия являются основой целенаправленного поведения. Сейчас считают, что функциональной единицей индивидуально приобретаемого поведения является взаимодействие доминанты и условного рефлекса.

И.П. Павлов (1849-1936) никогда не занимался физиологией физических упражнений и двигательного аппарата, но в его творческом наследии есть работа, имеющая прямое отношение к физиологии движений. Эта работа написана им в 1935 году, за год до его смерти, и называлась она «Физиологический механизм так называемых произвольных движений». В работе суммируются данные ряда экспериментов, имеющих отношение

к двигательной функции больших полушарий, и дается широкое обобщение закономерностей высшей нервной деятельности, применительно к проблеме двигательных навыков.

И.П. Павлов рассматривал кору больших полушарий как комплекс центральных отделов различных анализаторов: зрительного, слухового вестибулярного, двигательного и др.

Ученому и его ученикам удалось провести экспериментальное доказательство того, что и двигательный анализатор также входит в этот комплекс. Бедро и голень подопытной собаки закреплялось так, чтобы можно было производить лишь изолированное движение в голеностопном суставе этой конечности. Экспериментатор осуществлял пассивное сгибание лапы животного, сопровождая это сгибание подкармливанием животного. Через несколько повторений пассивных сгибаний лапы и пищевых подкреплений выработался условный рефлекс, т. е. слюноотделение происходило только при сгибании лапы. Таким образом, условным пищевым раздражителем служило пассивное движение конечности. Пассивное сгибание лапы собаки сопровождалось возбуждением проприорецепторов конечности. Это возбуждение по центростремительным нервам поступало в кору больших полушарий и по временной функциональной связи – в пищевой центр.

Школой И.П. Павлова было также установлено и точное местоположение, локализация центрального отдела двигательного анализатора или кинестезической области (области движения) коры больших полушарий, т. е. той области клеток, которые связаны с восприятием движений.

Центральный отдел двигательного анализатора располагается в области передней центральной извилины коры. Если этот участок коры удалялся, то условные рефлексы на движение выработать не удавалось.

Собственно, двигательный анализатор состоит из рецепторов (проприорецепторов), проводниковой части анализатора, состоящей из 3-4 нейронов и коркового отдела (или центрального отдела) анализатора, лежащего в передней центральной извилине. Заметим, что в настоящее время география местоположение центрального отдела двигательного анализатора несколько расширена. Установлено, что сзади центральной извилины есть поля, которые в некоторой степени могут компенсировать повреждение передней центральной извилины. Таким образом, корковое представительство движений сейчас представляется несколько шире.

Как устанавливается связь коры мозга с движением? Для этого вспомним немного анатомию. Существует две группы клеток, связывающих кору больших полушарий и двигательный аппарат:

– афферентные (кинестезические) нервные клетки, куда поступают импульсы от мышц, сухожилий, связок, суставных сумок, т. е. от расположенных в них проприорецепторов.

– эфферентные (двигательные) клетки, от которых начинается путь к двигательному аппарату.

Как же образуется связь между этими группами нервных клеток? Какова эта связь – врожденная, постоянная или временная, приобретенная?

В настоящее время считают, что эта связь носит временный характер и имеет непосредственное отношение к физиологическому механизму так называемых произвольных движений.

Было установлено, что механизм образования новых произвольных движений заключается в осуществлении следующих процессов:

– в суммарной деятельности коды больших полушарий головного мозга (имеется в виду, интегральная деятельность двигательной зоны коры и центральных отделов различных анализаторов).

– в образовании временных связей между афферентными клетками и двигательными клетками коры.

– в распространении возбуждения от афферентных клеток не только к двигательным, а от них и к центрам, обеспечивающим функции дыхания, кровообращения. Например, пианист играет, смотрит на лежащие перед ним ноты и выполняет автоматизированные движения (по амплитуде и по времени). А в ЦНС происходит передача возбуждения из зрительного анализатора, воспринимающего ноты, к двигательному, обеспечивающему движение. Эта связь носит временный характер.

Очень интересные материалы, иллюстрирующие роль коры в построении новых форм движений, содержатся в других исследованиях. У собак производилась ампутация конечностей в разных комбинациях: обеих передних, обеих задних, одной передней и одной задней на одной стороне или перекрестно. У собак наступало глубокое расстройство двигательных способностей, они не могли ни стоять, ни ходить, ни бегать. Однако через 20-30 дней утраченные способности возвращались, и все собаки могли передвигаться на двух оставшихся конечностях вплоть до бега. Но если ампутация конечностей производилась после удаления коры больших полушарий, то восстановления движений не происходило ни в одном случае, даже на протяжении 2-3 лет. Если удаление коры происходило после восстановления движений, то приспособительные явления исчезали навсегда. Эти опыты полностью подтверждают положение о том, что кора больших полушарий является органом выработки новых форм движений.

Таким образом, выяснив, что все сознательные движения человека являются условно-рефлекторными, мы можем сказать, что двигательные (моторные) навыки характеризуются в качестве приобретенных (новых форм локомоций), которые формируются с помощью автоматизации упражнения по механизму образования проторенных (временных) связей между нейрональными центрами безусловного и условного раздражителя.

3.2. Что собой представляет образование динамического стереотипа в двигательных навыках?

В настоящее время считают, что образование двигательных навыков идет при образовании динамического стереотипа. Так, у собак вырабатывались условные рефлексы на звук, свет, удары метронома. Эти раздражители следовали друг за другом в строго определенном порядке. Каждый раздражитель имел безусловное подкрепление. Выраженность условного рефлекса на каждый из применяемых раздражителей была разной. На один раздражитель ответ был сильным, на другой – слабым. После большого числа сочетаний, когда условный рефлекс стал достаточно прочным, собаке дали только один раздражитель из ранее применявшейся серии – свет. Характер ответа был старым; как и при применении серии раздражителей. Таким образом, у животных в ответ на различные по силе раздражители формировались и различные ответные реакции. Строгая очередность применения раздражителей вызывала столь же строгую очередность в проявлении ответных реакций. Последовательность этих реакций упрочилась настолько, что применение только одного раздражителя вместо всего комплекса «запускало» в действие всю цепь рефлекторных ответов. Образовался динамический стереотип, т. е. слаженная уравновешенная система процессов торможения и возбуждения в коре больших полушарий.

Стандартная система условных раздражителей, применяемая при выработке системы условных рефлексов, называется внешним стереотипом. Этими раздражителями могут быть зрительные, слуховые, проприоцептивные, вестибулярные и др.

Постоянством внешнего стереотипа обеспечивается более быстрое и успешное формирование внутреннего стереотипа, т. е. системы тормозно-возбудительных процессов в коре больших полушарий. Внешний стереотип обеспечивает формирование внутреннего, т. е. слаженной системы процессов возбуждения и торможения. Эта система очень динамична, что подчеркивается термином динамический стереотип. Это значит, что если постоянство внешнего стереотипа, постоянство внешних раздражителей изменилось, то благодаря пластичности коры произойдет и перестройка, коррекция нервных процессов. Последнее обеспечивает вариативность двигательного навыка. Так, удар по мячу в футболе является двигательным навыком. Благодаря динамичности стереотипа, лежащего в основе этого навыка, квалифицированный футболист может выполнить этот удар и в зале, и на поле, в хорошую погоду и в дождь и ветер, с места и на высокой скорости. Новичок сделать это не сможет.

Образование динамического стереотипа проходит тем труднее, чем сложнее двигательный навык. Например, при разучивании сложных акробатических упражнений динамический стереотип формируется медленнее. Формирование динамического стереотипа зависит от предшествующего двигательного опыта. Так, если студенту, не специализирующемуся

по гимнастике, на овладение подъемом разгибом требуется 4 года, то квалифицированный гимнаст затратит на это и на другие более сложные упражнения всего несколько тренировок, благодаря предшествующему двигательному опыту. Очень важно, чтобы образование динамического стереотипа происходило в переменных условиях. В гимнастике это выражается в использовании различных по жесткости снарядов, у футболистов – в тренировках в разных погодных условиях, у лыжников – в гонках по местности с различным рельефом.

Образование двигательного динамического стереотипа надо сочетать с изменением внешнего стереотипа. Спортсмену, тренирующемуся в постоянных, стандартных условиях, трудно показать высокий результат, если во время соревнований эти условия меняются.

3.3. Отметьте необходимые условия, фазы и прогностическую роль I и II сигнальных систем в формировании двигательного навыка?

Так как все произвольные движения по сути своей являются условными рефлексам, то и способы образования двигательных навыков сходны с фазами образования любых приобретенных рефлексов.

1. Первое условие формирования двигательного навыка – **условный раздражитель должен многократно подкрепляться, сочетаясь во времени с безусловным раздражителем.** Такими раздражителями в спорте являются слова «правильно», «хорошо», «так» вместе с изменением спортивного результата. Если такой положительной оценкой будет подкрепляться правильное выполнение упражнения, то это упражнение вскоре сформируется в навык, т. е. консолидируется как двигательный рефлекс;

2. Условный раздражитель должен **предшествовать безусловному.** В спорте это показ и рассказ, они предшествуют выполнению упражнения;

3. Кора больших полушарий должна находиться **в деятельном состоянии**, т. е. находиться в состоянии оптимальной возбудимости. Спортсмен, проявляющий интерес к разучиваемому упражнению, а также занимающийся в секции, где тренировка идет интересно, эмоционально, с элементами соревнований, овладеет движением быстрее. Интерес к занятиям, эмоциональное их проведение создают определенную настрой занимающихся, возбудимость коры повышается и на этом фоне формирование двигательных навыков идет успешнее. Вот почему, если есть необходимость проводить занятия в позднее время (с 22 часов), то лучше в это время поставить занятия баскетбольной секции, чем гимнастической. В увеличении чувствительности ЦНС определенную роль играет разминка перед занятиями.

4. Кора больших полушарий **должна быть ограждена от иных видов функционирования.** Если спортсмен пришел на занятия чем-то расстроенным, его мысли заняты чем-то далеким от тренировки, то образование двигательного навыка затягивается.

5. Условный раздражитель должен быть достаточной силы, т. е. образование двигательного навыка происходит значительно успешнее, если сила раздражителя достаточно велика. Так, при изучении скорости двигательной реакции бегунов на старте, применяли приглушенную стартовую команду и выстрел. При применении выстрела скорость реакции была выше. Поэтому в практике спорта команды должны быть достаточно громкими, сигналы к началу действия четкими.

Образование двигательного навыка происходит не сразу. На основе экспериментального материала установлена фазность в становлении двигательных навыков, подобная фазам образования любого условного рефлекса.

Первая фаза – **генерализации** нервных процессов. Ее физиологической особенностью является широкая иррадиация возбудительного процесса в коре больших полушарий. Эта фаза отчетливо проявляется при обучении новичков в любом виде спортивной деятельности. В начале обучения новому движению спортсмен попадает в новые условия внешней и внутренней среды. В его ЦНС поступает большое количество различных раздражений, которые вызывают процессы возбуждения в различных областях коры больших полушарий. О размерах генерализации возбуждения можно судить по характеру движений человека, впервые ставшего на коньки или на лыжи. Явление генерализации, проявляющееся в начальных стадиях обучения физическим упражнениям, обуславливает скованность движений обучающихся. Эта скованность, угловатость вызвана тем, что в деятельное состояние вовлекается большое число мышечных групп, участие которых не только не улучшает, а даже ухудшает двигательный акт. В фазе генерализации наблюдается дискоординация в деятельности мышц-антагонистов, отсутствует необходимая степень расслабления мышц-антагонистов. В первой фазе становления двигательного навыка нет четкой согласованности в функционировании вегетативных органов и производительности двигательного аппарата. Напомним, что различают эффекторную (двигательную) и афферентную генерализацию. Эффекторная проявляется в том, что спортсмен делает много лишних движений. Афферентная, сенсорная генерализация проявляется в отсутствии у спортсмена четких представлений о характере движений, т. е. информация носит обобщенный характер. В огромном потоке информации (импульсы от различных анализаторов, от проприорецепторов работающих мышц и т. д.) спортсмен теряется, не может разобраться в движении, проанализировать его. В этот период спортсмен затрудняется дать четкую, ясную словесную характеристику параметрам движения, ощущениям, полученным при выполнении этого упражнения.

Вторая фаза – **концентрации** нервных процессов. Характеризуется она развитием внутреннего торможения. Иррадиация возбудительного процесса постепенно сменяется концентрацией возбуждения в более локальных участках коры. При этом усиливается роль дифференцированного торможения, которое

возникает в результате взаимодействия 2 и 1 сигнальных систем. Лишние, ненужные движения, появившиеся в начальной фазе обучения, затормаживаются под влиянием словесных указаний тренера и под влиянием импульсов с работающих мышц, связочного аппарата, суставных сумок и сухожилий.

В этой фазе начинается постепенное становление коркового динамического стереотипа, который впоследствии уточняется путем дифференцировок и переделок. Во второй фазе происходит уточнение взаимодействия между двигательными и вегетативными функциями. В то же время ввиду недостаточной прочности временных функциональных связей в коре, при определенных условиях может иметь место нарушение этих связей. Чаще всего это бывает тогда, когда неопытный спортсмен попадает в необычные условия соревнований. Выработанное дифференцировочное торможение может угаснуть, и тогда опять проявятся явления иррадиации (внешне это проявляется в скованности движений).

Фаза **стабилизации** нервных процессов является 3-й фазой процесса формирования двигательного навыка. Эта фаза характеризуется наличием уже закрепленного коркового динамического стереотипа, прочных связей между определенными нервными центрами. Процессы возбуждения и торможения, чередуясь в определенной последовательности, обуславливают точное выполнение движений. В результате этого упражнения выполняются с большой точностью, уверенно, с широкой амплитудой.

Деятельность скелетной мускулатуры полностью согласуется с работой внутренних органов.

Дальнейшее повторение уже сформированного двигательного навыка приводит к его **автоматизации**. Под автоматизацией понимают такое выполнение движений, которое характеризуется легкостью и субъективной неосознанностью движений.

При ходьбе мы абсолютно не размышляем над её траекторией, как поставить ногу, делаем это бессознательно, автоматически. Однако не осознаются движения, когда они выполняются в обычных, стандартных условиях. Пример снова с той же ходьбой. Мы не осознаем длину шагов, их частоту, характер постановки ноги и т. д. до тех пор, пока какие-то обстоятельства не изменят рельеф местности, ровность поверхности дороги. Например, если под ногу попадает камень, то автоматизированное движение «ходьба» тотчас же становится подконтрольным сознанию, и мы вносим поправку в это движение.

Говоря об автоматизации движений, И.П. Павлов указывал, что автоматизированные реакции осуществляются за счет нервных клеток коры больших полушарий, находящихся в данный момент в состоянии пониженной возбудимости. По мнению ученого в коре больших полушарий имеется как бы два отдела, осуществляющих движение: творческий отдел, нервные клетки которого находятся в состоянии повышенной возбудимости. Здесь идет

образование новых временных связей, осуществляется контроль за движениями, выполняемыми в новых ситуациях (бросок мяча в разные игровые моменты, например). И отдел пониженной возбудимости, за счет которого осуществляются автоматизированные, субъективно неосознаваемые двигательные реакции. Основываясь на особенностях формирования двигательного навыка, отметим важное практическое правило: в период начала освоения движений надо начинать с выработки грубых дифференцировок, а только затем переходить к тонким дифференцировкам. Вначале освобождаются от грубых ошибок, затем отработывают тонкие детали техники.

Образование условных двигательных рефлексов у животных связано с деятельностью **1-сигнальной** системы. У человека же этот процесс невозможен без **2-сигнальной** системы.

Известно, что в настоящее время разучивание упражнений начинается с их предварительного устного разбора, анализа, сравнения с ранее выполнявшимися движениями.

Процессы во 2-сигнальной системе протекают в 3-направлениях:

– двигательные реакции в ответ на словесные раздражители (словесные воздействия). Другими словами, выполнение упражнения по объяснению.

– словесные реакции, вызванные движением, которое выполнял спортсмен (словесный анализ выполняемых движений, словесный отчет о движении).

– корковые процессы, возникающие в результате словесных воздействий (обдумывание). Например, тренер объяснил упражнение и просит повторить его рассказ, чтоб убедиться, что его правильно поняли.

У спортсменов невысокого класса между этими процессами нет четкой связи. У высококвалифицированных же атлетов эта связь слов и движений проявляется даже при немногословном объяснении упражнения

3.4. Подчеркните функциональное значение и виды тормозных процессов при образовании двигательных навыков?

Большое значение при образовании двигательных навыков имеют **процессы торможения**. Выделяют внешнее и внутреннее торможение.

Внешнее торможение, возникающее при применении какого-то постороннего раздражителя. В спортивной практике внешнее торможение встречается очень часто. Тренировочные занятия, как правило, происходят в строго определенных условиях. Неожиданное возникновение того или иного нового стимула может испортить сформированный двигательный рефлекс, так достаточно появиться на занятиях новому лицу, чтобы у отдельных занимающихся произошла рассогласованность движений. То же наблюдается и на соревнованиях при внезапном крике, вспышке света и т. д. Все внезапные раздражители играют роль внешнего тормоза, изменяющего межцентральные отношения по механизму взаимной отрицательной индукции.

Повторное применение внешних раздражителей приводит к угасанию внешнего торможения. Поэтому спортсменов нужно тренировать в различных условиях, чтобы они привыкали к разным раздражителям, и чтобы эти раздражители становились для них индифферентными, безразличными.

Виды внутреннего торможения:

– большое значение имеет **угасательное** торможение. Оно возникает при условии, когда условный раздражитель не подкрепляется безусловным, что вызывает угасание временных функциональных связей в нервных центрах коры. При определенных обстоятельствах угашенные временные связи могут восстановиться, происходит так называемое растормаживание и в этом случае упражнение, будет выполняться по-старому. Следует отметить, что угасают сложные временные связи, мало упроченные (гимнастика, акробатика и т. д.). В простых (циклических) движениях эти связи угасают медленнее (езда на велосипеде, плавание);

– **запаздывающее** торможение проявляется во многих видах спортивной деятельности. Оно играет большую роль в тех условиях, когда необходимо задержать какое-либо движение, выполнить его в нужный промежуток времени. Так, команда «на старт» вызывает состояние торможения, а при слове «внимание» заторможенность сменяется сильным возбуждением, полностью проявляющийся при команде «марш». Точно так же при выполнении упражнения в гимнастике «подъем разгибом», например, где прежде, чем выполнять разгибание надо «уловить» момент, выждать какой-то промежуток времени, пока туловище примет нужное положение. Если у спортсмена-бегуна плохо развито запаздывающее торможение, то он часто допускает фальстарты;

– **условное** торможение (условный тормоз) возникает тогда, когда какой-либо раздражитель вызывает не возбуждение, а приобретает значение тормоза. Например, в барьерном беге. Стоящий перед бегуном барьер является условным раздражителем, обычно вызывающим активную двигательную реакцию бегуна (прыжок через барьер). Но вот однажды на тренировке барьерист очень сильно упал, разбился при преодолении 3-его барьера. В последующих попытках, по выздоровлению, он долгое время так и не мог технически правильно преодолеть именно третий барьер, который приобрел в этих условиях значение условного тормоза;

– **дифференцировочное** торможение (различение, выборка). Этот вид торможения имеет большое значение в процессе формирования двигательного навыка, в процессе совершенствования двигательной деятельности. На первом этапе обучения у спортсменов в работу вовлекаются различные группы мышц, не имеющие иногда существенного значения для этой локомоции. В дальнейшем сокращение этих волокон не приводит к достижению необходимого эффекта, не подтверждается результатом и постепенно деятельность этих мышц затормаживается. Концентрация возбуждения

постепенно фиксируется в специализированной корковой зоне, происходит ограничение работы мышц и возникает тонкая дифференцировка моторных ощущений. Обычно в практике спорта при образовании двигательного навыка применяют метод простых подкреплений («хорошо», «так»). Но такой способ развития дифференцировочного торможения не является достаточно рациональным и занимает много времени. Гораздо больший эффект дает другой способ, способ сложных заданий, когда спортсмен наряду с правильным, рациональным движением применяет нерациональные, неправильные, точно дифференцируя и анализируя мышечные усилия в правильном и неправильном выполнении, чем уточняет формирующиеся временные связи. Иногда проявляется и так называемая **общая заторможенность**. Такое состояние возникает тогда, когда занятия проходят неинтересно, скучно, не эмоционально. В таких случаях спортсмены говорят: «скучно», «надоело». Подобное состояние связано с понижением возбудимости всех структур коры больших полушарий. В тренировку надо вносить разнообразие, чтоб повисить к ней интерес.

3.5. Что собой представляет активный отдых по И.М. Сеченову и его значение для практики спорта?

Большое место в ускорении процессов восстановления занимает так называемый «активный отдых», т. е. отдых, сопровождающийся движениями.

Научное обоснование «активного отдыха» дано в трудах И.М. Сеченова. Ученого, занимала мысль: при каком темпе и величине нагрузки более длительно сохранится работоспособность. Опыты И.М. Сеченов проводил на себе. Мышечная работа заключалась в ритмических движениях руки, поднимающей груз. Ученым установлено, что наиболее действенным оказался не временный полный покой работающей руки, а покой ее даже более кратковременный, но связанный с работой другой руки, т. е. во время отдыха уставшей руки работала другая рука. Автор объяснил это тонизирующим воздействием на центральную нервную систему чувственных импульсов, возникающих в работающей руке. Это предположение подтвердилось тем, что аналогичный стимулирующий результат получался и тогда, когда вместо движений другой рукой производилось ее электрическое раздражение.

Физиологический механизм «активного отдыха» заключается в следующем. В коре больших полушарий в утомленных клетках возникает торможение, носящее охранительный характер. Если в работу включаются другие мышцы, то в коре создаются новые очаги возбуждения, а это усиливает (по механизму одновременной отрицательной индукции) торможение в центрах утомленной конечности и быстрее снимает утомление, ибо при более глубоком торможении процессы восстановления протекают наиболее полно и быстро.

Говоря об активном отдыхе, отметим еще, что его влияние зависит не только от степени утомления, но и от возраста, от уровня тренированности.

У молодых людей влияние активного отдыха выражено сильно, у пожилых – мало. У более тренированных спортсменов эффект активного отдыха также выше, чем у менее тренированных. Важным фактором повышения работоспособности, является сочетание работы различных групп мышц. Если работают одни и те же мышцы, то это быстрее приводит к утомлению. Работа с переключением менее утомительна, чем однообразная работа. Даже самые легкие статические усилия (поза «сидя»), но однообразные, нельзя долго поддерживать. Попеременное чередование деятельности разных мышечных групп позволяет выполнять работу более продолжительно. Особенно важно учитывать согласованную работу мышц-сгибателей и разгибателей.

В настоящее время в качестве «активного отдыха» используются самые разнообразные виды мышечной деятельности. В первую очередь это использование физических упражнений из ИВС или смежных видов спорта. Для ускорения хода восстановительных процессов подобные упражнения должны быть непродолжительными и противоположными по энергетической направленности (по сравнению с упражнениями, вызвавшими утомления на тренировочных занятиях). Рациональное планирование тренировочной работы предусматривает применение таких упражнений для ускорения восстановления на протяжении нескольких занятий после напряженной тренировки. Кроме того, рекомендуется проведение занятий на природе, различные виды переключения с одного вида работы на другой и т. д.

4. Физиологические механизмы развития физических качеств

4.1. Дайте физиологическую интерпретацию силовых упражнений?

Мышечная сила – это функциональная возможность организма подавлять внешнюю нагрузку, противостоять механическому утомлению или противостоять ему за счет собственных мышечных волокон за счет их сокращения и изменения (тонуса) напряжения (В.М. Зациорский, 2009).

В современной литературе выделяют (Ю.В. Корягина, 2003; С.И. Картышева, 2012; Р.М. Городничев, 2017) **периферические и центральные** факторы, лимитирующие значения мышечной силы спортсмена.

Периферические, в свою очередь, дифференцируются на структурные и функциональные параметры силы.

К числу **структурных** относят:

– **композицию мышц** (соотношение медленных и быстрых миофибрилл). Чем больше в составе мышцы быстрых мышечных волокон, тем данная мышца сильнее. Композиция мышц определяется генетическими факторами и практически не зависит от характера тренировок спортсмена. По мере старения человека число быстрых мышечных волокон в мышцах уменьшается.

Чем больше частота мобилизации мгновенно функционирующих миофибрилл в активных мышцах атлета, тем выше его скоростные характеристики. Взаимосвязь быстрых и медленных мышечных волокон может сильно варьировать между различными категориями людей, но пропорции двигательных функциональных единиц у каждого человека остается неизменным. Исконно при рождении мы появляется на свет с генетической предрасположенностью (задатками) либо спринтеров, либо стайеров. У атлетов на короткие дистанции баланс быстрых и медленных миофибрилл в среднем комплектуется 50/50, у марафонцев же их соотношение находится в диапазоне 90/10.

Под длительным влиянием тренировок белого цвета миофибриллы могут модифицироваться с красным оттенком. Атлет-спринтер имеет возможность стать квалифицированным стайером, однако параллельно вместе с потенцированием качества выносливости у него уменьшится функциональный резерв спринтерских задатков. В то время как спортсмену, тренирующему общую выносливость гораздо сложнее модифицировать композиционный состав своих мышц, кратко выполняя альтернативную нагрузку анаэробно-алактатного характера.

С наступлением возрастных констант скоростной (спринтерский) потенциал атлета уменьшается достоверно быстрее, чем скрытые способности к выполнению аэробной (длительной) работы. Функциональные возможности реализации умеренной работы могут сохраняться вплоть до пожилого возраста и наступления ранней старости.

– **величину физиологического поперечника мышцы.** Чем больше величина физиологического поперечника мышцы, тем сила данной мышцы больше (Katherine R.S. Holzbaur, 2006).

Сила действия мышцы определяется массой (весом) того груза, который эта мышца может поднять на определенную высоту при своем максимальном сокращении. Такую силу принято называть подъемной силой мышцы. Подъемная сила мышцы зависит от количества и толщины ее мышечных волокон. У человека мышечная сила составляет 5-10 кг на 1 кв. см физиологического поперечника мышцы (Е.А. Двурекова, 2019).

Физиологическим поперечником мышцы (ФПМ) называют сумму поперечного сечения (площадей) всех миофибрилл искомой мышцы.

Анатомическим поперечником мышцы (АПМ) является величина (площадей) поперечного ее сечения в наиболее широком месте. У мышцы с продольно расположенными волокнами (лентовидной, веретенообразной мышц) величина анатомического и физиологического поперечников будут одинаковыми. При косой ориентации большого числа коротких мышечных пучков, как это имеет место у перистых мышц, физиологический поперечник будет больше анатомического.

Рост ФПМ называется гипертрофией, уменьшение называется гипотрофией. Гипертрофию мышцы различают саркоплазматическую, миофибриллярную и смешанную.

При саркоплазматической гипертрофии увеличение поперечника отдельной миофибриллы осуществляется при помощи объемного роста саркоплазмы. При таком варианте прирост силы мышц незначительный.

При миофибриллярной гипертрофии увеличение поперечника отдельного двигательного волокна происходит посредством повышения толщины отдельных миофибрилл. При таком варианте гипертрофии прирост силы мышц наибольший.

При смешанном варианте гипертрофии увеличение поперечника отдельной моторной клетки реализуется благодаря потенцированию объема её полостей и за счет увеличения толщины отдельных миофибрилл. Прирост силы будет несколько меньше, чем при миофибриллярном варианте гипертрофии.

– **длину мышцы.** Чем больше растянута (до определенного предела) мышца перед началом сокращения, тем большую силу проявляет мышца при сокращении. Это объясняется особенностями строения мышцы. Скелетные мышцы содержат не только сократительные элементы, но и эластические элементы. При растяжении мышцы эластические элементы тоже растягиваются и стремятся вернуться к первоначальному (до начала растяжения мышцы) состоянию. Возникающая при этом сила суммируется с силой сокращающихся элементов мышцы. В результате мышца проявляет большую силу.

Полноценно отдохнувшая мышца имеет максимальную силу, длина саркомера при этом оптимальна – 2,2 мкм. В ходе тренировки длина саркомера уменьшается, это ощущается, как скованность мышц. Сила мышцы, как видно из рисунка, при этом тоже уменьшается. После тренировки мышцы так и остаются на какое-то время сжатыми.

Чтобы ускорить процесс восстановления в конце тренировки обязательно нужно сделать растяжку поработавших мышц – в этом случае длина саркомера быстро придет в норму и мышцы опять смогут развивать максимальную силу.

Но, как видно из рисунка, чрезмерная растяжка приводит к падению силы – при растяжении саркомера до 3,6 мкм сила мышцы равна нулю. Именно поэтому нельзя растягиваться перед тренировками или во время тренировок между упражнениями - это отрицательно скажется на силе мышц. Растягиваться в полной мере нужно только строго в конце силовой тренировки!

– **угол прикрепления сухожилия** мышцы к соответствующим костям (J.P. Folland, 2007; H. Degens, 2009);

– **строение** (степень наклона мышечных волокон к оси движения, V.M. Narici, 2010).

А.А. Ухтомский (1927) выделял отдельно перистую конструкцию в качестве базовой архитектуры, сплоченной на основе синтеза наиболее толстой и сравнительно короткой параллельной мышцы посредством перегиба

(зажима) в сторону узкоспециализированного дистального (наиболее удаленного) сухожилия.

В концепции разработанной им физической модели перистой (пенниформной) мышцы автор выделял, что «...в пеннатной мышце решается главная проблема адекватного расположения коротких филаментов для включения их в процесс избирательного сокращения без снижения общей работоспособности и существенного прироста их скоростного эффекта».

Предпоследний и завершающий факторы определены особенностями строения суставов и мышц. Они заложены генетически и не поддаются тренировке.

Функциональные мышечные факторы обусловлены процентным содержанием в мышцах миоглобина, АТФ, крeтинфосфата, сократительных белков (актина/миозина), гликогена. В основе сокращений мышц лежат многочисленные биохимические реакции. Скорость протекания этих реакций существенно зависит от температуры. Наивысшая скорость протекания биохимических реакций в мышце, а соответственно и наибольшая сила сокращения отмечается при температуре 38-38,5 градусов.

К числу **центральных (нервных)** относятся следующие факторы:

– **количество нервных импульсов/потенциалов действия**, поступающих к ведущей мышечной группе. Ответная реакция мышечной ткани напрямую зависит от числа нервных или электрических импульсов. При этом существует такая частота, при которой отмечается наибольшая по величине сократительная реакция мышцы (оптимум частоты раздражения). Поэтому, чем ближе к оптимуму частота импульсов, поступающих к мышце, тем больше сила сокращения мышцы. При достижении оптимума сила сокращения будет наибольшей.

– **число сокращающихся мышечных волокон**. Чем большее число мышечных волокон в данной мышце участвуют в сокращении, тем большую силу развивает мышца. Число сокращающихся волокон в мышце зависит от возбуждения соответствующих нервных клеток (мотонейронов). При слабом сокращении возбуждается небольшое число мотонейронов. Соответственно небольшое число мышечных волокон участвуют в сокращении. Наоборот, сильное сокращение требует участия большого числа мышечных волокон. Большинство людей могут при произвольном сокращении вовлекать в сократительный процесс 40-50 % мышечных волокон. Сильнейшие спортсмены до 75 % и более. Все мышечные волокна в обычных условиях человек вовлекать в сократительный процесс не может.

– **синхронность сокращения** мышечных волокон. Важно не только возбуждать, возможно, большее число мышечных волокон в мышце, но и добиваться их синхронного (одновременного) возбуждения. При синхронном возбуждении мышечных волокон возникает быстрое и очень сильное сокращение мышцы. При асинхронном (неодновременном)

возбуждении мышечных волокон возникает растянутое во времени и слабое сокращение мышцы.

Число сокращающихся волокон в мышце, и синхронность их возбуждения объединяют вместе в понятие внутримышечная координация. При совершенной внутримышечной координации спортсмен может синхронно возбуждать большое число мышечных волокон.

– **состояние мышц-антагонистов.** Движение в каждом суставе обеспечивает взаимодействие мышц-антагонистов. На уровень проявления силы мышц большое влияние оказывает состояние (степень напряжения) ее антагониста. Для проявления наибольшей силы необходимо чтобы соответствующие антагонисты были максимально расслаблены. В противном случае часть силы мышцы будет затрачиваться на преодоление напряжения ее антагониста. Например, двуглавая мышца плеча сокращается и развивает силу 30 кг, а трехглавая мышца плеча (ее антагонист) в это время напряжена и развивает усилие 4 кг. В результате будет происходить сгибание предплечья с результирующей силой в 26 кг. Для наибольшего расслабления мышц-антагонистов необходимо максимально затормозить их нервные центры. Иными словами, нервные клетки, иннервирующие данную мышцу, должны быть максимально заторможены, и посылать к мышце-антагонисту как можно меньшее число нервных импульсов. Взаимодействие нервных процессов в центрах мышц-антагонистов объединяют в понятие межмышечная координация.

Ряд авторов (Дж. Х. Уилмор, 2001; В.М. Смирнов, 2002; А.С. Солодков, 2008) также отдельно выделяют **психофизиологические механизмы**, влияющие на увеличение мышечной силы:

– сдвиги (активной бодрости, умеренной сонливости, временного утомления) текущего (ФС) функционального состояния;

– физиологические механизмы регуляции эмоционального состояния организма и его мотивационной сферы деятельности, связаны с мобилизацией автономной нервной системы её симпатического и парасимпатического звеньев, а также гормональных (эндокринных) влияний надпочечников, гипофиза, половых желез, пищеварительных соков;

– биоритмологическая адекватность главных индикаторов оценки ФС;

Вектор развития силовых показателей, главным образом, лимитируется:

– характером и видом избранного упражнений;

– величиной внешнего сопротивления или основного отягощения;

– максимальным числом повторения заданного упражнения;

– быстротой исполнения уступающих или преодолевающих локомоций;

– темпом (частотой) выполнения тренируемых движений;

– диапазоном, характером интервалов отдыха между количеством выполняемых подходов и регулированием их функционального предназначения.

Сущностную основу средств, направленных на прогресс мышечной силы составляют множество несложных по своей морфофункциональной структуре общеразвивающих упражнений (ОРУ), из которых необходимо отдельно выделить три базовых вида:

- движения с внешним сопротивлением;
- упражнения с преодолением собственного веса тела;
- изометрические локомоции.

4.2. Сформулируйте физиологическую трактовку быстроты движений?

Быстрота, как двигательное качество человека, характеризуется величиной максимальной скорости, с которыми он способен осуществлять свою двигательную деятельность.

Скорость двигательной деятельности человека в значительной степени лимитируется тем, насколько точно технически он выполняет движения. Кроме того, она зависит от степени развития других его двигательных качеств – силы и выносливости. Так, скорость, с которой преодолевается спортсменом спринтерская дистанция в беге, в значительной мере зависит от длины его шага, которая, в свою очередь, определяется силой толчка. Для обеспечения же достаточной силы толчка требуется значительное мышечное напряжение, а оно определяется степенью развития силовых качеств спортсмена.

В настоящее время отдельно ограничивают **комплексные и элементарные** формы регистрации быстроты движений (Е.В. Kris, 2007; Т. Hale, 2008).

В традиционных условиях практики спорта быстрота обычно выражается в **комплексной диагностике**, состоящая из стремительности моторных локомоций и кратковременность познавательных (когнитивных) функций во взаимодействии с другими физическими проявлениями.

К **элементарным** (повседневным) формам демонстрации эфферентной быстроты принадлежат:

- общее (тотальное) время одиночных действий (движений), например, различные виды спортивных прыжков и метаний;
- продолжительность простой (не требующего выбора избирательного решения) и сложной (с правильным выбором запланированного задания) моторной реакции с учетом скрытого (латентного) её отрезка, а также ответной реакции на статический или перемещающийся в пространстве объект (обладает первостепенной важностью в развитии спринта и расширения экстраполяции в ситуационных (нестандартных) вида спорта);
- предельный (максимальный), в единицу времени, темп двигательной активности, характерный, в частности, для стремительного бега на короткие дистанции.

К физиологическим факторам развития быстроты (G. Haff, 2012; J.K. Ehrman, 2013; В. Kiens, 2014; М. Tipton Charles, 2014) принадлежат:

- функциональная лабильность (подвижность моторно-висцеральных механизмов модуляции физиологических процессов) – быстрота проведения электрического импульса в нервных-мышечных и химических синапсах;
- скорость варьирования тормозно-возбудительных реакций при реализации нервных, вегетативных и двигательных функций организма;
- физиологическая соразмерность медленных и быстрых миофибрилл сократительного аппарата гладкомышечных клеток.

Основными индикаторами, напрямую воздействующими на время избранной моторной реакции, являются: генетические резервы организма, положительные эмоции, устойчивая мотивация, специализация в ИВС, текущая оценка ФС, квалификационный уровень мастерства атлета и двигательный опыт.

4.3. Поясните физиологические основы выносливости?

Выносливость, как двигательное качество человека, характеризуется максимально возможной длительностью выполнения им физической работы определенного характера без наступления утомления.

Различают четыре типа утомления:

- умственное (при решении задач, например, или при игре в шахматы).
- сенсорное (в результате напряженной деятельности анализаторов. Например, утомление зрительного анализатора у стрелков).
- эмоциональное (как следствие интенсивных эмоциональных переживаний).
- физическое (вызванное мышечной деятельностью).

В основе развития выносливости лежит повышение сопротивляемости организма утомлению. Этот процесс обеспечивается различными путями. С одной стороны, в связи с совершенствованием деятельности организма, происходящем в процессе спортивной тренировки, снижаются и отдаляются те явления, которые ведут к развитию утомления. С другой – развивается способность работать и при ухудшенных условиях, которые возникают в организме при мышечной деятельности.

К первой группе факторов, способствующих большей длительности работы, относится, прежде всего, **наличие точных координационных отношений в ЦНС**. Этот фактор определяет степень слаженности в работе двигательного аппарата, от которой зависит экономичность движения, а, следовательно, и величина энергозатрат. От этого фактора зависит также степень согласованности между работой двигательного аппарата и внутренних органов. К этой группе факторов относится и **потенциальный уровень функционального депо** физиологических систем организма, т. е. тех морфологических, биохимических и функциональных изменений, которые обуславливают силу и быстроту, и обеспечивают выполнение работы определенного характера.

Ко второй группе факторов, определяющих выносливость, относятся

процессы, обеспечивающие повышение функциональной устойчивости некоторых систем организма (в первую очередь центральной нервной системы) неблагоприятным условиям, которые могут возникнуть при работе.

В зависимости от специфичности работы различают **общую, специальную и локальную мышечную выносливость**, а по механизму сокращения мышц – **динамическую и статическую выносливость**.

Общая выносливость – это выносливость, проявляемая в относительно длительной работе при функционировании всех основных мышечных групп, которая совершается в режиме аэробного обмена (Л.П. Матвеев, 1991).

Специальная выносливость есть свойство организма спортсмена, содействующее реализации двигательной деятельности с высокой степенью эффективности, оцениваемой мерой сохранения высокой продуктивности рабочих операций на заданном уровне требований, в условиях поставленной спортивно-двигательной задачи (Г.Н. Германов, 2014).

Под **локальной мышечной выносливостью** (ЛМВ) понимается способность каждой из участвующих в движении мышц проявлять наибольшую мощность каждого отдельного сокращения при заданном темпе и времени работы.

Динамическая выносливость подразделяется на силовую (предельную), анаэробную (скоростную), аэробную (тотальную) форму её проявлений.

Выносливость к силовым и статическим упражнениям. Этот вид выносливости выражается в способности к многократному повторению силовых упражнений. Связана она со всеми теми процессами, которые обуславливают силу. Для этого необходима большая сила и уравновешенность корковых нервных процессов, достаточный энергетический потенциал нервных клеток, мышц и других органов, способность к быстрому, как анаэробному, так и окислительному его восстановлению.

Близка к силовой выносливости и выносливость к статическим усилиям, где главной частью является торможение в коре больших полушарий из-за того, что нет процессов расслабления в ходе выполнения статического упражнения.

Выносливость к скоростным упражнениям – это способность поддерживать в течение необходимого времени ту относительно большую скорость, которая достигается спортсменом в процессе работы высокой интенсивности (максимальной, субмаксимальной, большой).

Наиболее важным при этом является поддержание на высоком уровне как лабильности нервных клеток, так и подвижности нервных процессов, необходимых при работе скоростного типа. При выполнении упражнений скоростного типа наблюдается:

- чрезвычайно напряженная работа нервных клеток и мышц;
- недостаток кислорода;
- накопление, в связи с недостатком кислорода, в организме недоокисленных продуктов обмена (молочной кислоты).

В основе скоростной (анаэробной) выносливости спринтера лежит

еще формирование гомеостатической устойчивости нервных центров и нервно-мышечного аппарата к высокочастотным ритмам воздействия.

Анаэробная работоспособность – возможность организма максимально использовать анаэробный (бескислородный) путь энергообеспечения.

Производительность организма в анаэробных условиях (бескислородный адаптационный резерв) – это функциональная возможность организма спортсмена выполнять профессиональную работу в режиме кислородного голодания благодаря своевременному доминированию анаэробного образования энергии.

Максимальный предел O_2 -долга (дефицита) принято считать основным индикатором анаэробной производительности. У менее квалифицированных атлетов его амплитуда обычно не достигает 5-7 литров, тем временем у элитарных спортсменов может варьироваться в пределах 15-20 литров и выше.

Выносливость к длительным (аэробным) физическим нагрузкам. Спортивные напряжения умеренной интенсивности (например, бег на сверхдлинные дистанции), которые выполняются иногда в течение нескольких часов, требуют больших энергозатрат. Эти энергозатраты не могут быть обеспечены анаэробными процессами. Необходимо бесперебойное снабжение мышц и других органов кислородом. Это может быть достигнуто путем тонкого согласования в деятельности кардиореспираторной системы, дыхательной систем и двигательного аппарата. Точную координацию в работе этих систем обеспечивает ЦНС. Однако вследствие длительности и однообразности, монотонности работы происходит дискоординация в деятельности ЦНС, в результате чего наступает утомление.

Таким образом, в основе выносливости к длительным физическим напряжениям лежит развитие функций различных систем организма и тонкая координация их деятельности, повышение энергетического потенциала организма, способность к более полной мобилизации ресурсов организма, эффективная работа биохимических систем и высокая функциональная устойчивость нервных центров.

Аэробная работоспособность – возможность организма максимально использовать аэробный способ энергообеспечения, то есть совершать работу, обеспечивая энергетические расходы за счет кислорода, поглощаемого во время работы.

Аэробная производительность – количественный диапазон энергетической продукции, обеспечивающий поступление, транспортировку и поглощение тканями кислорода при работе умеренной мощности.

Суммарно аэробная производительность определяется с помощью индикаторов, лимитирующих её силу (мощность), длительность (емкость), лабильность (подвижность) и эффективность или результативность.

Мощность процесса аэробного ресинтеза АТФ отражает пик максимального потребления кислорода (МПК), в качестве главной

качественной составляющей аэробного механизма энергопотребления. Абсолютные его величины измеряются в л/мин, относительные же параметры более информативны и регистрируются в мл/мин/кг. Значение МПК отражают потенциальные возможности систем кровообращения, внешнего дыхания, крови, удельной тканевой утилизации оксигемоглобина при мышечной деятельности.

Емкость или длительность функционирования аэробного механизма признается, как адаптивная способность поддерживать предельно продолжительное время оперативное состояние, при котором организм атлета потребляет наибольший объем кислорода. В качестве системного маркера данного индикатора считается время (t , $VO_2\max$) удержания МПК или общее количество поглощенного кислорода за период выполнения тестового задания.

За параметром аэробной энергетической **подвижности** признается время выхода на пиковую мощность, то есть скорость вработывания организма атлета до степени МПК.

Критерием **эффективности** (результативности) аэробного механизма считается коэффициент полезного действия (КПД), т. е. то количество энергии, образовавшейся с помощью окислительного фосфорилирования, которое направляется на непосредственное сокращение активных мышечных групп.

Одним из наиболее простых параметров его продуктивности является процент кислородного использования (KIO_2 , мл/л) из вдыхаемого окружающего воздуха на пределе МПК, который растет со степенью тренированности атлета. Помимо этого, в качестве маркера аэробной эффективности применяются сдвиги порога (ПАНО) анаэробного обмена в % от МПК и по данным ЧСС \max .

ПАНО, или **порог анаэробного обмена** – это определенный уровень физической нагрузки, при котором концентрация солей молочной кислоты (лактата) в крови увеличивается до уровня, превышающего **порог** ее утилизации (4 Ммоль/л).

Способы тренировки выносливости:

- применение упражнений различной мощности;
- изменение продолжительности упражнений;
- изменение продолжительности интервалов отдыха;
- изменение числа повторений упражнений в тренировке;
- изменение характера отдыха (активный, пассивный).

К **физиологическим ресурсам выносливости** организма атлетов принадлежат:

– выходная мощность (сила) функциональных механизмов, обеспечивающих единство гомеостаза: расширение депо кислородной емкости крови (КЕК), резервуара буферных систем, оптимизация водно-солевого метаболизма;

- устойчивость нейрогуморального управления гомеостатических структур срочной и долговременной адаптации организма спортсменов к физической работе в гомеокинетической (измененной) среде существования;
- образование рабочих господствующих очагов возбуждения (доминант), которым свойственна повышенная помехоустойчивость, что способствует, задержанию запредельного торможения в ЦНС при реализации монотонной (продолжительной) работы;
- гармоничность (уравновешенность) координации нервных, вегетативных и двигательных реакций и их сниженная лабильность.

4.4. Изложите физиологические признаки ловкости?

Н.А. Бернштейн (1896-1966), В.С. Фарфель (1904-1979) считали, что ловкость – это всякое произвольное движение, направленное на решение какой-либо конкретной задачи (прыгнуть как можно выше, поймать мяч, поднять штангу и т. п.).

Основными показателями ловкости являются точность движений в пространстве и времени, точность дифференцирования силы. Ловкие (изобретательные) движения – это стремительные по своей дистанции локомоции, реализующиеся в сжатые интервалы времени. Следует отметить, что ориентировка во времени и точность в пространстве, их совместное регулирование в комбинации движений осуществляется не только в стандартизированных упражнениях, но и в ситуативных (переменных, сообразно возникшим обстоятельствам) внешних условиях. В основе ловкости находится повышенная функциональная мобилизация двигательного анализатора, т. е. аналитическая способность атлета оценивать потенциальные резервы своего мышечного аппарата посредством анализа накопившегося опыта условных рефлексов в процессе жизнедеятельности.

Различают различные степени ловкости. Первая степень лимитируется **точностью в пространстве и экономичной координацией выполняемых локомоций**, без лимита скорости на их реализацию. Критерии этой ловкости можно измерить мерами пространственных индикаторов. Если атлетам различной уровня мастерства давать точное задание воспроизвести пространственное движение, установив степень отклонения от его выполнения, можно оценить развитие данного качества.

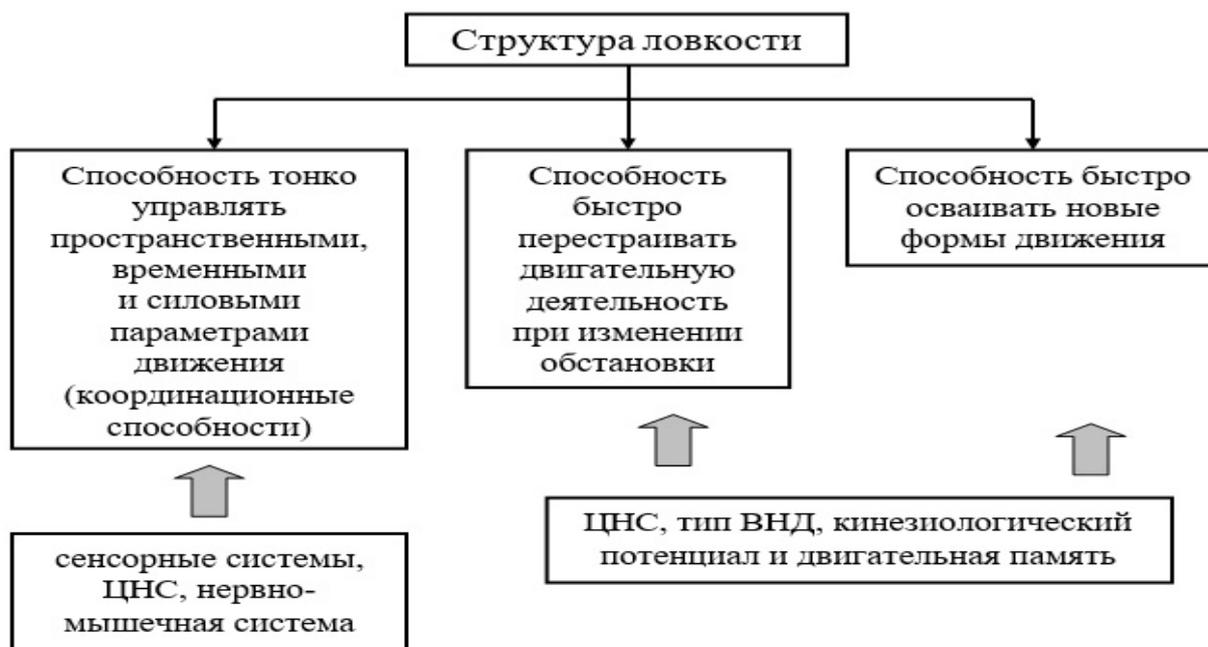


Рисунок 6 – Структура ловкости и факторы, определяющие уровень ее развития (Т.В. Лойко, 2018)

Точность движения зависит от целостности моторно-висцеральных рефлексов при относительно медленных сокращениях мышц. Огромную роль при этом имеют двигательные и оптические свойства организма спортсмена, в тех моментах, когда избранная локомоция выполняется под зрительным контролем сознания.

Дети при рождении сравнительно неуклюжи, по сравнению со взрослыми, исходя из этого их первые движения осуществляются в замедленном темпе. Незначительное стимулирование упражнения затрудняет процесс дифференцировки моторных ощущений и препятствует эффективному управлению пространственных действий.

Второй степенью ловкости считается ее **пространственная ориентация** в короткие сроки подготовки. Главными индикаторами признаются не столько особенности преодоления искомой дистанции, сколько меры временного характера ее выполнения. В этой стадии атлет в состоянии не только правильно произвести движение, но и в сжатые интервалы времени.

Такая степень ловкости развивается равномерно и функционально доступна лишь школьникам средних и старших возрастных групп, поскольку для ее реализации необходим высокий и эффективный режим развития двигательной сенсорной системы

В практике спорте наличествует множество примеров подобных упражнений, где востребована эта стадия ловкости (прыжок в высоту, метание диска, элементы упражнений в гимнастике и акробатике).

Третья степень ловкости – **высшая, реализуется в исключительно переменных (постоянно изменчивых) видах деятельности**, ее задачей является не просто совершение определенных неизвестных ранее организму спортсмена локомоций в лимитированные сроки подготовки, а качественно,

безошибочно и точно. Это наблюдается в спортивных играх, в боксе и т. д., отсюда следует, заключительный этап становления ловкости – это стремительное (автоматизированное) выполнение точных по координации оригинальных движений при спонтанно меняющейся ситуации.

Физиологической базой формирования основ ловкости являются следующие индикаторы:

– депо, реализуемых в процессе двигательного опыта навыков, в виде накопленных на моторном уровне и проторенных в нейрональном метаболизме условных рефлексов;

– скорость исполнения и измерительная точность выполнения сложных по технике новых двигательных реакций;

– функциональная целостность мышечной перцепции и точности практического выполнения собственного (оригинального) движения;

– физиологическая эффективность взаимодействия собственных локомоций и постоянно лабильной естественной среды обитания.

4.5. Разъясните физиологическое предназначение гибкости?

Гибкость – это практическая возможность спортсмена эффективно выполнять двигательные акты в задействованных суставах с большим размахом, т. е. эластическая подвижность (В.Н. Иваницкий, 2017 и др.).

Гибкость во многом лимитируется способностью функционального взаимодействия двигательного анализатора и его морфофункциональных свойств (кровотворной, метаболической, биологической, опорной, защитной, моторной). Гибкость увеличивается при разогревании (разминке) мышц и снижается в холодных погодных условиях, преморбидном и сонном состоянии, утомительных процессах интеллектуального и физического характера.

Амплитуда гибкости имеет минимальный диапазон утром и максимальные сдвиги к середине (12-17 часов) дня. Заблаговременно до предстартового и стартового возбуждения увеличивается ЧСС, косвенно повышая суставную подвижность. Последствия разминки заключаются в потенцировании кровотока через задействованные мышцы, в результате которого осуществляется их разогрев.

В настоящее время принято различать шесть разновидностей гибкости:

Суммарная или общая гибкость – потенциальная способность эффективно выполнять движения с высоким уровнем суставной подвижности в различных (сагиттальной, горизонтальной, фронтальной) плоскостных направлениях.

Специфическая гибкость – аналитическая способность осуществлять избранные локомоции с наибольшим двигательным размахом в различных соединениях и перемещениях, адекватных специфической направленности приоритетного вида деятельности.

Активная (самостоятельная) гибкость – практическое умение производить локомоторные движения большого объема с помощью электровозбудимых сигналов, поступающих от мышечных рецепторов своего организма без посторонней (внешней) помощи.

Пассивная (зависимая) гибкость – двигательный потенциал совершать необходимые суставные движения на основе приложения силы внешнего управления (опорная сила тяжести, махи (инерции), вспомогательные взаимодействия с партнером, сочетание видов отягощений).

На практике активная гибкость абсолютно меньше пассивной суставной подвижности. Процентную разницу между этими понятиями обуславливает их **резервная растяжимость** (стратегический запас гибкости).

Динамическая гибкость – проявляется при равномерном и переменной движении, ее отличает способность исполнять на моторной уровне, функциональные действия (направления) в суставах с предельным градиентом, без закрепления (фиксации) звеньев тела в его маховых (крайних) точках.

Статическая (неподвижная) гибкость – умение фиксировать исходную позу, качественно концентрировать звенья тела в экстраординарных (крайних) точках двигательного размаха.

У представительниц женского пола опорно-двигательный и нервно-мышечный аппарат характеризуется большей степенью функциональной подвижности если сравнить с мужчинами. Женщинам легче отрабатывать новые (ситуационные) задания, к примеру гимнастический поперечный шпагат. У представителей зрелого и преклонного возраста позвоночная гибкость уменьшается сравнительно в короткие сроки, а мобильность суставов кисти фаланг пальцев воспроизводится продолжительное время.

Гибкость зависит от: эластичности мышц, связок; снижения возбудимости растягиваемых мышц (что определяется состоянием ЦНС, так как при этом должен тормозиться врожденный миотатический рефлекс); суточной периодики, внешней температуры воздуха; возраста.

Миотонические рефлекс – ответные реакции организма на изменение степени мышечного напряжения. При увеличении эластического тонуса в скелетной мышце активизируются рецепторы, расположенные в ее теле (брюшке) – миофибриллы. Афферентные (чувствительные) потоки возбуждения от них направляются в спинной мозг, в частности на альфа-мотонейроны. В дальнейшем по аксону нервный импульс достигает растянутой мышце, увеличивая ее тонус, что тормозит ее функциональную подвижность.

Физиологическое значение рефлексов миотонической структуры состоит в защите суставов от излишнего (чрезмерного) разгибания. При расширении адаптивных характеристик гибкости подобные реакции необходимо купировать, с помощью средств общей и специальной разминки.

Межмышечная координация. Рабочий тонус мышц, выполняющих запланированное движение в ведущем суставе, должен качественно

взаимодействовать с процессом их расслабления. Подобное сочетание в спортивной практике называется рефлекторным антагонизмом. Чем быстрее возвращаются в фоновое состояние антагонисты, тем проще включиться в активный сократительный акт агонистам, поскольку им не приходится форсировать дополнительное напряжение.

Важнейшее прогностическое значение в повышении основ межмышечной координации занимает реципрокное (сопряженное) торможение мышц-антагонистов.

Таким образом, физиологическими факторами и условиями проявления гибкости являются: форма суставов и сочленяющихся костных поверхностей, мышечно-связочный аппарат, межмышечная координация, возраст, температура окружающей среды и тела и др.

При воспитании гибкости основными средствами являются упражнения в растягивании, при которых амплитуда движений доводится до индивидуально предельной, не приводящей к травме.

При этом целесообразно придерживаться следующих пропорций различных упражнений: 40-45 % активные (динамические), 20 % – статические, 35-40 % – пассивные (в занятиях с детьми доля статических упражнений уменьшается, а динамических – увеличивается).

Упражнения выполняются серийно с постепенным увеличением амплитуды движения с учетом особенностей развивающегося и поддерживающего режимов.

5. Физиологическая характеристика статических усилий и скоростно-силовых способностей

5.1. Распишите основные проявления физиологических реакций при статических усилиях?

При всем многообразии (разнообразии) физических упражнений мы очень часто встречаемся с так называемыми, статическими усилиями.

Статические усилия представляют собой более или менее длительное напряжение скелетных мышц, удерживающих груз или какую-либо часть тела в неподвижном состоянии. Статические усилия всегда имеют место, как в циклических, так и в ациклических актах. Так, путем длительного напряжения скелетных мышц в гимнастике осуществляется «угол в упоре», «вис на согнутых руках», «крест» на кольцах и др. В тяжелой атлетике статические усилия проявляются в удержании штанги на груди и на вытянутых руках, в борьбе – «мост», преодоление силовых сопротивлений противника и т. д.

Статические усилия наблюдаются и при выполнении динамических упражнений, таких как бег или игра в баскетбол. В этом случае одни группы мышц совершают динамическую работу, а другие фиксируют суставы и части тела. Так, поддержание головы, позвоночного столба также является

статическим усилием. В последнем случае эти усилия носят название **тонических** статических усилий, в отличие от **тетанических** усилий, при которых работает значительно большее число мышечных групп, сокращающихся с максимальной силой («крест», удержание штанги).

Существует несколько видов, режимов мышечного сокращения:

1. **Изометрический** режим, при котором длина мышцы неизменна, а изменяется лишь напряжение в ней.

2. **Изотонический** режим (преодолевающий, уступающий) – неизменный тонус мышцы, при изменяющейся ее длине.

3. **Ауксотонический** (смешанный) режим, когда вместе с изменением длины мышцы изменяется ее напряжение.

Статические усилия выполняются в изометрическом режиме мышечной деятельности. Существует даже **изометрический метод тренировки** (Z.J. Ullman, 2021).

Известно, что работа есть произведение силы на путь перемещения ($A=F \times S$), в этом смысле статические усилия нельзя назвать работой, т. к. нет пути, нет перемещения, поэтому и называют статическими **усилиями** или упражнениями. В физиологическом же смысле работа совершается, ибо происходит расход энергии, наблюдаются физиологические сдвиги и т. д.

На поддержание мышц в напряжении при статическом усилии расходуется сравнительно немного энергии, значительно меньше, чем при выполнении динамической работы. Это объясняется тем, что при статических усилиях наблюдается малая интенсивность процессов распада энергетических веществ в мышечной ткани. Отсюда и кислородный запрос при выполнении статических усилий невелик. При выполнении самых трудных, утомительных усилий кислородный запрос составляет 2,5-3,0 л при пересчете на минуту, что значительно меньше, чем при динамической работе.

При выполнении статических усилий наблюдаются незначительные сдвиги физиологических функций, т. к. статические усилия очень утомительны и время выполнения их невелико. Легочная вентиляция составляет 30-35 литров, частота пульса – 100-110 ударов в минуту, артериальное давление – 140-150 мм рт. ст. Также невелики изменения и в других показателях деятельности вегетативных систем. Однако сразу же после окончания статических усилий отмечается увеличение активности всех вегетативных функций. Так, при выполнении «виса на согнутых руках» на перекладине потребление кислорода во время усилия составляло 560 мл, а сразу же после окончания усилия – 870 мл. Содержание молочной кислоты увеличилось с 10-15 мг% до 75 мг%. Такое увеличение деятельности функций главным образом после окончания статических усилий называется **феноменом Линдгарда** или феноменом статического усилия.

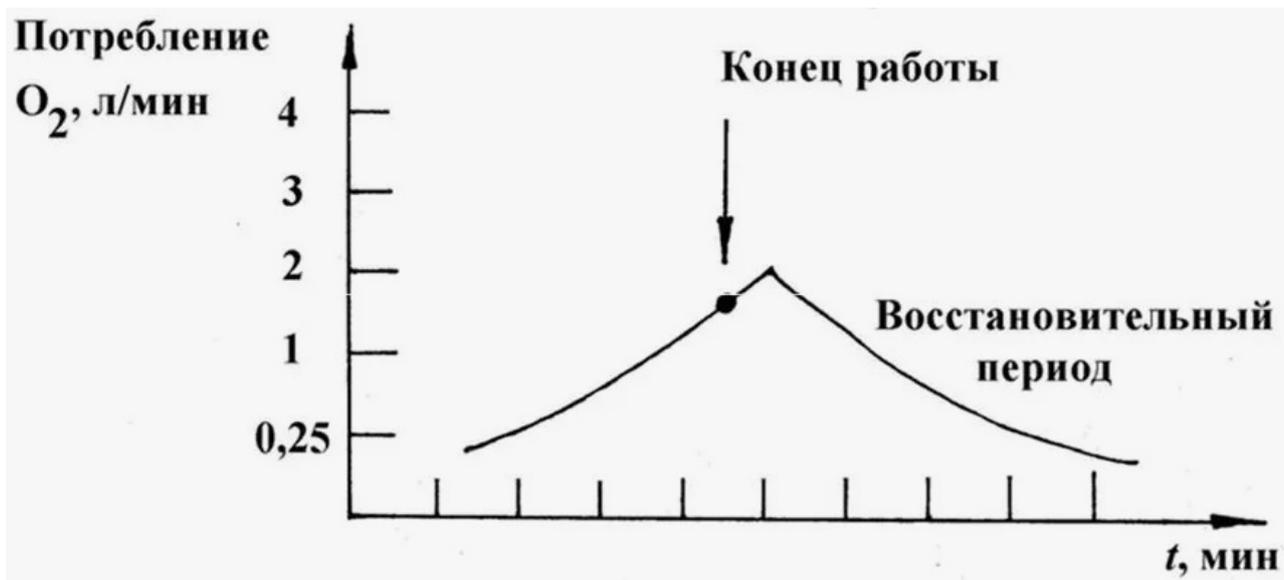


Рисунок 7 – Потребление кислорода при статической работе «феномен Линдгарда»

Впервые изучивший это явление датский ученый Йенс Петер Йоханнес Линдгард (1870-1947) объяснял послерабочее усиление вегетативных функций при статических усилиях следующим образом. Он считал, что при выполнении статических усилий сокращающиеся мышцы механически сдавливают кровеносные сосуды (в основном вены, как наиболее эластичные), нет мышечного насоса, т. е. имеет место недостаточное кровообращение в длительно напряженных мышцах. В результате этого в мышцах накапливаются недоокисленные продукты обмена, мышечные метаболиты, молочная кислота. Эти продукты распада энергетических веществ отравляют мышцу, и мышца в результате этого быстро утомляется. Кроме того, пережатие кровеносных сосудов напряженными мышцами затрудняет поступление продуктов обмена веществ, в общий кровоток, и поэтому существует стимул активизации деятельности вегетативных систем во время статического усилия.

По прекращении же статического усилия, когда наступает расслабление мышц, продукты обмена поступают в кровяное русло и стимулируют деятельность вегетативных органов и систем. Поэтому и наблюдается усиление деятельности дыхания, кровообращения после статического усилия.

5.2. Назовите главные причины утомления при статических упражнениях?

Теория Йенса Линдгарда называется **гуморально-локалистической** и признает ведущую роль гуморальных факторов (факторов, действующих через жидкие среды организма: кровь, лимфу) в развитии утомления при статических усилиях.

Объяснение утомления статических усилий чисто местными изменениями в мышечной ткани не соответствуют действительности.

А.А. Ухтомский говорил, что сторонники такой теории утомления уподобляют организм печи, где дрова есть, но они мокрые и поэтому не горят. Теория Й. Лидгарда существовала долго, т. к. импонировала простотой, «здравым смыслом».

Последующие исследования показали, что многие факты не соответствуют этой теории. Так, при спортивной тренировке вместе с ростом мышечной массы, с гипертрофией мышц наблюдается не увеличение проявления, а, наоборот, сглаживание, уменьшение выраженности феномена статических усилий.

В 60-70-х годах XX века возникла нейрогенная теория утомления при статических усилиях. Основоположником ее являлся свердловский ученый, профессор Н.К. Верещагин (1893-1962). Суть этой теории в том, что при статических усилиях ведущим звеном в развитии утомления являются не гуморальные факторы, а факторы центрально-нервного порядка.

Исследования, которые были проведены Н.К. Верещагиным, в некоторых отношениях подтвердили факты, полученные Й. Линдгардом. Оказалась, что действительно кровообращение нарушается во время статических усилий. Изучая ЭКГ, Н.К. Верещагин отметил некоторое нарушение деятельности сердца во время статического усилия, отметил увеличение минутного объема сердца после статических усилий и т. д.

Продолжая изучение причин утомления при статических усилиях, Н.К. Верещагин исследовал **влияние активного отдыха** на процесс восстановления организма после статических усилий. Оказалось, что наиболее полное восстановление работоспособности (повторное выполнение статистического усилия правой рукой) отмечается не при пассивном отдыхе, а при активном отдыхе, когда левая рука также выполняла статическое усилие. Если же активный отдых заключался в выполнении левой рукой динамической работы, то восстановление работоспособности правой руки было во времени меньшим, чем при «активном-статическом» отдыхе.

Если бы причина утомления заключалась в сдавливании кровеносных сосудов, то восстановление работоспособности во всех случаях было одинаковым. Следовательно, утомительность статических усилий обусловлена не местными изменениями в мышечной ткани, а сдвигами в центральной нервной системе.

Вторая серия опытов, заключалась в том, что вырабатывался условный рефлекс на активный отдых путем сочетания действия во времени звучания метронома с активным отдыхом. После нескольких таких сочетаний только один условный раздражитель – удары метронома вызывал такой же эффект, в восстановлении работоспособности, какой вызывал активный отдых. Эти факты свидетельствуют о корковой природе утомления при статических усилиях, ибо, если бы главная роль принадлежала пережатию, спрессовыванию сосудов, то один условный раздражитель, т. е. удары метронома не могли бы оказать благотворительного влияния на восстановление

работоспособности.

И, наконец, **третья серия опытов** была выполнена по выявлению влияния статических усилий на высшую нервную деятельность собак.

Собака нагружалась грузом и, стоя в специальном станке, таким образом, выполняла статическое усилие. Оказалось, что удержание груза нарушало нормальное протекание высшей нервной деятельности у собак. Это выражалось в разрушении условно-рефлекторных связей (временных связей): целый ряд пищеварительных условных рефлексов и некоторые безусловные рефлексы были нарушены во время статических усилий.

Вся экспериментальная работа, касающаяся изучения статических усилий, показала, что феномен Й. Линдгарда не мог быть обусловлен спрессовыванием (сжатием) сосудов мышц, а связан с изменениями, возникающими в ЦНС, в частности, в коре больших полушарий головного мозга.

Статические усилия дезорганизуют протекание условных рефлексов, нарушают осуществление даже безусловных рефлексов, а поэтому и кровообращение, и дыхание, и обмен веществ во время статических усилий нарушаются.

Нейрогенная теория объясняет феномен статических усилий следующим образом. Во время выполнения статических усилий, при значительном напряжении мышц имеет место возбуждение центрального отдела двигательного анализатора (область передней центральной извилины) и одновременно, по закону (по механизму) **отрицательной индукции**, происходит торможение вегетативных нервных центров (дыхания, кровообращения). Это приводит к тому, что, несмотря на усиление двигательной деятельности, активность вегетативных функций изменяется незначительно.

В момент окончания статических усилий, по механизму **последовательной индукции**, наблюдается в вегетативных центрах смена процессов торможения процессами возбуждения, вследствие чего имеет место усиление деятельности функций дыхания и кровообращения. В пользу этого говорит и тот факт, что при статических усилиях отсутствует расслабление мышц (мышцы все время находятся в сокращенном состоянии) и от напряженно работающих мышц идет мощный поток проприоцептивных импульсов в кору больших полушарий, где и поддерживается (в зоне коркового отдела двигательного анализатора) длительное время значительное возбуждение.

Нейрогенная теория, объясняющая причины возникновения феномена статических усилий и причины утомления при этом виде мышечной деятельности, более точна, более правильна.

Если судить об утомительности физических упражнений по энерготратам, т. е. если считать, что чем больше энерготраты, тем утомительнее работа, то статические упражнения следовало бы отнести, в группу мало утомительных

двигательных актов. На самом же деле статические упражнения очень утомительны, что проявляется в непродолжительности их выполнения (от нескольких секунд до нескольких минут) значительно утомительнее динамической работы, а энерготраты при статических усилиях значительно меньше, чем при динамической работе. Отсюда вывод: по энергетической стоимости, по потреблению O_2 очень трудно сделать правильный вывод об утомительности упражнений. Если, например, при динамической работе увеличится статический компонент, энерготраты снизятся, а утомительность возрастает.

Во второй половине XX века было развито представление (A. Kilbom, 1983; B. Bigland-Ritchie, 1986), что величина энерготрат в статических усилиях находится в линейной зависимости от утомления. Чем утомительнее статические усилия, тем больше энерготраты. Чем больше время удержания, тем выше энерготраты. Исследования последнего времени показали (L. Kamiński, 2006; H. Iridiastadi, 2008; L.L. Musalem, 2015), что это не так и подобная линейная зависимость существует лишь при средней трудоемкости статических усилий. Если же усилия очень напряжены, то прямая зависимость отсутствует.

5.3. Прокомментируйте важнейшие особенности статических усилий?

Изучение (E.G. Klaver-Król, 2010; C.D. Mojock, 2011; A.S. Ribeiro, 2014) выносливости к статическим усилиям показало, что:

- половое различие в этом вопросе не играет никакой роли: и мужчины, и женщины одинаково выносливы к статическим усилиям;
- статическая выносливость не зависит также и от силы мышц. Сила мышцы может быть невысокой, однако выносливость ее к статическим усилиям может быть больше, чем у мышцы с большой силой;
- приблизительно одинаковыми оказались показатели выносливости для правой и левой рук. Обнаружено, что выносливость к статическим усилиям довольно высока у бегунов на средние и длинные дистанции, у лыжников; у прыгунов, метателей она значительно ниже;
- разные мышечные группы у человека обладают разной степенью выносливости. Например, мышцы-разгибатели рук обладают выносливостью, выраженной во времени, – 56 сек. Эта значительная статическая выносливость для мышц-разгибателей. А для сгибателей верхних конечностей это время почти в 2,1 раза больше – 118 сек. Как видно, для разных мышц выносливость к статическим усилиям различна. Икроножные мышцы человека обладают поразительной выносливостью к статическим усилиям – 446 сек.

Известно, что мышцы-сгибатели – это хватательные мышцы. В процессе эволюции хватательные функции имеют чрезвычайно важное значение, и они развивались, очевидно, в плане статических усилий. Для того чтобы схватить и удержать, нужно длительно напрягать эти мышцы. Вот поэтому мышцы-сгибатели и обладают большей выносливостью к статическим усилиям,

чем мышцы-разгибатели.

Под влиянием специальной тренировки к статическим усилиям возрастает сила мышц и статическая выносливость. По данным исследователей (L.A. Frey Law, 2010; L.M. Rose, 2014), время удержания на вытянутых руках у бедер груза, равного 50% от собственного веса, увеличилась в среднем от 3 до 11 минут (от 2 до 5 раз), вместе с этим возросла сила мышц на 8 кг.

В настоящее время некоторые исследователи (A.L. Bertolaccini, 2021; N. Ikeda, 2021), признавая ведущую роль в утомлении за центральной нервной системой, говорят о том, что определенное значение имеют и местные факторы (изменения в самой мышце).

5.4. Раскройте физиологическую характеристику скоростно-силовых способностей?

Проявление разнообразных жизненных процессов в организме определяется наличием соответствующих структур и способностями энергопродукции, необходимой для их функционирования.

Роль аэробного энергообеспечения скоростно-силовых способностей человека сводится к минимуму, а ведущую роль играют анаэробные процессы энергообеспечения, из которых наибольшее значение имеют алактатный и гликолитический процесс. Анаэробные процессы обладают очень высокой мобильностью, это связано не только с пространственной близостью энергетических субстратов и соответствующих ферментативных систем, ресинтезирующих АТФ, к сократительному аппарату мышечной клетки, но и с особенностями их регуляции.

Наиболее подвижным энергетическим процессом является ресинтез АТФ за счет креатинфосфата. Эта реакция достигает максимума своего проявления уже к 2-3 секунде от момента начала работы. Быстрое включение этого процесса сочетается с его высокой мощностью.

Итак, скоростно-силовые способности организма во многом определяются уровнем развития анаэробных реакций и по мере увеличения интенсивности работы доля этих реакций в её энергообеспечении все более возрастает. Такая работа происходит в условиях высокого кислородного дефицита, представляющего собой разницу между кислородным запросом и тем количеством кислорода, которое потребляется во время работы. При выполнении этой работы создается большая кислородная задолженность, относительная величина которой характеризует анаэробные возможности организма. Эти возможности во многом определяются способностью организма противодействовать нарушению постоянства внутренней среды организма, смещению активной реакции в кислую сторону под влиянием недоокисленных продуктов анаэробного распада. Их чрезмерное накопление таит в себе опасность для организма, поскольку оптимальные условия для функционирования всех систем жизнеобеспечения создаются при

слабощелочной реакции внутренней среды ($pH=7,4$). При смещении pH до 7,0 у малотренированных лиц могут возникнуть несовместимые с жизнью явления, тогда как у квалифицированных спортсменов без вреда для организма достигаются более высокие степени закисления. Предельные силовые усилия обеспечиваются энергией за счет алактатного анаэробного процесса. Гликолитический процесс становится основным источником энергии в тех случаях, когда спортсмен выполняет многократную повторяющуюся силовую работу с весом, не достигающим максимально возможных величин.

Доказано (А.А. Mazani, 2018; S. Sole, 2021; S.N. Drum, 2023), что некоторые особенности физиологических процессов, лежащих в основе проявления скоростно-силовых способностей организма, обусловлены генетически. Исследования показали (B. Wax, 2021; R. He, 2022; J.L. Oliver, 2024), что у животных и человека имеются специализированные тонические и тетанические нейромоторные единицы. Тетанические нейромоторные единицы, содержащие белые мышечные волокна, обеспечивают главным образом, быстрые и значительные по амплитуде движения. Они лишены миоглобина и приспособлены эволюционно к работе в анаэробных условиях. Именно белые мышечные волокна содержат больше креатинфосфата и обладают более высокими гликолитическими возможностями. Белые волокна по сравнению с красными мышечными волокнами, кроме того, обладают высокой АТФ-азной активностью, которая оказывает большое влияние на проявление качества силы. В тонических нейромоторных единицах содержатся красные мышечные волокна. Последние обеспечивают поддержание тонуса медленных и небольших по объему движений, а также фиксацию позы. Для красных мышечных волокон характерно наличие миоглобина и широкое развитие митохондриального аппарата, во многом определяющего потенциал аэробного механизма энергообеспечения.

Таким образом, мышечный аппарат организма представлен двумя видами мышечных волокон, определяющих различные функции движений и тонуса мышц. Это положение имеет большое практическое значение в спорте. Можно полагать, что скоростно-силовые способности организма определяются удельным количеством белых мышечных волокон. Их соотношение с красными волокнами закрепляется генетически. Поэтому определение соотношения красных и белых мышечных волокон имеет большое значение при раннем отборе для спортивных специализаций. Такие исследования со времени введения биопсии в практику биологического контроля в спорте стали вполне осуществимыми (J.S. Nix, 2020; L. Ross, 2023; K. Van Vossel, 2023). Одним из основных биохимических компонентов, лежащих в основе проявления двигательного качества силы, является увеличение количества структурных белков. При мышечном сокращении происходит скольжение тонких (актиновых) нитей миофибрилл вдоль толстых (миозиновых) нитей за счет энергии АТФ.

Для развития большей мощности мышечного сокращения необходимо увеличение активности ферментов, расщепляющих АТФ и обеспечивающих повышенный расход энергии, заключенной в её связях. Процесс расщепления АТФ катализируется ферментом АТФ-азой, которым является структурный белок мышц миозин. Таким образом, миозин выполняет две функции это: сократительный белок и белок фермент АТФ-аза. Количество структурных белков и АТФ-азная активность миозина определяют в основном силу отдельного мышечного волокна.

6. Физиологические механизмы адаптации в процессе спортивной тренировки

6.1. Раскройте понятие об адаптации, её видах и общем адаптационном синдроме?

Большой вклад в разработку учения об адаптации внесли Г. Селье (1970), Ф.З. Меерсон (1988), А.С. Солодков (1999). Согласно их представлениям, живые организмы существуют в постоянно изменяющихся условиях окружающей среды. Иногда эти условия являются крайне неблагоприятными (высокая и низкая температура, гипоксия, физические нагрузки), их действие иногда кратковременно, а иногда весьма длительно. Живые организмы вынуждены постоянно приспосабливаться (адаптироваться) к этим условиям.

Всесторонне исчерпывающим является определение физиологической адаптации, изложенное в III издании Большой Советской (БСЭ) энциклопедии:

«Адаптация физиологическая – совокупность физиологических реакций, лежащая в основе приспособления организма к изменению окружающих условий и направленная к сохранению относительного постоянства его внутренней среды – гомеостаза» (М., 1969. Т.1. С. 216).

Традиционно дифференцируют два этапа формирования адаптации: **срочная и долговременная.**

Срочная (экстренная) адаптация представляет собой комплекс адаптивных проявлений в ведущих функциональных системах целостного организма, возникающих сразу после вступления действия порогового стимула, например, приспособление к физическим упражнениям. Конкретным биостимулирующим её эффектом считается увеличение метаболизма и расхода энергии, усиление и учащение кардиальных сокращений, рост вентиляции легких и др.

Фундаментом срочной адаптации считаются врожденные (генетически детерминированные) физиологические закономерности. В большинстве случаев адаптация к внешнему стимулу осуществляется с помощью наивысшей мобилизации вегетативных функций, обеспечивающих поддержание механики мышечного сокращения, регуляцию сердечного индекса, частоту и глубины дыхания и т.п. Несмотря на это, подобная трансформация деятельности

функциональных систем не является идеальной, поскольку необходимый тренировочный эффект в полном объеме не гарантируется.

Структурное руководство экстренной адаптацией происходит во взаимодействии двух вегетативных систем организма: **симпатоадреналовой (САС)** и **гипоталамо-гипофизарной (ГГС)**.

САС сопровождает быстрое увеличение функциональной и метаболической мобилизации нервно-мышечного аппарата (НМА), кислородтранспортной системы (КТС) миокарда и печени. В крови и сердце повышается содержание концентрация адреналина и норадреналина (катехоламинов). ГГС контролирует включение в активную работу резервов метаболических функций, поддерживает гомеостатическую устойчивость рН, температуры, концентрацию O_2 и CO_2 , содержание воды, электролитов и глюкозы. В крови увеличивается насыщение глюкокортикоидов.

Долговременная (хроническая) адаптация заключается в глобальной мобилизации энергетической деятельности моторно-висцеральных систем, ответственных за адаптацию, на основании их морфофункциональных сдвигов с образованием комплексного структурного следа (Ф.З. Меерсон, 1988). Следует отметить, что целостные изменения происходят не только в двигательных (исполнительных) органах и механизмах вегетативного обеспечения, но и в управляющих (нервной и эндокринной) системах.

На степени нервной (рефлекторной) регуляции структурные адаптивные изменения обнаруживаются в гипертрофии нейрональной пластичности моторных центров спинномозговой активности, в увеличении содержания дыхательных ферментов.

На этапе совершенствования **эндокринной регуляции** регистрируется гипертрофия мозгового и коркового вещества надпочечников, рост общей биосинтетической способности гормонов.

Относительно практики спорта **долговременная адаптация** – это комплексный процесс адаптивных (приспособительных) механизмов организма атлетов в течение продолжительного кратного повторения избранных нагрузок специфического характера (анаэробно-алактатной, лактатно-гликолитической, аэробно-умеренной интенсивности).

Научный смысл имеет концепция общего (единого) адаптационного синдрома (ОАС), изложенная Гансом Селье в 1960 г., под которым автор подразумевал синтез адаптивно-трофических реакций организма животных или человека, проявляющихся при реализации стрессовых (напряженных) ситуаций.

Общий адаптационный синдром протекает трехфазно:

I – тревоги или удивления: организм изменяет свои характеристики, сопротивляется или приспособляется к данным условиям существования;

II – резистентности: осуществляется адаптация к новым условиям и организм в полной мере сопротивляется воздействию стрессора;

III – истощения, ведущая к утомлению: после длительного воздействия стрессора, адаптационные резервы заканчиваются и организм погибает.

Эволюция проявления этих стадий напрямую обусловлена социальной и биологической ценностью раздражителя (стимула), функциональной реактивностью индивидуального развития и её адаптивного (компенсаторно-приспособительного) резерва. Следует отметить, что к одним условиям среды обитания человеческий организм достигает полной (тотальной) адаптации, а к другим – лишь частичной (экстренной).

6.2. Каковы фазы адаптации организма к физическим нагрузкам?

Функциональная перестройка адаптивных механизмов к физической работе (избранной нагрузке из ИВС), как любая другая поведенческая деятельность спортсменов, считается стадийным (регуляторным) процессом.

В динамике приспособительных реакций у спортсменов отмечают 4 этапа (С.И. Картышева, 2012), для которых определены свои функциональные характеристики и физиологические механизмы адаптивного реагирования:

- тонуса (напряжения);
- адаптированности (тренированности);
- дизадаптации (перенапряжения);
- реадаптации (декомпенсации).

В **стадии повышенного тонуса** организма атлета решающая нагрузка приходится на механизмы межмышечной регуляции, благодаря которым происходит адаптация физиологических функций и аккомодация обмена веществ к новым физическим упражнениям. В некоторых случаях сдвиги изученных индикаторов организма имеют выраженную степень отклонения.

Физиологическое напряжение лимитируется доминированием возбуждающих процессов на уровне нейронального метаболизма и их иррадиацией на нижележащие подкорковые двигательные-висцеральные центры, увеличением вклада коры надпочечников, ростом параметров систем соматовегетативного обеспечения и моторного уровня. На уровне проприоцептивной регуляции отмечается потенцирование количества активных двигательных единиц, резервная мобилизация миофибрилл, повышение скорости и силы мышечного сокращения за счет концентрации креатинфосфата, гликогена и ресинтезированной АТФ кислоты. Функциональные возможности и как следствие физическая работоспособность имеет переменный (неустойчивый) характер.

Стадия адаптированности организма спортсмена характеризуется повышением компенсаторных резервов, гармоничности механизмов их регуляции и оптимизацией текущего состояния или его тренированности к воздействию тренировочных нагрузок. Физиологическим фундаментом этого этапа закладываются потенциальные возможности развития гомеостатических функций в конкретных условиях внешней среды, колебательные процессы имеют равномерный характер реагирования, а работоспособность определяется

устойчиво-прогнозируемыми и амплитудно-модулированными категориями.

Стадия дизадаптации организма прогрессирует при достижении перенапряжения механизмов адаптации, требует вработываемости реакций компенсаторного взаимодействия благодаря наличию систематических нагрузок большой интенсивности и ограниченного отдыха в перерывах. Этот процесс относительно медленный во времени, однако период его образования, степень и продолжительность интенсивности функциональных сдвигов характеризуется исключительной вариативностью и напрямую коррелируют с индивидуальными свойствами личности. Также отличительными константами дизадаптационных проявлений считаются отсутствие мобилизации эндокринной и нервной систем, статистически достоверное уменьшение общей функциональной устойчивости, предболезненные ощущения, вегетативная и эмоциональная неустойчивость функций, вспыльчивость, раздражительность, нарушение сна, головные боли. В итоге выражено снижаются адаптивные резервы интеллектуальных и физических кондиций.

Стадия реадаптации (декомпенсации) доминирует после продолжительного перерыва в регулярных тренировочных занятиях или их полного завершения и отличается накоплением исходных (базовых) функциональных свойств и возвращению к фоновому уровню показателей двигательного аппарата организма спортсмена.

Физиологическая основа наступления этой фазы заключается в уменьшении порогового уровня тренированности вследствие декомпенсации адаптационного потенциала.

При положительной адаптации в спорте в ведущих функциональных системах возникают следующие качественные изменения:

- высокая степень экономизации произведенной работы;
- увеличение мощности и емкости адаптационно-трофических резервов организма;
- формирование оперативного мобилизационного потенциала на случай внезапных сдвигов во внешней среде.

6.3. В чем особенности явления дизадаптации организма к физическим нагрузкам и обратимости тренировочных эффектов?

В чрезвычайно сложной обстановке, организм может быть полностью истощен и индифферентен к проявлению адаптации. Подобное состояние характеризуется как **дизадаптация**.

Дизадаптация – это стойкое нарушение компенсаторно-приспособительных реакций организма к воздействию факторов внешней среды, формирующееся при возникновении к человеку экстремальной или редкой для него потребности, когда накопившегося двигательного опыта

не хватает для полноценной реализации не только долговременной (хронической), но и срочной (адекватной) адаптации.

Иногда резервы организма истощаются, прежде, чем достигнута адаптация, т. е. наступает дезадаптация, которая может принять различные формы:

- ✓ с недостаточной способностью к восстановлению, когда работоспособность практически сохранена, но она неустойчива и не высока;

- ✓ с явным дефектом, что ведет к снижению или утрате трудоспособности даже к инвалидности;

- ✓ с внутренним (скрытым) дефектом, который реализуется исключительно под воздействием предельной нагрузки;

- ✓ с сохранением работоспособности, но с утратой фертильности или приобретением потенциальной тератогенности в последующих воздействиях.

Фертильность (лат. *fertilis* - «плодородный, плодовый») – способность половозрелого организма производить жизнеспособное потомство.

Тератогенность (от греч. *τέρατος*, род. п. от греч. *τέρας*) – чудовище, урод; и др.-греч. *γεννάω* – рождаю) – способность физических, химических или биологических факторов вызывать нарушения процесса эмбриогенеза, приводящих к возникновению врождённых уродств (аномалий развития) у животных и человека.

За продолжительные предельные нагрузки в ИВС, а после за их завершение организм атлетов с течением времени расходует **биологическую цену**, что может проявиться в усилении кардиосклероза, стимуляции ожирения, уменьшением иммунитета клеток и тканей к различным вредным факторам и увеличением общих показателей заболеваемости.

«Цена адаптации» к максимально интенсивным нагрузкам может выражаться в двух противоположных формах. Во-первых, очевидный износ функциональной системы, которая при формировании адаптации несет основную нагрузку, например, прямые структурные повреждения миокарда и активных скелетных мышц. Во-вторых, перспективы возникновения отрицательной (перекрёстной) адаптации, в частности у атлетов, приспособленных к специфической работе, образуются дисфункции в других адаптационных реакциях, напрямую не обусловленных избранной нагрузкой (в процессе становления спортивной (оптимальной) формы зачастую уменьшается резистентность к возбудителям острых и хронических инфекций, а также акклиматизации к холоду).

Цена адаптационных проявлений, в значительной степени лимитируется видом физических нагрузок, к которым возникает приспособление.

Функциональные эффекты тренировки обратимы и специфичны.

Обратимость тренировочных эффектов – это постепенное уменьшение тренировочных эффектов при снижении тренировочных нагрузок ниже порогового уровня или полное исчезновение при прекращении тренировок (эффект детренировки). Свойство обратимости тренировочных эффектов лежит

в основе такого педагогического принципа спортивной тренировки как систематичность.

Специфичность тренировочных эффектов заключается в том, что функциональные эффекты спортивной тренировки проявляются только в тренируемом и схожих с ним (по структуре двигательного навыка, по механизмам энергообеспечения) упражнениях.

6.4. Что представляют собой функциональные резервы организма и их классификации?

Первые концептуальные основы о мобилизационных резервах организма обусловлены физиологическим учением К. Бернара (1813-1878), У. Кеннона (1871-1945) о постоянстве гомеостаза под влиянием внешних условий за счет интенсификации функций активно вовлеченных органов и их моторно-висцеральной регуляции с использованием их дополнительных ресурсов.

Фундаментальные положения о функциональных резервах были внедрены еще в СССР в первой четверти XX века академиком в мировом уровне призвания Л.А. Орбели, который постоянно акцентировал внимание о потенциальных возможностях человеческого организма адаптироваться к непривычной обстановке с помощью своего ресурсного обеспечения.

Впоследствии базовые принципы теории Л.А. Орбели отразились в теоретическом и прикладном аспектах преимущественно в физиологии военного труда (М.П. Бресткин, 1968; И.А. Сапов 1970; В.П. Загрядский, 1976; А.С. Солодков, 1978), позже в спортивной физиологии В.В. Кузнецовым (1970) в Москве и А.С. Мозжухиным (1979) в Ленинграде.

Первоначально М.П. Бресткин (1968) в определение **физиологических резервов** организма вкладывал компенсаторную и адаптационную способность органа многократно потенцировать интенсивность своей работоспособности в сравнении с фоновым уровнем покоя.

Структурная адаптация возникает в результате поступательного включения дополнительных **функциональных резервов**, под которыми А.С. Мозжухин (1980) имел в виду скрытые (внутренние) возможности, выработанные в процессе эволюционных и онтогенетических преобразований, способных повышать жизнедеятельность органов и физиологических систем организма с целью реализации чересчур большой по объему работы и выравнивания вегетативных сдвигов к чрезвычайным факторам его внутренней среды.

Многообразие адаптивных реакций организма А.С. Мозжухин (1979) дифференцировал на два вида: социальные запасы (спортивно-технические и психологические) и биологические ресурсы (физиологические, биохимические и структурные).

Спортивно-технические резервы устанавливают умение к модернизации уже наличествующих и возникновению новых двигательно-

тактических д.

Психические резервы обусловлены мотивационной потребностью реализации главной цели, связаны с возможностью преодолеть различные формы утомления, нервные состояния, внутренние болевые проявления, с функциональной готовностью возможности получения травмы во имя достижения осознанной аксиологической задачи.

Физиологические резервы (ФР) – потенциальная возможность от клеточного до организменного уровня увеличивать мощность своей деятельности относительно исходных (базовых) величин.

Структурной основой **ФР** признаются морфофункциональные механизмы моторно-висцеральной регуляции, содержащие обработку афферентной информации, устойчивость гомеостатических функций и межмышечное взаимодействие во времени и в пространстве.

ФР традиционно классифицируют по:

- реализационному уровню – от клеточно-тканевого-органного до системно-организменного;
- резервной мощности работы – от максимальной, субпредельной, большой, умеренной и переменной интенсивности;
- потенциальному депо мобилизации физических качеств (стратегические запасы силы, выносливости, быстроты, гибкости, ловкости);
- последовательности включения депонируемого потенциала.

ФР, вовлекаются в активное состояние не тотально, а равномерно в соответствии, с очередностью их мобилизации.

I их ступень присоединяется при механической работе в диапазоне 0-30% от резервного потенциала организма и свидетельствует о переходе из фонового состояния к энергичному процессу жизнедеятельности по механизму формирования безусловно-условных рефлексов.

II их серия активизируется при осуществлении напряженной (эмоциональной) деятельности, зачастую при форс-мажорных обстоятельствах в интервале 30-65% от предельных её параметров (соревнования, сборы, тренировки). Данный процесс сопровождается обязательным включением нейрогуморального контроля, а также волевыми характеристиками личности.

III резервная очередь привлекается в результате борьбы за личную жизнь, текущее существование, при потере сознательного контроля, в терминальной агонии. Физиологические механизмы сопровождаются безусловно-рефлекторным способом регуляции моторно-висцеральных функций с обязательным компонентом гуморальной (обратной) связи.

Нормальным (естественным) физиологическим способом функционального перехода от I ко II этапу считается тренировочный процесс. Срочным механизмом его мобилизационной активности становятся эмоции.

В процессе соревновательной работы при возникновении чрезмерных внешних факторов объем физиологических констант депо уменьшается, вот почему главная задача в этот период состоит в его потенцировании с помощью

закаливания, разрешенной фармакологической поддержкой организма атлетов, адаптогенного обеспечения их производительности. Однако следует отметить, что тренировки, в первую очередь, закрепляют и восстанавливают адаптационные резервы, способствуют их качественному расширению.

В частности, еще в далеком 1890 г. И.П. Павлов свидетельствовал, что утраченные организменные ресурсы восстанавливаются не только до определенной амплитуды, но и с частичным опережением (**феномен добавочной суперкомпенсации**).

Биологическая ценность этого сдвига огромна, поскольку периодические избранные нагрузки, сопровождающиеся суперкомпенсацией, создают условия для формирования мобилизационного потенциала двигательных возможностей организма спортсменов, что предопределяет главный функциональный эффект длительных тренировок.

Под воздействием тренирующих факторов атлет в восстановительном периоде становится быстрее, сильнее и выносливее, что в конечном счете увеличивает его физиологический резерв к их адаптации.

Биохимические резервы лимитируют адаптивные возможности организма работать в пределах высокой интенсивности совместно с экономичностью пластического и энергетического метаболизма на клеточно-тканевом регуляторных уровнях деятельности моторных функций.

Структурные резервы – особенности строения отдельных элементов организма (клеток, тканей, органов и систем органов), проявляющиеся в развитии и прочности мышечной и костной ткани, в особенностях строения миофибрилл и мышечных волокон, в прочности связочного и подвижности суставного аппарата, в характере васкуляризации скелетных и сердечной мышц, в развитии межнейронных связей и т.д., которые, в свою очередь, оказывают существенное влияние на функциональные возможности организма.

7. Физиологические основы спортивной тренировки

7.1. Что представляют собой основные звенья тренировочных эффектов спортивной тренировки?

Срочный эффект – это сумма функциональных изменений, которые имеют место непосредственно во время работы и 1-2 часа после ее окончания.

По срочному тренировочному эффекту можно определить влияние тренировочной нагрузки на организм.

Отставленный эффект появляется на более поздних этапах восстановления. Это сумма функциональных сдвигов, которые имеют место спустя 3-24 и более часов после тренировки. Он выражается в восстановлении запасов гликогена, жирных кислот, усилении синтеза белка в мышцах, восстановлении первоначального характера адаптации.

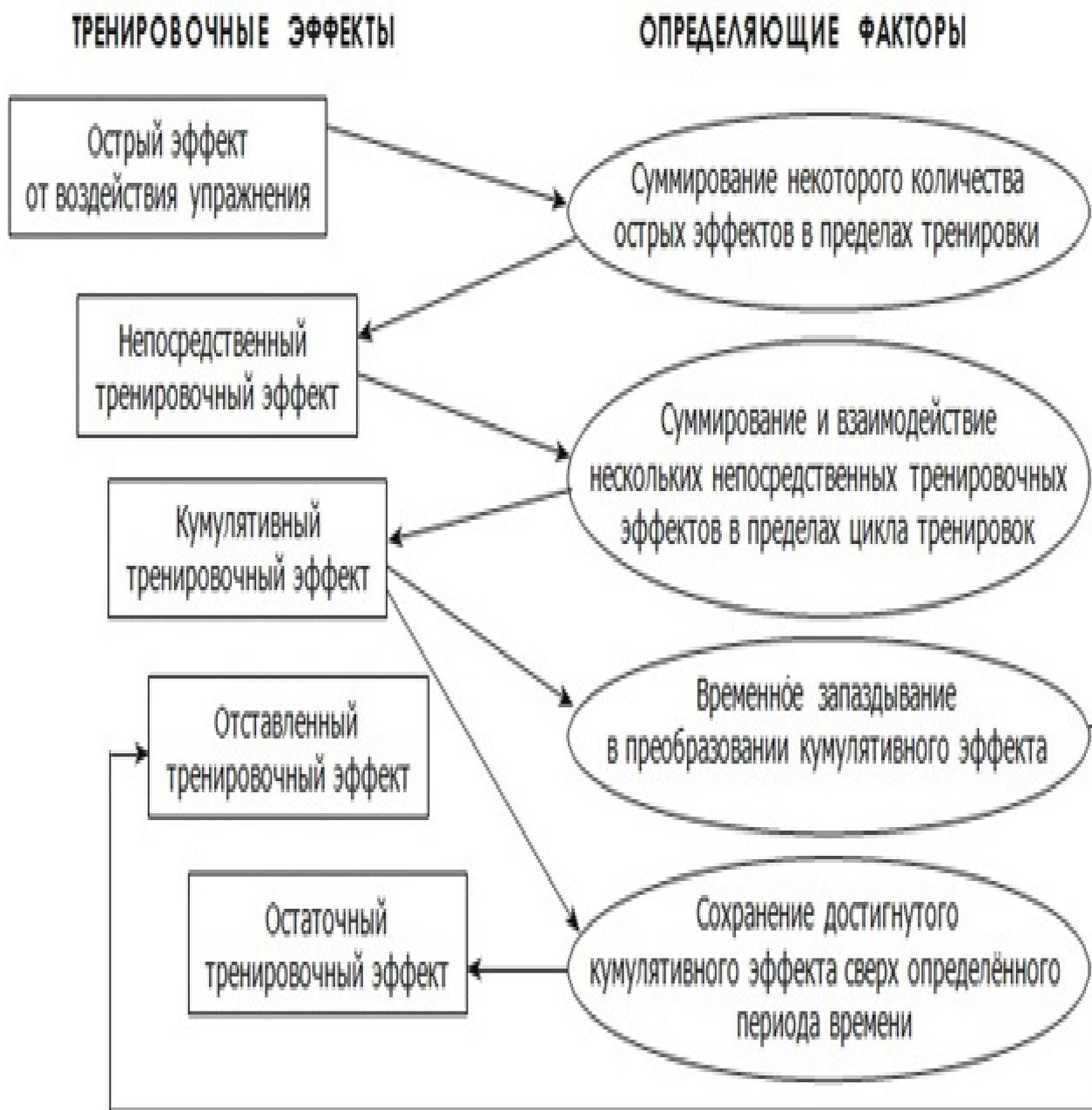


Рисунок 8 – Взаимосвязь тренировочных эффектов и их лимитирующих факторов (В.М. Зациорский, 2009)

Кумулятивный эффект – сумма изменений, имеющих место несколько месяцев после тренировок. Он выражается в избирательных изменениях вегетативных функций, аэробного и анаэробного обменов, в гипертрофии скелетных мышц, повышении специальной работоспособности, улучшении координации движений и т. д. Кумулятивный эффект выражается в функциональных эффектах тренировки (максимизации, экономизации и устойчивости функций). Также существуют **непосредственный** и **остаточный** эффекты тренировки.

Таблица 1 – Обобщенные тренировочные эффекты (В.М. Зациорский, 2009)

| Тип эффекта | Определение | Примеры |
|------------------|---|---|
| Острый | Изменения в состоянии организма, происходящие во время выполнения упражнения. | Увеличение ЧСС; накопление лактата крови; снижение мощности выполнения упражнения из-за утомления и т.д. |
| Отставленный | Изменения в состоянии организма и уровне развития двигательных/технических способностей, полученные через определенный интервал времени после выполнения специальной тренировочной программы. | Прирост взрывной силы через две недели после завершения концентрированной силовой тренировочной программы. |
| Кумулятивный | Изменения в состоянии организма и уровне развития двигательных/технических способностей, вызванные серией тренировочных воздействий. | Увеличение максимального потребления кислорода, и/или анаэробного порога; прирост силы, выносливости и т.д.; улучшения выполнения соревновательного упражнения. |
| Непосредственный | Изменения в состоянии организма, вызванные отдельной тренировкой или/и отдельным тренировочным днем. | Увеличение ЧСС в покое; уровня мочевины и/или креатинфосфокиназы в крови; изменение силы кисти, высоты прыжка вверх. |
| Остаточный | Сохранение изменений в состоянии организма и развитии двигательных способностей через определенный период времени после прекращения тренировочного воздействия. | Сохранение увеличенного уровня максимальной силы спустя месяц после завершения специализированной тренировочной программы |

7.2. Дайте физиологическое обоснование принципов обучения технике движений в избранном виде спорта?

Не всегда максимальная нагрузка бывает оптимальной, т. е. той, которая дает наилучший эффект в перестройке организма, приводящий к росту спортивных результатов. Оптимальная нагрузка зависит от квалификации спортсмена. То, что для нетренированного человека является оптимальной, для высокотренированного спортсмена будет недостаточной, малой.

Оптimum нагрузки изменяется в зависимости от следовых изменений работоспособности. Так, если спортсмен еще не восстановился после предшествующего тренировочного занятия, то оптимальной нагрузкой для него будет несколько меньшая, более низкая по интенсивности нагрузка, по сравнению с прошедшим ранее занятием.

Выполнение того же объема работы, но на фоне не довосстановления может привести к перенапряжению и к снижению спортивной работоспособности.

Рядом с вопросом об оптимальной нагрузке стоит вопрос об оптимальном отдыхе. Сколь длительным он должен быть, какого характера (то ли лежать, то ли использовать активный отдых), с применением или без применения фармакологических средств, ускоряющих восстановление?

1. На эти вопросы надо отвечать, ибо решение их дает обоснование одному из принципов тренировки – **повторности**. Согласно научным данным, при выборе диапазонов отдыха между подготовительными занятиями надо исходить из характера следовых изменений работоспособности.

Предлагают следующие три варианта:

- повторную работу начинать, когда следы от первой нагрузки полностью потухнут, т. е. на фоне полного восстановления;
- в фазе пониженной работоспособности;
- в фазе сверхвосстановления.

Другие исследователи предлагают иную схему, которая позволяет чередовать применение нагрузок в равные фазы последствия, а именно в недельном цикле делать два раза по три тренировочных дня, а между ними день отдыха. Причем, интенсивность и объем тренировочной нагрузки в каждом из дней разная.

2. Вторым принципом тренировки является **принцип постепенности**. Известно, что формирование сложных систем условных рефлексов, систем временных связей, образование новых динамических стереотипов возможно лишь при постепенном увеличении силы применяемых раздражителей, при постепенном усложнении дифференцировок (от грубых к тонким), при постепенном усложнении требований к подвижности нервных процессов. Попытка формирования сразу, «с ходу» сложных систем приводит к нарушению связей или даже к срыву высшей нервной деятельности. В процессе спортивной тренировки надо постепенно увеличивать нагрузку путем увеличения интенсивности, длительности упражнений, изменением числа попыток и уменьшением интервалов отдыха, а также заполняя период отдыха другой работой.

При форсировании увеличения нагрузки может наблюдаться сначала перенапряжение, а затем и перетренировка, которая рассматривается как срыв высшей нервной деятельности. Принцип постепенности надо учитывать всегда и в процессе одного тренировочного занятия, при обучении одному двигательному навыку, а также в недельном, месячном, годичном и в многолетнем тренировочном цикле.

3. Принцип разносторонности. Физиологическое учение о высшей нервной деятельности свидетельствует о том, что формирование новых временных связей, новых динамических стереотипов происходит успешно при достаточной пластичности нервной системы. Пластичность же нервной

системы повышается под влиянием освоения различных по сложности условных рефлексов и их систем – динамических стереотипов. Чем разнообразнее и богаче предшествующий набор условных рефлексов, тем при одинаковых (внешних) условиях выше пластичность нервной системы, а, следовательно, и способность к освоению новых движений.

При рассмотрении разносторонности мы говорим не только о богатстве двигательных связей, но и связей с вегетативными органами, обеспечивающими мышечную деятельность. Так, в лыжных гонках необходима не только техника передвижения, но и энергетическое обеспечение деятельности двигательного аппарата, координирование деятельности двигательных и вегетативных функций.

Спортивные игры способствуют выработке пластичности вегетативных функций, т.е. скорости переключения их деятельности с одного уровня активности на другой. Поэтому, когда в тренировке ставится задача повышения пластичности нервной системы, то всегда прибегают к этим видам деятельности (единоборства / спортивные игры / лыжные гонки).

Разносторонняя подготовка вегетативных функций и двигательной системы обеспечивает условия и для узконаправленной, специальной тренировки в одном каком-то виде спорта. Особенно важен принцип разносторонности для юных спортсменов.

4. Принцип индивидуализации. Этот принцип определяет собой необходимость индивидуального подхода к занимающимся в процессе изучения новых движений. При осуществлении этого принципа руководствуются следующим:

- учет морфологической структуры тела спортсмена;
- учет функциональных возможностей организма данного человека;
- степень развития двигательных качеств;
- учет типологических особенностей спортсмена;
- спортивный отбор, ориентация.

Морфологические структуры. Это значит, что прежде, чем предлагать тому или иному спортсмену выполнение упражнения, надо определить может ли это упражнение быть выполнено по особенностям строения его тела. Например, успешнее в баскетболе овладеет броском по корзине спортсмен высокого роста, нежели маленький. Известно, что во многом дети повторяют своих родителей. Если родители высокого роста, то, как правило, и ребенок тоже высокорослый (этим пользуются при отборе детей в балетные школы). Известно также, что если ребенок в 10 лет очень высок для своих лет, то и в 20 лет он будет тоже высоким.

Функциональные особенности. Более успешно протекает процесс спортивного совершенствования в том случае, если человек выбрал спортивную специализацию в соответствии со своими функциональными возможностями. Например, лица, обладающие высокими показателями МПК, быстрее добивались результатов в плавании.

При учете двигательных качеств стремятся определить соответствие двигательных возможностей данного человека выполняемому упражнению. Например, лучшим спринтером станет тот, кто обладает большой скоростью, а тот, кто более вынослив скорее, справиться со стайерскими дистанциями и т. д.

Типологические особенности, определяются типом ВНД, в основе которого лежат уравновешенность, сила, подвижность нервных процессов. Тип высшей нервной деятельности проявится в отношении к тренировкам (активен, пассивен, ленив), в способности переносить эмоциональные нагрузки и т. Д.

Принцип индивидуализации не всегда выдерживается в практике работы. Часто при отборе детей в ДЮСШ руководствуются только техническими показателями в данный момент и отсеивают детей со средними способностями. Однако факты говорят, что дети средних способностей часто в зрелом возрасте достигают высоких спортивных результатов.

5. Принцип рационального увеличения variability избранных нагрузок. Согласно его концепции, трактуются три базовых положения, согласно которым четко обозначены специфические формы сдвигов суммарной (тотальной) физической нагрузки в ходе реализации задач физического воспитания.

5.1. Общее функциональное напряжение при выполнении тестируемых упражнений не должно выходить за пределы негативных последствий в отношении здоровья атлета, что обуславливает оперативный контроль за накопительным нагрузочным эффектом.

5.2. По степени формирования системного адаптационного процесса к избранному моторному действию, т. Е. трансформации приспособительных сдвигов в фазу устойчивого положения требуется равномерное повышение параметров тотальной нагрузки. Чем выше предельный уровень функциональной готовности, тем интенсивнее должен быть рост индикаторов нагрузки.

5.3. Применение максимальных нагрузок в процессе спортивной подготовки нуждается в их вариации при решении частных её задач, в частности, временном их уменьшении, сохранении, или краткосрочном их потенцировании. Отмеченные постулаты создают перспективы применения следующих разновидностей изменения специфической нагрузки: **ступенчато и волнообразно** восходящую. В отдельных моментах возможно потенциальное использование **линейной** её вариации на сравнительно коротких по временным критериям зонах.

7.3. Обоснуйте необходимость физиологической аргументации пороговых тренирующих нагрузок в спорте?

Как отмечалось ранее, тренировочная нагрузка является важным фактором, определяющим тренировочный эффект, который выражается в усилении функций, повышении их экономичности, увеличении работоспособности. Но подобный эффект возникает лишь при нагрузках определенной величины. Для того чтобы тренировочная нагрузка вызвала выраженный тренировочный эффект, она должна превысить некоторую пороговую величину. Пороговая нагрузка – это наименьшая тренировочная нагрузка, способная вызвать рост тренированности. Такая пороговая тренировочная нагрузка должна заведомо превышать обычную (повседневную бытовую или привычную тренировочную).

Правила подбора пороговых нагрузок:

1. Величина пороговой нагрузки зависит от функционального состояния спортсмена, его квалификации. Так, одна и та же тренировочная нагрузка может быть пороговой или надпороговой для малотренированного человека и ниже пороговой и потому неэффективной для высокотренированного спортсмена. Следовательно, педагогический принцип индивидуализации в значительной мере опирается на физиологический принцип пороговых нагрузок. С ростом тренированности пороговая нагрузка постепенно увеличивается по мере повышения функциональных возможностей тренирующегося человека (принцип постепенности в повышении нагрузки).

Определение интенсивности нагрузки (т. е. скорости изменения функций в организме) можно осуществлять прямым путем – по измерению скорости потребления кислорода (л/мин) и косвенным путем – по ЧСС. Чаще используется для оценки интенсивности нагрузки ЧСС, т.к. между ними имеется прямая связь.

Пороговая ЧСС – это наименьшая ЧСС (интенсивность нагрузки), ниже которой не возникает тренировочный эффект. Ориентировочно пороговая ЧСС составляет 120-140 уд/мин.

Начинать занятия рекомендуется с 60-70% от максимальной ЧСС или это соответствует 50-60% от МПК. Максимальная ЧСС_{max} рассчитывается по формуле:

$$\text{ЧСС}_{\text{max}} = 220 - \text{возраст}$$

Например, у юноши 20 лет ЧСС макс = 200 уд/мин., следовательно, целевая ЧСС (т. е. ЧСС для интенсивности 70% от максимальной) будет рассчитываться по формуле:

$$\begin{aligned}\text{ЧСС}_{\text{целевая}} &= 0,7 \times \text{ЧСС}_{\text{max}} \\ \text{ЧСС}_{\text{целевая}} &= 0,7 \times 200 = 140 \text{ уд/мин}\end{aligned}$$

В дальнейшем рекомендуется увеличивать до 85-95% от max ЧСС.

Следует иметь в виду, что для развития анаэробных возможностей пороговый уровень нагрузки выше. Для этого нагрузка должна быть чуть

превышать 85% от ЧССтах, что соответствует 70% от МПК. Нагрузки ниже этой интенсивности будут оказывать тренировочный эффект, но он проявится только в усилении аэробных возможностей.

2. При определении величины нагрузки необходимо учитывать и продолжительность упражнений, т.к. существует пороговая длительность тренировочной нагрузки. Например, для развития аэробных возможностей для бегунов на средние и длинные дистанции объем работы должен составлять не менее 200 часов в год.

3. Необходимо учитывать и частоту тренировочных нагрузок. Так, для развития у спортсменов высокого класса выносливости пороговая частота занятий может составлять 3-5 раз в неделю, а для развития силы – 2-3 раза в неделю.

Несмотря на то, что пороговые нагрузки повышают функциональные возможности спортсмена, они недостаточны для достижения наибольшего тренировочного эффекта.

7.4. Каковы основные методы измерения физиологической величины тренировочной нагрузки?

Известно, что физическая нагрузка является своеобразным раздражителем, который стимулирует процессы адаптации. Условно выделяют внутреннюю и внешнюю стороны нагрузки. Внешнюю сторону связывают с объемом и интенсивностью упражнений (количество километров, время преодоления дистанции, величина поднятого веса и т. д.). Внутренняя сторона связана с изменениями в организме (т. е. с ответной реакцией на нагрузку) и со скоростью восстановления после нагрузки. Между внешней и внутренней стороной нагрузки существует определенная взаимосвязь. Увеличение объема и интенсивности упражнений сопровождается, как правило, повышением ответных реакций организма.

В настоящее время рост мировых спортивных достижений заставляет искать новые пути совершенствования спортивного мастерства. Одним из таких путей является увеличение тренировочных нагрузок.

Величину тренировочной нагрузки можно изменять различными методами, а именно:

– **изменением продолжительности упражнений.** Так, в ходе тренировки спортсмену предлагается пробежать какую-то тренировочную дистанцию за более короткий срок, т.е. с большей скоростью. Например, 400 метров за 60 секунд, или 800 – за 2 минуты. К примеру, атлет специализируется в беге на 400 метров. При пробегании им этой дистанции за 60 секунд, он получит одну нагрузку, а если предложить ему преодолеть дистанцию в 800 м за 2 минуты, то величина нагрузки будет другой.

– **изменением интенсивности упражнения.** Чем выше темп работы, тем больше воздействие на организм. Поэтому величина нагрузки изменится

в зависимости от того, какой скоростью пройдена дистанция: 400 м за 60 сек или за 55 сек.

– **увеличение числа повторений.** Сравните нагрузку при повторении пробежек на 400 м 5 раз и 15 раз. Конечно, во 2-й случае величина нагрузки и воздействие на организм значительно возрастает.

– **изменением интервала отдыха и характера отдыха.** Так, отдых между повторениями попыток можно дать в 8 минут, например, а можно его сократить до 5 минут. Или пассивный отдых заменить отдыхом с активной деятельностью – активным отдыхом.

Комбинируя по-разному эти приемы управления тренировочными нагрузками можно достигать различного тренировочного эффекта. И совсем, оказывается, не безразлично как, в каких сочетаниях комбинировать эти компоненты управления тренировочными нагрузками. Очень важно понять к чему приведет изменение величины нагрузки тем или другим путем.

При изменении интенсивности упражнений изменится влияние на характер энергообеспечения работы мышц. Так, выполнение упражнения с меньшей интенсивностью совершенствует аэробную производительность организма, а если упражнение будет выполняться с интенсивностью, близкой к максимальной, то такой вид работы будет развивать преимущественно анаэробные возможности окисления богатых энергией химических веществ. Это и понятно, ведь такая работа происходит в условиях недостатка кислорода, когда создается значительный по величине кислородный долг. В этих условиях организм больше приспосабливается к работе в режиме кислородного дефицита.

Напротив, снижение интенсивности работы (чего можно достичь уменьшением скорости) будет способствовать развитию и совершенствованию аэробных возможностей организма. Уменьшением скорости упражнения до 70% от предельного доступного для данного атлета темпа, мы уже решаем задачу повышения аэробных возможностей организма.

Точно так же, изменяя продолжительность выполнения, мы можем способствовать развитию тех или других возможностей организма. Непродолжительное (до 1 минуты) выполнение упражнения в высоком темпе ведет к совершенствованию анаэробных возможностей. Длительное же выполнение упражнений (от 1,5 минут и больше) дает эффект увеличения способности организма длительно выполнять работу в условиях достаточного снабжения организма кислородом.

Изменением количества повторений и промежутков отдыха между собой также достигается различный эффект. При небольшом числе повторений упражнений, выполняемых в предельном темпе и с небольшими интервалами, развиваются анаэробные возможности организма. В настоящее время в тренировках, в беге на 400 м применяют пробегание этой дистанции с сокращением интервалов отдыха между забегами. Например, после 1-й попытки отдых дается в 5-6 минут, после 2-й – в 4-5 минут, после 3-й –

в 2-3 минуты и т. д. При таком режиме работы образуется наибольший кислородный долг, достигающий до 20 литров, что адаптирует организм к недостатку кислорода, развивает анаэробные возможности энергообеспечения. Напротив, увеличение числа повторений при достаточно продолжительном интервале между ними ведет к снижению интенсивности работы и поэтому развивает лишь аэробные возможности.

Если в ходе тренировки повторным методом всегда применяется пассивный отдых, то это приводит к росту аэробных возможностей; использование же переменного темпа тренировки, когда выполнение упражнения с высокой интенсивностью сменяется снижением темпа движения, совершенствует анаэробную производительность. В этом случае выполнение упражнения в невысоком темпе можно рассматривать как активный отдых. Все сказанное имеет отношение не только к циклическим видам спорта, но и к гимнастике, фехтованию, спортивным играм и т. д.

Физиологическая характеристика величины тренировочной нагрузки:

- пороговая тренировочная нагрузка – это наименьшая тренировочная нагрузка, способная вызвать рост тренированности;
 - подпороговая – не вызывает роста тренированности;
 - оптимальная – вызывает наибольший рост тренированности.
- Количественной мерой оптимальности тренировочной нагрузки могут служить темпы прироста тренируемых функций;
- истощающая – превышает оптимальную и вызывает истощение резервов организма. Тренированность растет незначительно или не растет вообще.

Педагогическая классификация тренировочной нагрузки:

- маленькая – вызывает незначительные сдвиги в организме, гомеостаз не нарушается, восстановление длится несколько часов;
- средняя – вызывает значительные изменения в организме (ЧСС, СОК, МОК, МОД и т. д.), гомеостаз нарушается по 1 или 2 показателям, восстановление длится до суток;
- большая – наблюдаются выраженные изменения в организме, стойкое нарушение гомеостаза (рН, H₂O-солевой баланс, снижение глюкозы в крови);
- чрезмерная – изменения настолько велики, что восстановительный период затягивается до недели и более.

7.5. В чем заключаются отличия понятий тренированности и тренируемости организма спортсмена?

Спортивная физиология исследует функциональные механизмы увеличения физической и технической подготовленности, лимитирующие

уровень специальной работоспособности атлета, иначе говоря, его тренированность (И.Н. Солопов, Н.Н. Сентябрьев, Волгоград, 2009).

Тренированность – это не постоянное, а изменяемое в значительной степени и связанное со многими другими параметрами качество. Изменчивость состояния тренированности связано с направленностью и интенсивностью тренировочных занятий, а также с рядом индивидуальных особенностей спортсмена.

Тренированность является довольно сложно определяемым качеством с точки зрения физиологии. В процессе занятий спортом происходят многочисленные изменения в организме самой разной направленности, причем в зависимости от вида спорта, квалификации спортсмена, этапа его подготовки, степень и направленность изменений может быть различной.

Морфологические и функциональные индикаторы состояния различных систем целостного организма, происходящие при спортивной деятельности, обозначаются как физиологические критерии тренированности. Основоположником учения о морфофункциональных перестройках в организме под воздействием физических упражнений был П.Ф. Лесгафт (1837-1909).

Воздействия, производимые тренировочным процессом, оставляют свои следы, так или иначе изменяющие ход обменных процессов в организме (адаптивные изменения, обусловленные возникновением «системного структурного следа»). Эти изменения могут затрагивать и наследственный аппарат клетки, изменяя его активность и направленность процессов белкового синтеза, строения структуры клетки.

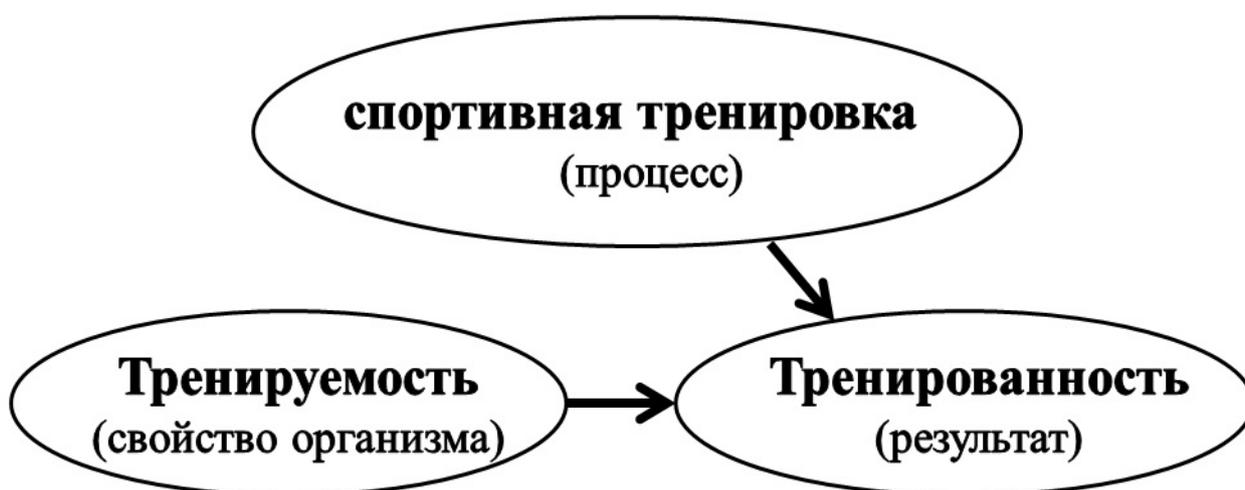


Рисунок 9 – Взаимосвязь физиологических понятий «спортивная тренировка», «тренируемость» и «тренированность» (Т.В. Балабохина, 2023)

Происходят существенные изменения внутренней среды организма, которые вызывают компенсаторные сдвиги, приводящие к суперкомпенсации, к перестройкам работы органов и т.д. в процессе развития тренированности происходят изменения, как на периферии, так и в ЦНС. Периферические

изменения с большей или меньшей степенью специфичности связаны с видом спортивной деятельности или с ее направленностью (развитие скоростных, силовых, координационных качеств).

Особо следует отметить связь происходящих изменений в гормональной системе, весьма велика в этом роль гормонов надпочечников и половых гормонов. Естественно, что неизбежна связь гормональной системы и ЦНС. Таким образом, процесс роста тренированности обязательно связан с ЦНС, с ее трофическими влияниями, регуляторной деятельностью вегетативных систем, управлением деятельностью всей функциональной системы достижения спортивного результата.

Наиболее высокий уровень тренированности достигается в состоянии спортивной формы.

Значительную роль в росте спортивного мастерства играет тренируемость.

Тренируемость – это возможность организма увеличивать функциональные и специальные спортивные показатели под влиянием систематической тренировки.

Количественно тренируемость может оцениваться величиной тренировочных эффектов: чем они больше на данный вид тренировки, тем выше тренируемость.

Тренируемость имеет врожденные, генетические предпосылки, такие как:

- соотношение быстрых и медленных волокон в скелетных мышцах;
- уровень МПК;
- устойчивость к гипоксии и др.

При плохой тренируемости, несмотря на длительные и напряженные тренировки, уровень тренированности остается низким.

Таким образом, **тренированность** – более комплексное понятие, которое включает в себя функциональные и спортивно-педагогические характеристики. Ее можно оценивать, как в покое, так и после нагрузок, но лучше оценивать в комплексе.

7.6. Что такое спортивная форма и каковы формы её развития?

Спортивная форма – такое состояние спортсмена, которое позволяет ему в наивысшей мере проявлять свои силы и способности, добиваться максимальных для него спортивных результатов. Или это форма наилучшей готовности спортсмена к спортивной деятельности, которая приобретается в ходе соответствующей подготовки в каждом макроцикле тренировки, она представляет гармоничное развитие всех сторон подготовленности спортсмена.

Фазы развития спортивной формы:

- приобретение спортивной формы;
- сохранение спортивной формы;
- временная утрата спортивной формы.

Первая фаза (становление) формирование и улучшение предпосылок, на базе которых возникает спортивная форма, при непосредственном её становлении, функциональной мобилизации организма, всестороннем развитии физических и волевых способностей, перестройке необходимых навыков и умений.

Вторая фаза (сохранение) характеризуется стабилизацией спортивной формы, как системы компонентов, обеспечивающих оптимальную готовность к спортивным достижениям. Коренные перестройки этих компонентов в данной фазе неосуществимы, поскольку бы означали утрату спортивной формы. Происходит дальнейшее совершенствование того, от чего непосредственно зависят спортивные достижения. Поэтому результаты растут, но в пределах, допускаемых возможностями сохранения спортивной формы.

Третья фаза (временной утраты) изменение направленности адаптационных процессов, переключением организма на реабилитационный (обще-восстановительный) уровень функционирования и угасанием связей, которые, стабилизировали ранее приобретенную форму.

Критерии спортивной формы:

- спортивный результат – главный критерий;
- стабильность результатов соревновательной деятельности;
- высокий уровень психологической устойчивости;
- результаты тестирования всех видов подготовки (технической, тактической, теоретической, физической);
- результаты врачебного контроля;
- сроки восстановления работоспособности спортсмена.

Спортивная форма характеризуется также особым психологическим фоном. В состоянии спортивной формы повышается роль сознательного контроля за эмоциональным состоянием. У спортсменов формируется «чувство воды» (у пловца), «чувство снега» (у лыжника).

В результате тренировки повышается взаимосвязь различных функций, их координация. В состоянии спортивной формы отмечается:

- повышение реактивности организма;
- повышение экономизации вегетативных функций;
- ускорение периода вработывания и восстановления;
- повышение способности организма к выполнению максимально возможного объема работы.

Спортивная форма состояние временное. Для ее достижения требуется длительное время – от 3 до 5 месяцев.

Вхождение в спортивную форму не должно носить скачкообразного характера, а должно быть постепенным. Форсирование процесса вхождения в спортивную форму отрицательно сказывается на ее продолжительности.

Ежегодно необходимо «выходить» из спортивной формы, что обеспечивается переходным периодом тренировки.

Продолжительность поддержания спортивной формы составляет

2,5-3 месяца. Более длительное сохранение спортивной формы нежелательно, т.к. все равно вследствие постепенного понижения работоспособности нервных клеток понизится и общая работоспособность организма.

Однако при планировании годичного цикла тренировки можно предусмотреть некоторое увеличение длительности периода поддержания спортивной формы. В практике спорта применяют планирование по методу 2-х кульминаций, т.е. предусматривают двухразовое в течение года вхождение в форму. У легкоатлетов, например, это июнь-июль и сентябрь, когда достигаются не один, а два пика спортивной формы.

Существуют различные мнения по поводу величин тренировочных нагрузок в период спортивной формы. Одни говорят, что для поддержания спортивной формы достаточны и небольшие нагрузки, другие ратуют за еще более жесткий режим тренировок, чем в подготовительном периоде.

Физиологи считают, что наиболее правы последние, ибо уменьшение нагрузок приведет к уменьшению и ответных реакций организма, в частности снизится активность нервной системы, а это приведет к снижению общего функционального состояния. Снижение же функционального состояния организма приведет к снижению спортивных результатов.

Особенно важна правильная организация периода непосредственно перед соревнованиями. В этот момент рекомендуют уменьшить нагрузки за счет уменьшения объема выполненной работы при сохранении ее интенсивности.

Правильное чередование тренировочных занятий с большими нагрузками с днями тренировок с низкими и средними величинами нагрузок очень важно в любом периоде тренировки, но особую важность этот вопрос приобретает в период поддержания спортивной формы. В этот период очень важно переключение с больших нагрузок на более низкие, применение так называемого волнообразного изменения величин нагрузок.

Различают 3 категории волн нагрузок:

- мелкие волны, характеризующие динамику нагрузок в недельном цикле (до 7 дней);
- средние волны (отражают динамику нагрузок в течение 3-6 недель);
- большие волны, отражающие динамику нагрузок в течение нескольких месяцев.

Правильное чередование работы и отдыха, правильное планирование спортивной тренировки обеспечит управление спортивной формой.

7.7. Дайте физиологическую характеристику периодизации спортивной тренировки?

Периодизация тренировочного процесса обусловлена фазовым характером развития тренированности и календарем соревнований. В тренировочном цикле условно выделяют три периода, каждый из которых имеет свою цель и соответствующее ему содержание.

Различают подготовительный, соревновательный и **переходный** период.

Подготовительный период делят на 2 этапа: **обще-подготовительный** и **специально-подготовительный**.

Цель обще-подготовительного этапа – общая физическая подготовка.

Делается акцент на развитие аэробных возможностей, усиление которых происходит, как правило, в течение 1,5-3 месяцев.

На специально-подготовительном этапе применяется широкий комплекс средств, укрепляющих опорно-двигательный аппарат, усиливающих функциональное состояние ведущих групп мышц, направленных на совершенствование спортивной техники.

Цель этапа – развитие специальных двигательных навыков и физических качеств, необходимых для достижения высоких результатов в ИВС.

Специально-подготовительный этап непосредственно предшествует периоду соревнований.

Особенности этого этапа:

– сокращается объем средств ОФП и одновременно увеличивается удельный вес специальных упражнений. В результате формируется доминантная морфофункциональная система, которая ответственна за адаптацию в избранном виде спорта;

– на этом этапе завершается работа над формированием специальных ДН. Увеличивается сложность и повышается скорость выполнения движений, увеличивается способность к экстраполяции, усиливаются возможности, к переработке сенсорной информации. Совершенствование спортивной техники происходит одновременно с развитием соответствующих физических качеств.

Соревновательный период в среднем продолжается от 4 до 5 месяцев. В этот период реализуется состояние спортивной формы. Сложность развития адаптации в этот период заключается в том, что тренировки осуществляются на фоне участия в соревнованиях. Это усиливает требования к ведущим системам организма.

Цель этапа – сохранение и некоторое повышение уровня тренированности.

Переходный период – это необходимый этап круглогодичной тренировки, который длится, как правило, 4-8 недель. В этот период существенно снижается объем тренировочных нагрузок, развивается дезадаптация. В результате организм начинает терять приобретенные структурные и функциональные свойства. Обратимость адаптационных механизмов биологически оправдана, т. к. создает предпосылки при последующей тренировке для перевода организма на более высокий уровень адаптации.

8. Физиологические основы оздоровительной тренировки

8.1. Обозначьте основные принципы оздоровительной тренировки?

Оздоровительная тренировка – это специфический подбор физических упражнений (движений), необходимый для расширения функциональных возможностей организма, профилактику сердечно-сосудистых и других заболеваний и увеличение продолжительности жизни. В оздоровительной тренировке выделяют отдельные компоненты: величину (интенсивность, объем), тип нагрузки, регулярность занятий, а также время интервалов отдыха. Эти элементы отражены ниже, при характеристике принципов оздоровительной тренировки.

Под принципами в данном случае понимают те важнейшие положения, которыми необходимо руководствоваться в теории и практике оздоровительной физической культуры. Практическое значение этих принципов, которые формулируются на основе познания закономерностей физического воспитания, в том и состоит, что они позволяют наилучшим образом достичь намеченной цели, решить круг детализирующих ее задач на основе главных правил их реализации.

В сфере физического воспитания, в частности, оздоровительной тренировки, эти принципы реализуются в ряде фундаментальных положений, гарантирующих единство всех сторон воспитания в процессе ФВ. Они обязывают всемерно содействовать развитию жизненных сил и способностей людей, сохранению и укреплению их здоровья, а также адаптацию к трудовой и другим видам деятельности.

К числу общеметодических принципов, получивших свое конкретное воплощение в физическом воспитании, можно отнести: принципы сознательности и активности, наглядности, доступности и индивидуализации; систематичности (последовательности, преемственности и др.). Рассматривая своеобразие реализации каждого из вышеперечисленных принципов, нельзя забывать, что ни один из них не может быть реализован в полной мере, если игнорируются другие. Только на основе единства принципов достигается наибольшая действенность каждого.

К числу принципов, выражающих основополагающие закономерности построения занятий оздоровительной направленности, относятся:

1. Принцип непрерывности, направленный на упорядочение в общей последовательности занятий преемственность эффекта занятий, не допуская между ними перерывов, разрушающих этот эффект. Главным в реализации этого принципа является соблюдение постоянной связи между занятиями, то есть каждое последующее занятие должно наслаиваться на следы предыдущего. При этом занятия должны проводиться систематически в течение года и на протяжении ряда лет.

2. Принцип системного чередования нагрузок и отдыха отражает необходимость оптимального сочетания занятий с достаточным отдыхом,

что и позволяет осуществлять процесс оздоровительной тренировки непрерывно. При этом большое значение имеет тип выбранного интервала отдыха между занятиями. Следует использовать ординарный интервал отдыха, обеспечивающий занимающимся полное восстановление организма после нагрузки предыдущего занятия.

Недопустимо применение жесткого интервала отдыха, поскольку при оздоровительном тренинге противопоказано назначать занятия при неполном восстановлении функций. Повторность (количество) тренировок, как правило, должно быть три раза в неделю. 1-2 занятия не приводят к повышению тренированности, а более частые чреваты риском осложнений в связи с перетренировкой.

3. Принцип постепенного наращивания нагрузок обеспечивает поступательный характер процесса оздоровительной тренировки. Это достигается путем последовательной реализации все более сложных двигательных задач, планомерного повышения моторной активности, увеличения объема и интенсивности, сопряженных с нею нагрузок и др., что, в конечном счете, обуславливает тенденцию последовательного усиления и обновления воздействий в процессе тренировки.

Объем физической нагрузки (километраж, длительность) по амплитуде и мощности влияния на организм дифференцируют, как пороговый (минимальный), оптимальный (наилучший), а также крайне экстремальный (надпороговый).

Минимальная (пороговая) нагрузка – это то начальное значение упражнения, которое обеспечивает необходимый эффект оздоровления, то есть восполнение исрасходованных энергозатрат, мобилизацию функциональных резервов и уменьшение концентрации холестерина в крови, веса тела и артериального давления. Доказано, что для осуществления подобного эффекта необходим такой объем реализации циклических локомоций, чтобы суммарный энергетический расход в неделю составлял не менее 2000 ккал (например, аэробный бег со скоростью 8-10 км/ час по 1 часу 3 раза в неделю).

Оптимальная нагрузка – это такая продолжительность аэробных упражнений, которая дает максимально возможный для данного лица оздоровительный эффект. Например, оптимальной нагрузкой для бегунов со стажем занятий свыше двух лет являются тренировка 3-4 раза в неделю (35-40 км в неделю).

Сверхнагрузка – для любителей бега приводит к кумулятивному уменьшению общей работоспособности и истощению адаптационно-трофических резервов организма. Мощность нагрузки напрямую обусловлена скоростью бега и природным ландшафтом, регистрируется по частоте пульса (ЧСС), она находится в пределах аэробной зоны (110-130 уд/мин) энергообеспечения. Граница оптимальной аэробной зоны по ЧСС определяется

по формуле: ЧССопт. = 180–возраст (в годах). Например, для подготовленного физкультурника в возрасте 40 лет ЧССопт. = 140 уд/мин и т.д.

4. Принцип адаптивного сбалансирования динамики нагрузок отражает закономерность, при которой на общем фоне динамизации воздействий необходимо обеспечить тенденцию ритмичного варьирования (в том числе относительной стабилизации, а при необходимости и снижения) их в пределах определенных этапов тренировки. Эта диалектическая связь обеспечивается путем реализации следующих положений:

- сбалансированными считаются такие нагрузки, регулярное применение которых не вызывает признаков тренированности;

- очередное повышение суммарных нагрузок следует осуществлять после того, как в результате адаптации к предыдущей нагрузке начинают уменьшаться вызываемые ею функциональные сдвиги;

- в случае если увеличение нагрузки осуществлялось ускоренными темпами, что было сопряжено с предельной или близкой к предельной мобилизации функциональных и адаптивных возможностей организма, необходимо временное уменьшение суммарного объема и интенсивности нагрузок. С этой целью следует применять волнообразную форму повышения нагрузок.

5. Принцип возрастной адекватности направлений многолетнего процесса оздоровительной тренировки обязывает последовательно изменять доминирующую направленность занятий таким образом, чтобы она сообразно отвечала тенденциям (периодам) возрастного физического состояния занимающихся.

Оздоровительная тренировка предполагает строгую индивидуализацию физических нагрузок как по продолжительности (объему), так и интенсивности в зависимости от возрастного лимита, соматического здоровья и физической подготовленности человека.

Для каждого занимающегося необходимо подбирать индивидуально оптимальные параметры нагрузки. Поэтому недопустимо проведение занятий по общей единой схеме для всей группы.

6. Принцип аэробной направленности физических упражнений отражает положение, что профилактическим и оздоровительно-кондиционным эффектами в специфике сердечно-сосудистых и неврологических заболеваний характеризуются исключительно циклические локомоции, ориентированные на повышение аэробной работоспособности организма и общей (тотальной) выносливости (ходьба, бег, лыжи, велосипед, плавание и т. д.).

Необходимо отметить, что при тренировках возможны негативные явления:

- **гравитационный шок** – возникает при резкой остановке в беге, связан с перераспределением крови в нижних отделах туловища (ногах). Поэтому после бега надо перейти на ходьбу (5-6 шагов);

– **мышечные колики** – возникают после значительных физических нагрузок, как правило, силового или скоростно-силового характера. Устраняется с помощью теплых ванн, массажа, физических упражнений;

– **тепловой или солнечный удар** – обычно связан со значительной физической нагрузкой в теплое время года или обстановке. В этих случаях человека следует, прежде всего, положить в прохладное место или тень, положить влажное полотенце на голову, в область сердца, обеспечить покой, не допуская переохлаждения;

– **гликолитический шок** – связан с большой потерей энергии. В этом случае человеку желательно обеспечить отдых лежа, дать ему глюкозы (разбавленный в воде сахарный песок – 100-200 г), шоколад или мед;

– **одышка** – вызвана несоответствием возможностей организма физической нагрузке. Нельзя стремиться преодолеть ее волевым усилием.

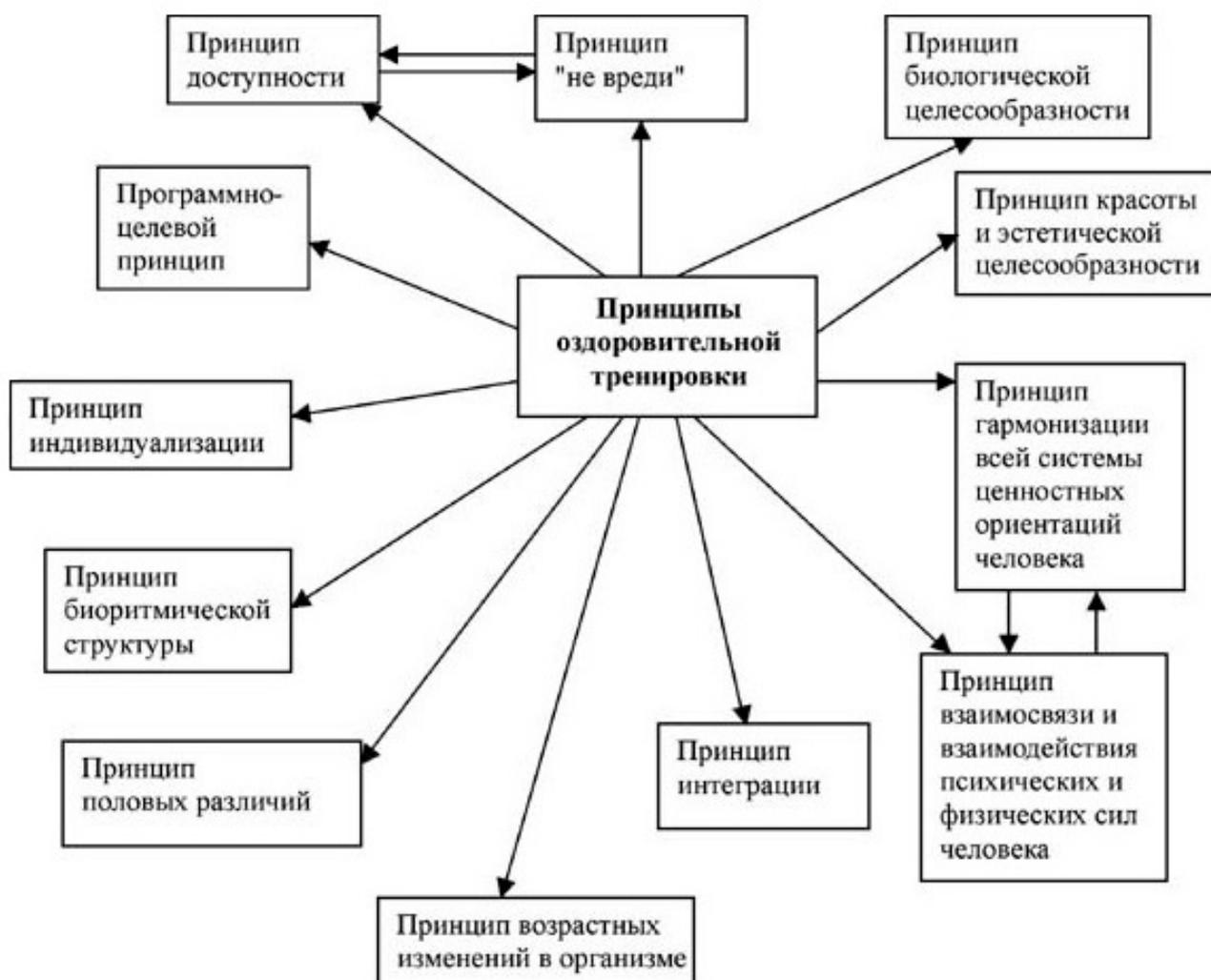


Рисунок 10 – Принципы оздоровительной тренировки (Т.С. Лисицкая, 2002)

8.2. Выделите основные особенности метаболизма и системы вегетативного обеспечения лиц пожилого возраста?

Исследования обмена веществ у лиц разного возраста показали, что по мере старения интенсивность обмена веществ понижается. Так, потребление кислорода на 1 кг веса у пожилых людей уменьшается. Также к старости снижается теплопродукция, рассчитанная на единицу поверхности тела. Так, теплопродукция у детей составляла 50 ккал на 1 м² в час, а у 70-летних только 33 ккал на 1 м² в час. Уменьшение теплопродукции также указывает на понижение обмена веществ с возрастом. Одна из причин снижения интенсивности обменных процессов состоит в меньшей потребности тканей стареющего организма в кислороде.

Старческий возраст характеризуется инволюцией дыхательной функции. Так, ЖЕЛ резко уменьшается с возрастом. Если в среднем возрасте ЖЕЛ составляет 3,5-4,0 литра, то после 60 лет ЖЕЛ снижается почти в два раза (1,5-2,0 литра).

Значительно снижается предел дыхания или максимальная легочная вентиляция. У старых людей частота дыхания несколько больше, чем у молодых. В 60-70 лет она равна 19 в минуту, а в 80-90 лет – 23 дыхательным движениям в минуту. Одновременно с учащением дыхания уменьшается его глубина. Дыхание становится поверхностным.

У стариков, минутный объем дыхания увеличен и составляет в среднем 150-200% должного. В большой степени (с 92 до 7 литров) уменьшается дыхательный резерв, т.е. разница между МВЛ и минутным объемом дыхания. У стариков при мышечной работе легочная вентиляция, увеличиваясь, быстро достигает предела. Небольшая величина резерва дыхания, очевидно, является одним из факторов, ограничивающих работоспособность лиц пожилого возраста.

В старческом возрасте уменьшается эффективность дыхания. Так, дыхательный эквивалент, т.е. количество потребленного кислорода на каждый литр вентилируемого воздуха, снижается. По мере старения, для обеспечения одного и того же потребления кислорода требуется все более значительное повышение вентиляции. Так, если молодой организм потребляет 100 см³ кислорода из 2,2-2,5 литров вентилируемого воздуха, то в 65 лет для этого требуется 3,7 л, в 80 лет – 4 литра.

Определенные старческие изменения претерпевает и сердечнососудистая система. Так, вес сердца с возрастом постепенно увеличивается, но это не спортивная гипертрофия, это увеличение прекращается в 70-80 лет, после чего начинается уменьшение веса сердца.

Старческое сердце характеризуется замедленным ритмом сокращений. Так, при обследовании людей старше 60 лет установлено, что до 80 лет наблюдается замедление ритма, а после 80 и до глубокой старости ритм сердцебиений несколько ускоряется.

Важнейшие физиологические свойства сердечной мышцы (сократимость, возбудимость и проводимость) понижаются. В связи с этим ухудшается кровообращение, что приводит к недостаточному питанию тканей при физической работе.

Возрастные изменения отмечаются и в стенках кровеносных сосудов – они теряют присущую им эластичность. В связи с этим у лиц пожилого возраста повышено максимальное кровяное давление.

С возрастом постепенно выходит из строя и перестает функционировать некоторое количество капилляров кровеносной системы. Изменения также происходят и в венах, где постепенно начинают атрофироваться венозные клапаны. Вследствие этого условия венозного кровообращения ухудшаются.

В пожилом возрасте настолько часты заболевания сердечно-сосудистой системы, что английский врач Томас Сиденхам (1624-1689) сказал: «Сердце и артерии подают первые сигналы о том, что старость стучится в дверь». Или говорят еще так: «Человек имеет возраст своих сосудов».

Как показали исследования, в процессе старения организма изменяется функциональное состояние звеньев рефлекторной регуляции кровообращения – рецепторов, гемодинамического центра, эффекторов, и устанавливается новый уровень реакций сердца и сосудов на действие нервных и гуморальных факторов.

Так, у старых животных отмечалось ослабление рефлексов с барорецепторов каротидного синуса. Вместе с этим, рефлексы с хеморецепторов каротидного синуса при старении организма усиливаются.

Своеобразные изменения наблюдаются в деятельности кровообращения и дыхания у пожилых людей при мышечной работе. Было установлено, что при мышечной работе умеренной мощности потребление кислорода у лиц старшего возраста увеличивается несколько меньше, чем у молодых обследуемых. Вместе с тем, у пожилых людей повышение уровня молочной кислоты после работы в 2-3 раза больше, чем у молодых. Это говорит о двух моментах. Во-первых, об ухудшении удовлетворения пожилым организмом кислородного запроса и, во-вторых, о том, что умеренная работа у лиц пожилого возраста энергетически в большей степени обеспечивается за счет анаэробных реакций.

Вместе с тем, возможности анаэробного энергетического обеспечения мышечной деятельности в пожилом возрасте в значительной степени ограничены. Как показали исследования (F.C. Martin, 2020; N.A. Ricci, 2020), у лиц пожилого возраста задержка дыхания на вдохе заканчивается на достаточно высоком уровне насыщения крови кислородом, равном примерно 90-92%, в то время как у молодых обследуемых задержка прерывалась при значительно меньшем уровне насыщения крови кислородом – 80-70%. Следовательно, пожилые обследуемые не могут переносить значительное кислородное голодание тканей, т.е. осуществлять мышечную деятельность в анаэробных условиях. Кислородный долг у спортсменов около 20 литров,

у пожилых – 7-10 литров.

Установлено, что с **возрастом увеличивается пульсовая реакция при уменьшении реакции артериального давления**, причем, у лиц в возрасте свыше 50 лет физические нагрузки нередко приводили к понижению максимального кровяного давления. Другими словами, усиление сердечной деятельности происходило в большей степени за счет учащения ритма, а не за счет увеличения силы сердечных сокращений.

Второй особенностью реакции лиц старшего возраста является **большое увеличение содержания молочной кислоты в крови**, свидетельствующее о большом удельном весе анаэробного гликолиза в энергетическом обеспечении работы, по сравнению с лицами в возрасте 18-25 лет.

Третья особенность старшего возраста заключалась в **наименьшей мобилизации источников энергии**, что выражалось в меньшем увеличении содержания сахара в крови при мышечной работе (или даже уменьшение его).

У лиц пожилого возраста не так, как у молодых протекает и период восстановления после мышечной работы. Для лиц пожилого возраста характерно (J. Angulo, 2020; C. Coletti, 2022; K. Novotová, 2022) более медленное восстановление вегетативных функций и мышечной работоспособности, повышенная гетерохронность восстановления различных функций.

Несмотря на большее увеличение периода восстановления показателей дыхания и кровообращения, возвращение насыщения крови кислородом происходит медленнее, чем у молодых обследуемых. Это позволило сделать вывод, что и во время восстановления удельный вес анаэробных реакций в энергетическом обеспечении восстановительных процессов выше у пожилых обследуемых, чем у молодых людей. Таким образом, в пожилом возрасте ликвидация кислородной задолженности после работы обеспечивается благодаря более напряженной работе систем кровообращения и внешнего дыхания, чем у молодых обследуемых.

Это положение усугубляется еще и тем, что у пожилых лиц больший процент кислородного запроса приходится на кислородный долг. Поэтому ликвидация большего кислородного долга при напряженной работе внешнего дыхания и кровообращения происходит с большими трудностями, чем у молодых обследуемых.

Было также установлено (A. Cheng, 2022; J.A. Taylor, 2023), что у большинства обследуемых пожилого возраста наблюдается после силовых упражнений так называемый феномен статического усилия. У молодых обследуемых указанный феномен выражен в меньшей степени и проявляется реже. Все это является дополнительным подтверждением положения о менее совершенной регуляции физиологических функций, как во время работы, так и в восстановительный период у лиц пожилого возраста. Одной из причин этого является изменения в механизме регуляции физиологических функций. Как показали отечественные геронтологи,

в процессе инволюции понижается чувствительность рецепторного аппарата к нервным влияниям и повышается к гуморальным влияниям. Вместе с этим, понижается лабильность нервных центров, осуществляющих регуляцию кровообращения и дыхания.

Эти факты делают понятным, почему у пожилых людей повышена чувствительность к падению насыщения крови кислородом, к увеличению углекислоты в крови, к сдвигу рН крови. Очевидно, подобные изменения имеют защитное значение, предохраняя организм пожилого человека от перенапряжения.

8.3. Дайте физиологическую характеристику ВНД лиц пожилого возраста?

Физическая культура является важным средством отдаления старости и инволюции организма. В настоящее время инволюцию рассматривают не как угасание организма, увядание деятельности его функций, а как этап жизни, где вместе с угасанием определенных нервных связей происходит возникновение новых приспособительных реакций, отвечающих новым условиям жизнедеятельности организма.

Отдельные представители (Е.Ж. Roux, 2014; J.R. Aunan, 2016) рассматривали организм как энергетическую машину, в которой чем больше тратится энергии, тем быстрее изнашивается эта машина (организм). Один зарубежный ученый привел сравнение жизни с банковским счетом – чем больше берется со счета, тем быстрее приближается старость.

Организм – есть саморегулирующая система, в которой не только что-то изнашивается, но и одновременно происходит образование новых связей, обеспечивающих приспособление организма (S.S. Khan, 2017; J.S. Ayres, 2020).

Одним из важных средств по преодолению старости является физическая культура, осуществление рационального двигательного режима.

В настоящее время все большее число людей обращается к физической культуре, рассматривая ее как фактор, отодвигающий наступление старости.

Перед тем, как приступить к анализу особенностей организма пожилых людей, следует определить, кого относят к лицам пожилого возраста. Строгой научно-обоснованной периодизации возрастов (возрастной периодизации) в настоящее время нет. Большинство отечественных физиологов пользуются рекомендациями Ленинградского симпозиума по проблеме долголетия (1962). Там ученым удалось договориться по этому вопросу. Было принято считать у мужчин пожилым возраст от 60 до 75 лет, от 75 лет до 90 – старческим, а лиц старше 90 относят к долгожителям.

Лица пожилого и старческого возраста отличаются некоторыми особенностями высшей нервной деятельности.

Изучение особенностей ВНД периода старения началось в лаборатории И.П.Павлова. Ученые отметили, что у старого животного ранее образованные условные рефлексы очень непрочны. Вместе с тем, новые условные рефлексы образовывались с большим трудом. Во всех опытах положительный пищевой

условный рефлекс на звонок не образовывался вовсе, а дифференцировка не выработалась и после 100 сочетаний. Делался вывод о том, что по мере старения ослабляется не только процесс возбуждения, но и происходит расстройство тормозных процессов.

Причем, как показали дальнейшие исследования, расстройство тормозных процессов наступает раньше и протекает глубже, чем расстройство процессов возбуждения.

Наряду с изменениями силы возбуждательного и тормозного процессов, по мере старения снижается и подвижность нервных процессов. Данные об этом, полученные на животных, позднее были подтверждены и расширены в исследованиях на людях. Так, при выработке сосудистых условных рефлексов обнаружилось значительные трудности в формировании, а также в угашении их. Для угашения условных рефлексов требуется в 2-5 раз больше неподкрепленных раздражителей, чем для подобного угашения у молодых лиц. Большие трудности встречались и при выработке дифференцировок. Все это свидетельствовало о слабости нервных процессов, об их инертности у лиц пожилого возраста.

У лиц пожилого и старческого возраста, отмечается нарушение памяти и обеднение ассоциативной деятельности. По мнению И.П. Павлова, стариковская болтливость и слабоумие находят свое объяснение в чрезвычайном ослаблении торможения при наступающем значительном снижении возбудимости коры.

Процесс старения касается не только корковых клеток, но и клеток подкорковой области и всей нервной системы в целом.

Как показали исследования, безусловные рефлексы в старости также ослабевают, причем, раньше других угасают или ослабевают ориентировочные рефлексы.

К старости значительно снижается чувствительность экстерорецепторов. Так, к 60 годам значительно повышается порог слышимости, уменьшается подвижность зрачкового рефлекса, снижается чувствительность нервных рецепторов кожи, увеличивается порог вкусовой чувствительности, падает чувствительность хеморецепторов.

Вместе с тем, происходит постепенное снижение скорости проведения возбуждения по нервам, уменьшается лабильность нервных центров.

Изменения в деятельности нервной системы, возникающие при старении, представляют собой закономерный, биологически обусловленный процесс, в основе которого лежат определенные нарушения структуры клеток и биохимических процессов.

При оценке этих изменений надо различать паспортный и биологический возраст. Так, по паспорту человек может быть отнесен к пожилым (если ему 65 лет), а по биологическим показателям к 50-летним и наоборот. У некоторых пожилых людей сохраняются и хорошее зрение, и слух. Например, у Чарли Чаплина, в 70-летнем возрасте рождались дети,

что говорит о его относительной биологической молодости.

8.4. Выделите особенности двигательной функции лиц пожилого возраста?

Инволюционные изменения в двигательной функции организма могут начинаться рано. Снижение показателей силы, скорости, выносливости, ловкости, гибкости и других показателей идет не одновременно и не параллельно. Оно может начаться с 25-30 лет, когда поступательное биологическое развитие организма заканчивается.

В наибольшей степени ухудшаются различные стороны целостной двигательной функции, связанные с быстротой и координацией движений. Весьма сильно изменяется гибкость.

Существенной особенностью реакций организма лиц старшего возраста является понижение тренированности, т.е. способности организма приспособляться к повышенной мышечной деятельности. Так, установлено, что в результате года систематических занятий физической культурой, реакция на стандартную работу улучшается тем в большей степени, чем младше возраст. У лиц старше 50 лет реакция на эту работу в начале периода занятий и через год почти не отличается друг от друга.

Достаточно хорошо сохраняется выносливость, связанная с различными видами работы умеренной интенсивности. Скоростная выносливость, выносливость к длительным статическим усилиям уменьшается весьма рано, начиная с 30-40 лет.

Конкретизируем изменения с возрастом отдельных двигательных качеств. По данным многих исследователей с 51-60 года до 61-70 лет имело место более значительное удлинение скрытого периода двигательных реакций для различных групп мышц по сравнению с другими возрастными периодами. В этом возрасте показатели величины скрытого периода колебались от 283 до 542 миллисекунд.

Исследование скорости движений показало, что у нетренированных лиц уже после 30 лет отмечается снижение скорости движений. В период от 51 до 70 лет имело место наиболее крутое падение скорости движений для различных групп мышц.

У лиц пожилого возраста значительные изменения претерпевает сила мышц. Так, к 60 годам становая динамометрия и кистевая динамометрия уменьшаются на 25-30%. Отмечается, что падение становой силы происходит менее стремительно, чем ручной. Динамометрия кисти у лиц 81-90 лет показала, что сила мышц рук колеблется в пределах 10-40 кг. Как показали исследования, у лиц пожилого возраста подчас, особенно при нарушении режима, снижается сила на 1 кг веса.

8.5. Определите системные направления применения физических упражнений для лиц пожилого возраста?

Проблеме долгой жизни посвящены различные исследования. В Египте для продления жизни рекомендовали рвотные средства, в Китае – употребление в пищу органов молодых животных, во Франции – кровопускания, пересадки половых желез. Все эти меры, если и давали какой-то положительный эффект, то только временный. Более эффективно применение физических упражнений.

В настоящее время отмечается значительное снижение двигательной активности людей. Есть данные, свидетельствующие о том, что объем мышечных усилий за XX век снизился с 95% до 5%.

При подборе средств физической тренировки предпочтение надо отдавать упражнениям, направленным на развитие и поддержание тех функций, которые в ходе инволюции страдают в наибольшей степени.

Поскольку наиболее выражено снижение силовых и скоростных качеств, следует подбирать такие упражнения, которые в большей степени вовлекали бы в активную работу эти мышцы. Упражнения, направленные на сохранение и развитие качества силы, всегда должны выполняться без чрезмерного натуживания. Полезно чередование этих движений с упражнениями на ловкость, гибкость. Во время выполнения упражнений необходимо добиваться ритмичного и глубокого дыхания.

Для поддержания и совершенствования общей выносливости рекомендуется систематически применять умеренный бег, постепенно от занятия к занятию, увеличивая его продолжительность (от 40 сек до 8-10 минут). Это позволит занимающимся пробегать в медленном темпе до 2 000 метров.

Очень полезны людям пожилого возраста упражнения на гибкость, увеличивающие подвижность позвоночника, в тазобедренных и других суставах. Как было показано выше, у лиц пожилого возраста в значительной мере снижаются анаэробные возможности. При скоростных упражнениях в организме развиваются процессы, особенно усиленно препятствующие именно этим регрессивным сдвигам. Поэтому очень полезными являются допустимые скоростные упражнения, которые наиболее широко адаптируют организм к различным нагрузкам.

Одно время существовало представление о том, что в практике физического воспитания с пожилыми людьми следует избегать упражнений, которые вызывают прилив крови к голове, например, движения, связанные с наклонами головы, с быстрой сменой положения тела в пространстве. Подобные представления являются неправильными. Тренировка поможет увеличению функциональных возможностей организма при перемещениях головы.

В ходе занятий с лицами пожилого возраста необходима осторожность в выборе ритма и темпа движений. Наиболее целесообразна средняя частота

локомоций. Эффективность влияния физических упражнений будет выше при разностороннем применении упражнений в процессе занятий.

Подобные упражнения полнее и лучше адаптируют организм пожилых людей. Особенно необходимо осуществлять принципы постепенности, индивидуализации, повторности и систематичности.

Заключая, заметим, что организм лиц пожилого возраста имеет значительный резервный запас сил. Надо умело и грамотно средствами тренировки увеличить их и тем самым обеспечить поддержание и рост работоспособности, совершенное течение восстановительных процессов

9. Спортивная работоспособность в особых условиях внешней среды

Тренировочный процесс современных спортсменов и фактического выступления в избранных соревнованиях происходят в разных внешних условиях окружающей природной среды. Главными маркерами, обуславливающими текущее функциональное состояние организма атлетов и их спортивную подготовленность, считается температурный режим, влажность воздушных масс, рельеф местности, а также атмосферное давление.

9.1. Раскройте основные закономерности терморегуляции в условиях повышенной температуры и влажности воздуха?

Человек, как биологический вид принадлежит к гомойотермным живым организмам, поскольку амплитудные значения температуры его тела в течение 24 часов не преобладают 1°C градуса Цельсия. Исключительная роль чрезмерных физических нагрузок заключается в том, что только они могут изменить температуру внутренней энергии тела атлета за границы привычного состояния.

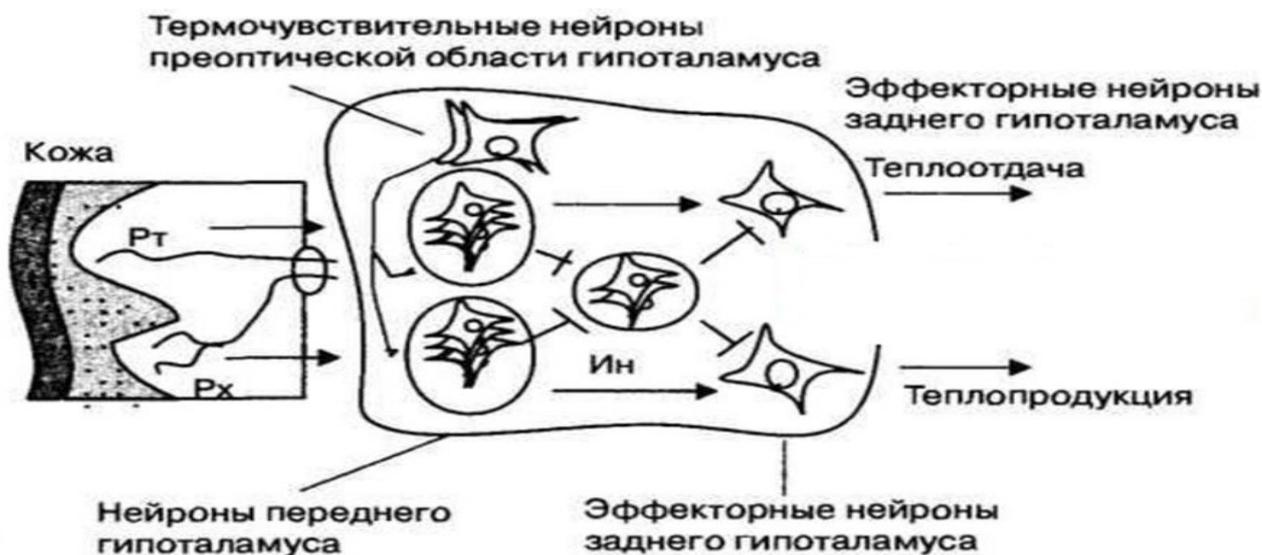


Рисунок 11 – Схема взаимодействия нейронного центра терморегуляции (гипоталамуса)

Гомеостатическая константа температуры тела состоит из баланса регуляторных процессов образования и отдачи тепла. Нарушение этой устойчивости сопровождается достоверными сдвигами поверхностной температуры тела.

Возникновение тепла обязательно образуется во всех биохимически задействованных тканях (головной мозг, печень, скелетные мышцы, миокард, и др.). Подавляющее большинство энергии, синтезируемой в организме, трансформируется в тепловую её форму. В состоянии относительного покоя вырабатывается примерно 1,5 ккалории за минуту, а при интенсивной и длительной работе (70% от МПК) создается в 10 раз больше теплопродукции.

Следует знать, что внешнее тепло проникает в организм спортсмена из окружающей природной среды, поэтому человеческому телу необходимо постоянно направлять наружу избыток накопившегося тепла. Известны следующие варианты теплоотдачи:

1. **проведение** – выход тепла из его внутренней глубины на его внешнюю поверхность, а далее в окружающую природную среду по механизму передачи близлежащему участку (воде или воздуху);

2. **конвекция** – передача 10-20% тепловой энергии движущемуся импульсу жидкости или воздушных масс. При водном погружении аналогичной температуры тепловая отдача тепла повышается в 20-30 раз;

3. **радиация** – главная форма перемещения чрезмерно тепла. При обычной (20-24°C) температуре воздуха обнаженное тело отправляет во внешнюю среду до 60% избыточного тепла подобным способом (в виде электромагнитных волн или инфракрасных фотонов) по соответствующему направлению к прилежающим объектам: стене, одежде, мебели. Следует отметить, что тепловое движение осуществляется двусторонним вектором.

4. **испарение** – основной до 80% вариант тепловой отдачи при выполнении физической нагрузки, чрезмерно активен при условии приближения температура внешней среды к температуре поверхности тела спортсмена.

При повышенной влажности воздуха и температуры окружающей среды гомеостаз соматической константы организма рассматривается в качестве повышенной нагрузки его регуляторных механизмов. При этом замедляется или вовсе прекращается сброс тепла с помощью радиации, конвекции и проведения, в силу снижения или отсутствия функциональной разности между температурой поверхности тела с температурой примыкающих к нему движущихся частиц воздуха, жидкости, а также внешних объектов. Передача тепла с помощью испарения при этом также усложняется.

При высокой влажности или абсолютного насыщения воздушных масс водяными парами испарение поверхностного пота, стремительно уменьшается или останавливается полностью, раствор солей при этом не испаряется, а профузно стекает.

Из чего можно заключить, что при температуре окружающего воздуха,

одинаковой или существенно доминирующей температуру человеческого тела, и глобальном наполнении воздуха водяными парами сброс тепла во внешнюю среду оказывается неисполнимым.

9.2. Укажите сдвиги физиологических функций организма в условиях высокой температуры и влажности?

Избранная механическая нагрузка увеличивает функциональное напряжение сердечно-сосудистой системы, при присоединении фактора высокой внешней температуры и влажности окружающего воздуха, её тонус еще больше кратно возрастает. Следует учесть, что сердечный выброс распределяется между покровами тела, которые сбрасывают тепло, и скелетными мышцами, совершающими физическую нагрузку. Между вышеперечисленными индикаторами происходит рабочая конкуренция за право дополнительного снабжения кровью. Поверхностно расположенные сосуды увеличивают свой просвет, чтобы транспортировать большее количество тепловой энергии наружу, а это в свою очередь, сокращает величину необходимой крови, прибывающей к работающим мышцам. Подобное распределение кровотока сопровождается снижением объема его циркулирования, сердечного возврата, уменьшению конечно-диастолического диапазона желудочков, что, в конечном итоге, понижает СОК, который приходится восполнять ростом ЧСС и при снижении экономичности деятельности миокарда. Фактически ни кожный покров, ни сердце функционально не получают должного состава крови. Исходя из этого при внешних условиях высокой температуры окружающей среды и влажности воздуха достижение оптимальных результатов в аэробной работоспособности практически редкое явление.

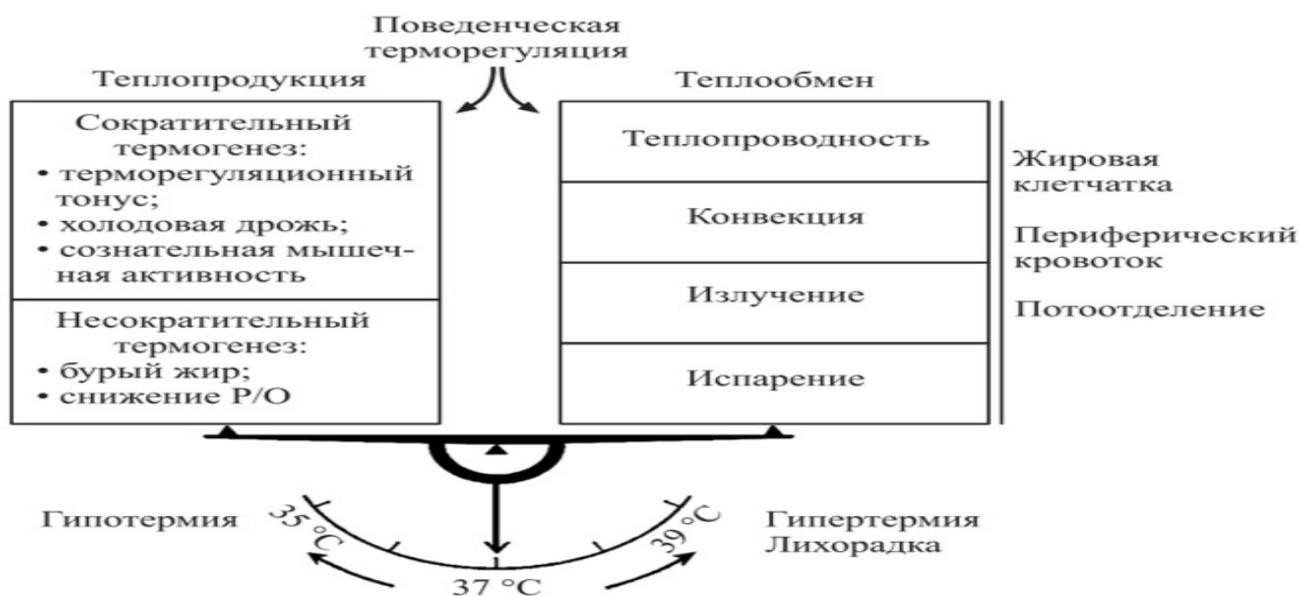


Рисунок 12 – Тепловой баланс организма

Мобилизация сосудов кожи не только уменьшает снабжение кровью активно задействованных мышц, но и ухудшает их общее (ОПС) периферическое сопротивление. При условии вдобавок, если сердечный выброс не повышается либо растет недостаточно компенсированными темпами, в дальнейшем это приводит к снижению артериального давления с возможным появлением обморочных состояний или коллапса.

Снижение кровотока мышц в жарких погодных условиях, считается главной причиной ухудшения их функциональной производительности, взаимосвязано не только с дополнительным обеспечением кровью сосудов кожи, вследствие обезвоживания организма, также и уменьшением общего его циркулирующего объема в связи с чрезмерным выделением пота.

Одновременно с дегидратацией в функционально задействованных органах осуществляется потеря микроэлементов и солей, что потенциально может приводить к мышечным судорогам, перегрузкам тепловоо направленности (снижению АД, рвотному рефлексу, наличию слабого учащенного сердцебиения и нарушению равновесия).

В плане рекомендательного характера обеспечения эффективной спортивной деятельности необходимо сочетание отдыха спортсмена под навесом в тени в исходной позе нижние конечности выше уровня головы, обильное охлажденное питье, употребление солевых растворов или внутривенное их введение.

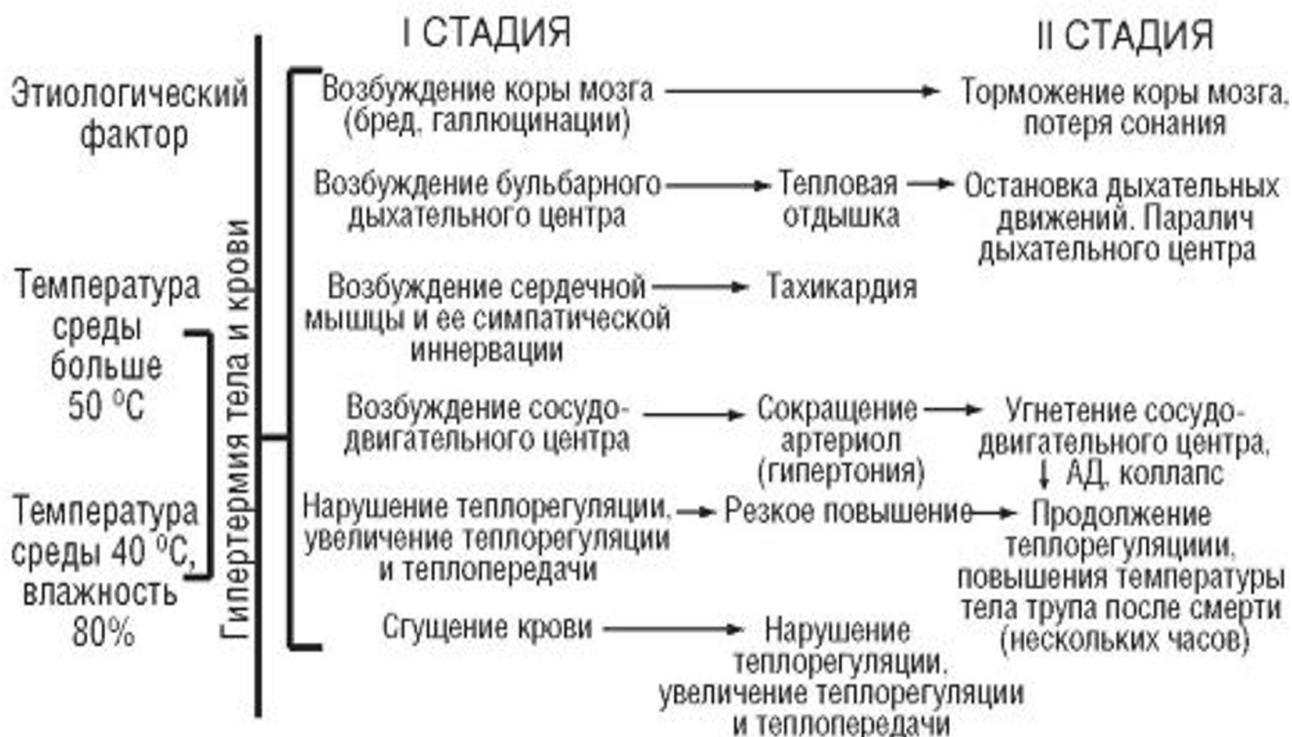


Рисунок 13 – Патологическое развитие теплового удара

Тепловой удар – крайне опасное для полноценной профессиональной жизнедеятельности спортсмена нарушение её терморегуляторных механизмов, связанное с внутренним ростом (больше 40°C) температуры «ядра» тела, сокращением потоотделения, появлением сухой и теплой наружной кожи, учащением ЧСС и дыхательной функции, увеличению АД, с возникновением бессознательного и спутного (рассеянного) текущего состояния.

В случае срочного непринятия регламентированных мер, существует прямая вероятность перехода теплового удара в коматозное состояние с последующим смертельным исходом. Профилактическим лечением считается быстрое перемещение пациента в ванну с холодной водой или даже льдом, окутывание с обмахиванием влажными простынями.

При физической нагрузке в жарких климатических условиях, совместно с высокой влажностью воздуха, стремительно снижается кровоток в брюшной полости и кровеносное обеспечение печени, что приводит к уменьшению циркуляции крови в почках. Мышечная работа, реализуемая на фоне повышенной температуры и влажности, обеспечивается значительным кислородным запросом с огромным накоплением лактата, что приводит к ускоренному истощению резервов гликогена.

9.3. Дайте физиологическую характеристику тепловой адаптации?

Длительная или повторная локализация на фоне повышенной температуры с влажностью воздуха оказывает поэтапную адаптацию к подобным условиям существования, увеличивает резистентность организма к факторам теплового стресса.

Функциональная акклиматизация имеет свои специфические изменения, которые выражаются в усилении выделения пота, уменьшении температуры внутренней и внешней поверхности тела, концентрации солей в поте, что в конечном итоге потенцирует осмотическое кровяное давление, чувство жажды, рост объема (ОЦК) циркулирующей крови, снижает кровоток в коже, повышает СОК, а также параметры сердечного выброса (МОК).

Одним из наиболее чувствительных индикаторов функционального процесса адаптации к теплу является урежение ЧСС в аспектах относительного покоя и активной деятельности. Равномерно повышаются значения систолического (ударного) кровяного объема, для компенсации неизменных параметров сердечного выброса в течение длительного периода нахождения в жарком климате. Повышение СОК в результате теплового приспособления организма атлета происходит за счет роста центрального объема крови (т. н. венозного возврата), при увеличении констант эффективного перераспределения ОЦК, с помощью поэтапного снижения кожного кровотока в коже.

В процессе тепловой адаптации улучшается механическая производительность избранной физической работы в жарких условиях,

что обуславливает поступательное уменьшение кислородного потребления тканями при осуществлении привычной (стандартной) нагрузки.

С другой стороны, уменьшается напряжение симпатического отдела ВНС, что объективно свидетельствует о снижении объема норадреналина, выделяющегося с мочой.

Большинство функциональных сдвигов, напрямую обусловленных тепловой адаптацией, осуществляются в короткие временные сроки в течение начальных 4-7 дней нахождения в жарком климате. Образование тепловой акклиматизации окончательно завершается спустя две недели. В то же время максимально эффективное приспособление организма к высокой температуре и влажности выявлено только у жителей, постоянно проживающих в подобных условиях существования.

Таблица 2 – Адаптационные физиологические изменения в условиях повышенной температуры окружающей среды (В.В. Маринич, 2022)

| Механизмы | Адаптационные изменения |
|------------------------|---|
| Потоотделение | Более быстрое начало потоотделения (при работе), т.е. снижение температурного порога потоотделения. |
| | Повышение скорости потоотделения. |
| Кровь и кровообращение | Более равномерное распределение пота по поверхности тела. Снижение содержания солей в поте. Снижение ЧСС. |
| | Увеличение систолического объема. |
| | Усиление кожного кровотока. |
| | Увеличение объема циркулирующей крови. |
| | Снижение степени рабочей гемоконцентрации. |
| | Более быстрое перераспределение крови (в систему кожных сосудов). |
| | Приближение кровотока к поверхности тела и более эффективное его распределение по поверхности тела. |
| | Уменьшение падения чревного и почечного кровотоков (во время работы). |
| Метаболизм | Снижение основного объема. |
| | Снижение кислородной стоимости стандартной (легкой) работы. |
| Терморегуляция | Снижение температуры ядра и оболочки тела в покое и при мышечной работе. |
| | Рост устойчивости организма к повышенной температуре тела. |
| Дыхание | Уменьшение одышки (частого и поверхностного дыхания). |

Следует отметить, что акклиматизации к теплу совершенствуется не только при длительном (многодневном) пребывании в жарком климате,

а также при кратковременном (по несколько минут-часов) или курсовом воздействии: в теплоизоляционной спецодежде, термокамере.

Сформированность тепловой адаптации прямопропорциональна объему физической нагрузки, выполненной в условиях повышенной температуры воздуха, её биостимулирующий эффект сохраняется в течение нескольких недель.

Тренировочно-соревновательные воздействия на организм в видах спорта, направленных на развитие выносливости, способствуют выраженному увеличению (до 40°C) внутренней температуры тела, даже в обычных условиях среды обитания.

В конечном итоге у атлетов адаптируются терморегуляторные механизмы: уменьшается продукция тепла, повышается мобилизационный резерв к теплотерям благодаря обильному образованию пота. В частности, для квалифицированных спортсменов типична надпороговая чувствительность сенсомоторной реакции потоотделения на солнечные раздражители, сбалансированное расположение пота на поверхности человеческого тела. Исходя из этого у атлетов в процессе выполнения избранной работы при нейтральной или повышенной температуре окружающей среды внутренняя и наружная температура ниже, чем у обычных людей, реализующих абсолютно аналогичную нагрузку. Концентрация органических веществ и солей, выделяемых потовыми железами, у спортсменов также снижена.

Следует помнить, что при организации подготовки к главным соревнованиям, которые будут проходить на фоне жаркого и влажного климата, атлету следует начать тренировочный процесс в аналогичных условиях за 1,5 недели до старта. При отсутствии объективной возможности заниматься в подобной обстановке, рекомендуется одевать костюмы, которые ограничивают тепловую отдачу и задерживают потовое испарение. Адаптация в тренировочном костюме стимулирует эффекты искусственной тепловой резистентности, но в меньшем процентном соотношении, чем тренировка в жарких природных условиях среды обитания.

9.4. Какой должен быть питьевой режим при жарком климате?

Большая интенсивность потоотделения при длительной работе в жарких климатогеографических условиях приводит к существенному снижению организмом атлета солей и воды, вследствие возникновения процесса дегидратации, что приводит к уменьшению специальной работоспособности и тепловой резистентности.

Некоторые специалисты свидетельствуют в пользу релаксационного воздействия воды на организм, об излишней функциональной нагрузке жидкости на работу сердечной мышцы и рекомендуют снижать её количество с целью уменьшения потерь с потом.

В то же время эмпирические данные физиологических исследований констатируют, что нехватку воды в процессе напряженной циклической работы

в условиях жаркого климата необходимо восполнить по возможности незамедлительно и предпочтительно в аналогичных пропорциях, поскольку прием охлаждающей жидкости в течении проведения соревнований снижает потенциальную угрозу перегревания организма спортсмена.

Более того, сбалансированный питьевой режим в процессе тренировки приводит к повышению специфической работоспособности атлета. Прием напитков на основе углеводсодержащих растворов способствует не только восполнению потерь воды, но и сохраняет оптимальную концентрацию глюкозы в кровеносной системе, что исключительно необходимо для поддержания высоких физических кондиций при анаэробно-аэробных нагрузках большой мощности.

Химический состав спортивных напитков, применяемых для компенсации потерь воды в процессе физической деятельности, ограничивается целый перечень функциональных требований. Следует помнить, что жидкость, поступившая в желудок, практически не поглощается притекающей кровью, её абсорбция осуществляется только в кишечнике. Исходя из этого, лимитирующим фактором быстроты этой химической реакции является эвакуационная скорость передвижения жидкости из опорожнения желудка в направлении кишечника, что напрямую зависит от потребляемого её объема, температуры окружающей среды и степени осмолярности всех структурных компонентов. В функциональном плане физическая работа не значительно стимулирует частоту опорожнения желудка. Обильное (500-600 мл) количество жидкости покидает желудок намного быстрее, чем малые её концентрации. В то же время однократный прием значительного объема воды на дистанции провоцирует неприятные отрицательные эмоции наполненного желудка и затрудненной дыхательной функции. Исходя из этого, рациональнее интенсивно принимать жидкость в сравнительно небольших (по 150-250 мл) форматах, с интервалами отдыха (10-15 минут) между её повторным употреблением.

Охлажденная жидкость транспортируется из желудка значительно быстрее, чем в нагретом состоянии. Прохладная в диапазоне (8-13°C) вода, уменьшает на (7-18°C) удельную температуру желудка, стимулирует моторику мышц гладкой его стенки, повышает циркуляцию жидкости в направлении кишечника. Следует помнить, что, нагрев охлажденной воды в желудке хотя и в небольшом процентном соотношении, но потенцирует механизмы теплоотдачи, необходимой для реализации этого химического процесса. Вот почему употребление спортивных жидкостей в охлажденном состоянии в период проведения массовых соревнований считается более рациональным для организма атлета.

Вода скорее покидает желудок в виде изотонического хлористого натрия или поваренной соли. Даже малая (до 5%) концентрация глюкозы в искомом растворе оказывает существенное торможение послабляющего процесса опорожнения целостного желудка. При расчете суммарного объема

поступающий в организм атлета жидкости следует учесть, что несмотря ни на что предельная скорость механизмов всасывания воды не преобладает 0,8 л/ч. Рекомендуется употреблять воду ориентировочно за 30 минут до начала старта для образования её компенсаторного депо. При прохождении избранной дистанции в течении последующих 10-15 минут следует поглощать примерно 150-200 мл раствора гипотонической концентрации.

При условии, если отчетные соревнования должны проводиться при относительно-нейтральных, или преимущественно холодных погодных условиях (горные лыжи, прыжки с трамплина, лыжные гонки, санный спорт, бобслей), когда практически отсутствует угроза дегидратации и перегрева кожных покровов тела атлета, питьевой режим необходимо значительно сократить.

В течение ежедневных аэробных тренировок при жарком климате, спортсмен вместе с потом лишается значительных объемов воды, вместе с которой удаляются из человеческого тела также органические соли. К примеру, всего за один день изнурительной тренировки при повышенной температуре окружающей среды атлеты на сверхдлинные дистанции (марафонцы) лишаются до 9 литров H_2O . Без качественной компенсации этих потерь потенциально вероятно возникновение деструктивных изменений водного, а также, что наиболее опасно для организма спортсмена, солевого обмена веществ, при снижении специальной работоспособности. В качестве системного контроля необходимого количества жидкости выступает математическая разница её потерь с помощью взвешивания атлета до и после окончания тренировки.

Следует учесть, что небольшой лишней прием воды функционально в отрицательном плане не скажется на ведущих параметрах работоспособности спортсменов, поскольку её избыточный объем элементарно удалится почками. С другой стороны, длительное чрезмерное употребление жидких растворов потенциально способствует уменьшению осмотического давления в крови, что впоследствии, может причинить организму специфические неблагоприятные ощущения, в виде судорожных приступов. Вот почему употреблять воду в обозначенных перерывах между тренировочными занятиями рекомендуются в небольших количествах, но в значительной степени регулярно.

9.5. Каковы функциональные проявления спортивной работоспособности атлетов в условиях пониженной температуры окружающей среды?

При уменьшении температуры окружающей среды возрастает её статистическая разница с температурой кожной поверхности спортсмена, что стимулирует мобилизацию потери её тепла благодаря системе функционального проведения с последующей радиацией и конвекцией. Главными компенсаторными механизмами сбережения покровов тела от утраты

внутреннего тепла при воздействии холода заключаются в вазоконстрикции сосудов периферического тонуса и повышенной активизации энергообразования внутри организма.

Под влиянием холодных климатических факторов среды обитания значительно увеличивается плотность изолирующей температурной чувствительности тела, что обуславливает снижение передачи тепла от ядра к наружной поверхности человеческого тела и устаняет потенциальное падение эндогенной температуры, за счет равномерного уменьшения температуры кожи. В процессе кожной адаптации происходит снижение разницы температур между наружной тельной поверхностью с природной (внешней) средой, что сокращает её теплоотдачу. Наибольший вазоконстрикторный эффект проявляется в сосудистом сужении конечностей, крайне выражено в пальцах ног и рук, следовательно, тканевая температура их дистальных отделов может уменьшиться до текущих констант окружающей среды. Подобная адаптация подтверждает физиологическую последовательность в том, что, в первую очередь, фаланги пальцев рук, ног и ушные раковины считаются наиболее уязвимыми для отморожения участками тела.

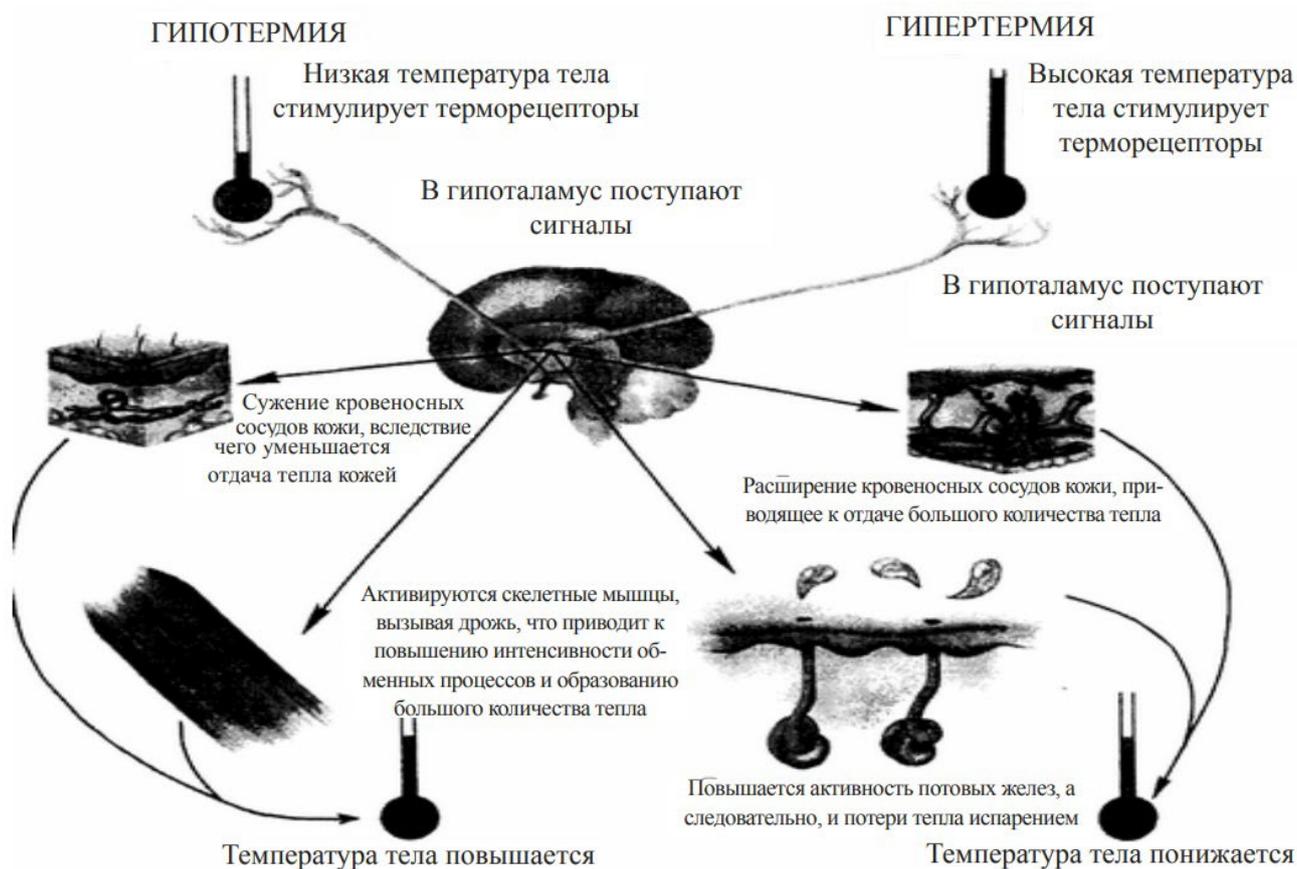


Рисунок 14 – Механизмы терморегуляции при пониженной (гипотермия) и повышенной (гипертермия) температуре

Следующим важным компонентом адаптационных сдвигов к условиям холодных раздражений признается интенсификация тепловой продукции с помощью появления мышечной дрожи, т.е. произвольных сократительных локомоций. При возникновении данного физиологического явления в нее впоследствии равномерно втягиваются новые активные в функциональном плане группы мышц, начиная от шеи, спины, живота, грудной клетки и заканчивая верхними и нижними конечностями. Дрожь характеризуется переменным характером деятельности, т.е. она либо внезапно наглядно демонстрируется, то неожиданно исчезает. В единичных случаях при экстремально низкой температуре воздуха дрожание обнаженного человека может продолжаться длительный период. Чем мощнее степень холодного поражения организма атлета, тем больше требуется мышечной продукции тепла, создаваемой телом.

При внешних условиях постоянного холода увеличивается кислородное потребление в состоянии покоя, его параметры напрямую зависят от температуры окружающей природной среды, объема подкожно-жировой клетчатки, стиля спортивной одежды, а также суммарного времени нахождения на морозе. В процессе реализации физической работы в холодной обстановке тепловая изоляция покровов тела уменьшается, параллельно нарастают термические потери, что свидетельствует о необходимости поддержания гомеостатического теплового баланса с помощью повышения его образования. При малоинтенсивной спортивной деятельности, недостаточной для вегетативного обеспечения резервного пути теплопродукции, температура ядра тела снижается (гипотермия) ниже пороговой величины.

Гипотермия приводит к уменьшению максимального кислородного потребления: при внутренней (ниже $-37,5^{\circ}\text{C}$) температуре тела атлета МПК сокращается на 4-5% с каждым последующим градусом. В значительной мере при гипотермии падает тотальная выносливость организма спортсмена: снижается пиковое время осуществления аэробной работы умеренной мощности.

Функциональные проявления максимальной динамической силы, главным образом, напрямую обусловлены температурой активно работающих мышц. Исходя из этого при выполнении упражнений скоростно-силового характера энергоснабжения (прыжки, метания, спринт), установлено, что спортивные результаты достоверно снижаются на морозе.

Издавна тренировочные занятия и командные старты во многих зимних видах спорта обычно проводятся в холодное время года. Действительно, кроме аномальных морозов и сильных порывов ветра холодные климатические условия обычно не преподносятся в качестве опасной проблемы для температурной регуляции тела и прироста специальной работоспособности атлета, поскольку за счет интенсивной мышечной работы, образуется стратегический резерв метаболического тепла. К примеру, рефлекторная

холодовая дрожь повышает теплообразование лишь в 3-5 раз, то предельная аэробная работа максимальной мощности – в 25-35 раз.

9.6. Каковы особенности спортивной работоспособности в условиях пониженного атмосферного давления?

Атмосферному воздуху свойственен, определенный вес, который, в свою очередь, лимитируют барометрическое давление. Уменьшение барометрического давления с набором высоты над уровнем моря способствует паданию парциального кислородного давления, что обуславливает уменьшение количества молекул O_2 при вдыхании требуемого объема воздуха, т. е. возникают гипоксические внешние условия. Во внешних высотных условиях спортсмен находится под воздействием прогрессирующей гипобарической гипоксии.

С повышением уровня высоты кислородный дефицит в атмосферном воздухе провоцирует уменьшение парциального его давления в альвеолярном воздухе, снижение O_2 концентрации в притекающей артериальной крови, что приводит к нарушению вегетативного обеспечения тканей организма. Исходя из этого, существование в горах диктует наличие особых физиологических механизмов для гомеостатического поддержания функций при адекватном кислородном восполнении организма атлета.

Следующим компонентом эффекта уменьшения атмосферной плотности в горах является снижения воздушного уровня сопротивления передвигающемуся телу. Вот почему совершенная механическая работа мышц на высоте при движении с равной скоростью считается более экономичной, чем на равнинной местности. Наиболее ярко это демонстрируется в выполнении спортивных локомоций с высокой частотой движения. К примеру, в велосипедном спринте, легкоатлетическом беге, скоростном перемещении на коньках на гористой местности могут быть зафиксированы более значимые результаты, чем на равнинных ландшафтах.

Считается, что чем больше высота подъема, тем ниже температура окружающего воздуха. По мере крутизны его нарастания она достоверно снижается (на $6,5^{\circ}C$) после каждого пройденного вверх километра, вплоть до экстремальных параметров в 11 км.

Кроме того, в условиях высотной зональности уменьшается относительная влажность воздушных масс, фактически вдыхаемый воздух в рной местности считается более сухим, потери воды более масштабные, по сравнению с уровнем моря. На больших высотах при выполнении, аэробной работа предельной интенсивности, крупные потери воды приводят к дегидратации организма атлета и ощущению сухости в ротовой полости.

Следует знать, что гравитационная нагрузка на адаптивные возможности ведущих функциональных систем снижается соразмерно повышению исходной

высоты. Вследствие этого тренировки в среднегорье благоприятно повлияют на достижение личных результатов в прыжках и метаниях.

В подавляющем большинстве видов спорта, не считая специфического альпинизма, учебно-тренировочный процесс оптимизации спортивной формы к избранному соревнованию осуществляется на высоте до 2-3-километров над уровнем моря. С функциональной точки зрения для практики спорта, наиболее актуальным считается изучение динамики физиологических функций на организм атлета средней высоты от 1,5 до 3 км.

Мгновенно по факту нахождения на искомой высоте или при лабораторном тестировании в искусственной камере в организме появляется определенная последовательность вегетативных сдвигов, спровоцированных внешними условиями гипобарической гипоксии.

Дыхательная функция. При состоянии покоя или при реализации непределенной физической работы кислородная потребность организма остается неизменной, несмотря на высотные или равнинные характеристики существования. Для адекватного восполнения организма атлета на высоте кислородом, из-за снижения объема молекул O_2 в относительных единицах разреженного воздуха необходимо компенсировать рост легочной вентиляции в качестве главного физиологического механизма срочного приспособления к условиям гипоксии.

При выполнении избранной мышечной нагрузки в горных условиях вентиляция легких изначательнее статистически больше, чем на равнинной местности. Между тем, сниженная на высоте воздушная плотность облегчает функцию внешнего дыхания.

В то же время эффективность производительности дыхательных мышц при увеличении внутригрудного давления снижается. В итоге, функциональные возможности системы внешнего дыхания в горных условиях гораздо выше, чем на равнине. Так, в процессе реализации работы аэробной направленности в горах МОД возрастает до 200 литров в минуту.

Сообразно повышению уровня высоты (падения барометрического давления) уменьшается парциальное кислородное напряжение (PaO_2) сначала в атмосферном, а затем в альвеолярном воздухе. Прямопропорционально падению давления парциального O_2 в атмосферно-альвеолярном воздухе падает парциальное кислородное напряжение в притекающей артериальной крови и образуется **гипоксемия**, которая считается важнейшим стимулом потенцирования вентиляции легких в состоянии покоя. Гипоксемия возбуждает хеморецепторы аортальных и каротидных телец, с последующим произвольным усилением моторики дыхательного центра.

При горной гипоксии снижение парциального напряжения кислорода в артериальной крови сопровождается дальнейшим уменьшением доли насыщения его гемоглобином (Hb), что приводит к уменьшению O_2 концентрации в кровеносном русле. На расчетной высоте двух-трех километров парциальное кислородное давление в альвеолярном воздухе составляет

ориентировочно 60-80 мм. рт. ст., т.е. еще входит в границы «плоской» верхней линии кривой диссоциации (HbO₂) оксигемоглобина. Данная физиологическая закономерность гарантированно обеспечивает сравнительно высокое насыщение крови O₂ в капиллярах легких, поскольку более 90% Hb пребывает в форме HbO₂.

При резком снижении (до 80% от пороговой нормы) кислородного насыщения в артериальной крови возникает целый комплекс симптоматики тяжелой формы гипоксии, который обозначают как «горная болезнь», которая сопровождается острой головную болью, внезапной субъективной усталостью, нарушение периодики сна, режима пищеварения. Чем больше высотная зональность, интенсивнее избранная нагрузка, сильнее гипоксемическая степень, тем выраженнее уменьшение тонуса и насыщения кислородом артериальной крови.

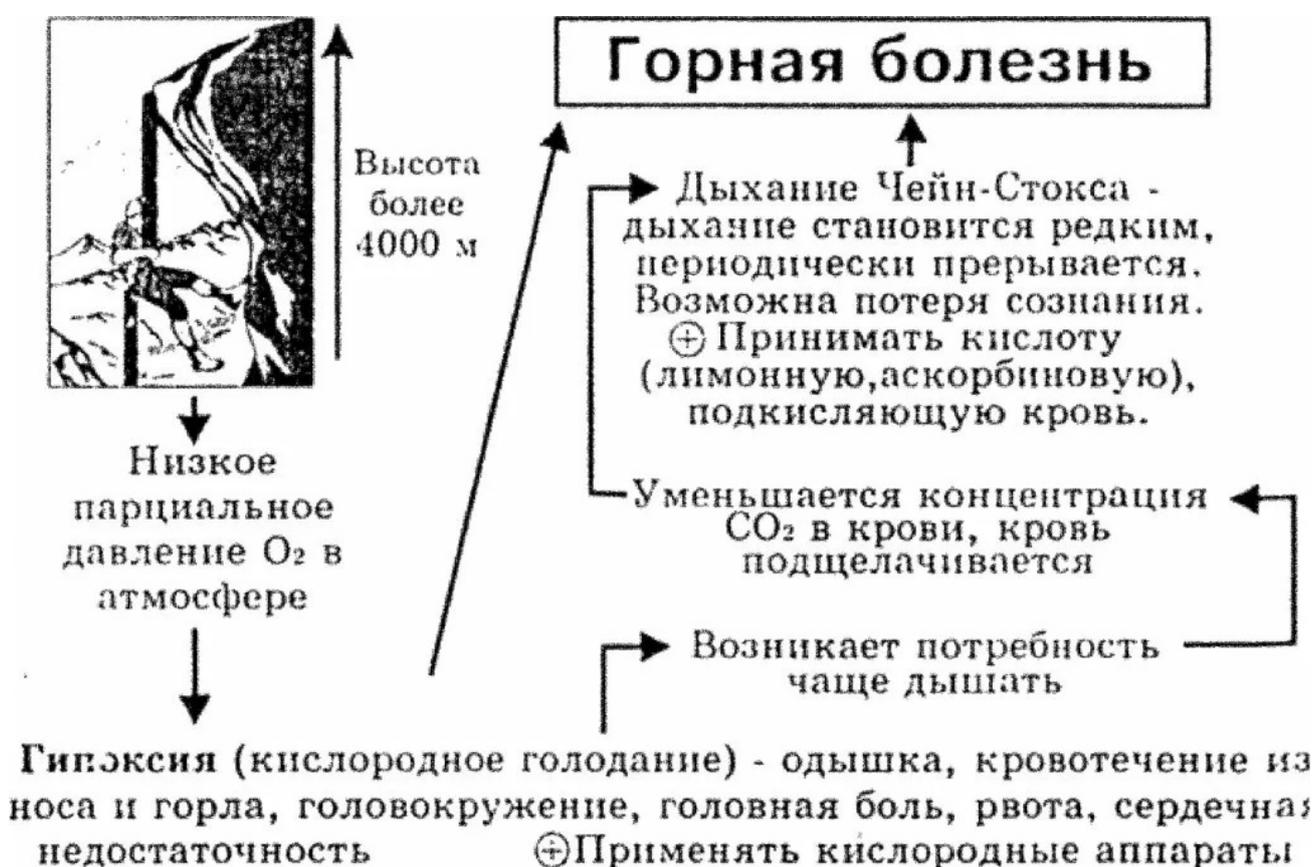


Рисунок 15 – Физиологические проявления горной болезни

При осуществлении физической работы в горных условиях повышение удельного содержания молочной кислоты в мышечно-кровеносной системе возникает при более низких в функциональном плане нагрузках, чем на равнинной местности, происходит снижение порога анаэробного обмена (ПАНО). При равноценной нагрузке концентрация лактата в мышцах и притекающей к ним крови при избранной работе в горных условиях больше, а водородный показатель (pH) ниже, чем на поверхности моря.

Функция кровообращения. Сниженное восполнение крови O_2 на высоте при реализации субмаксимальной работы аэробной мощности компенсируется ростом сердечного выброса, которое снабжается только за счет потенцирования ЧСС. При этом СОК остается прежним или даже тенденциозно уменьшается, чем в обычных условиях среды обитания. Параметры АД в плечевой артерии достоверно не различаются от подобного измерения давления на равнинной местности, но в горных условиях регистрируется незначительное уменьшение диастолического давления. Предельные амплитуды сердечного выброса, СОК и ЧСС при максимальных нагрузках аэробного характера энергопотребления примерно идентичны как на уровне моря, так и в высотном пребывании.

В то же время частота пульса и сердечного выброса достигают своих предельных величин в гипоксических тренировках при более низкой мощности работы, чем на равнинной местности.

Таблица 3 – Диагностика горной болезни (С.Е. Науменко, 2018)

| Симптомы | Выраженность | Баллы |
|---|---------------------------------------|-------|
| Головная боль | Нет; | 0 |
| | Умеренная; | 1 |
| | Средней силы; | 2 |
| | Выраженная (непереносимая). | 3 |
| Нарушение деятельности желудочно-кишечного тракта | Нет; | 0 |
| | Плохой аппетит / подташнивание; | 1 |
| | Умеренная тошнота или рвота; | 2 |
| | Сильная тошнота или рвота. | 3 |
| Усталость / утомляемость | Нет; | 0 |
| | Умеренная; | 1 |
| | Средней выраженности; | 2 |
| | Выраженная. | 3 |
| Головокружение | Нет; | 0 |
| | Умеренная; | 1 |
| | Средней выраженности; | 2 |
| | Выраженная. | 3 |
| Бессонница | Сон как обычно; | 0 |
| | Сон хуже, чем обычно; | 1 |
| | Плохой сон, многократное пробуждение; | 2 |
| | Отсутствие сна. | 3 |

В результате, сниженного давления O_2 во вдыхаемом воздухе в течение выполнения физической работы в горных условиях происходит дополнительная мобилизация вентиляции легких, повышение сердечного выброса, а также рабочего уровня гемоконцентрации относительно внешних условий равнинной местности. Эти резервные механизмы вегетативной регуляции повышают кислородтранспортную функцию крови к работающим скелетным мышцам. Форсированная работа дыхательной функции, миокарда, а также возможные

нарушения в сенсомоторной координации способствуют тому, что в горных условиях энергетическая стоимость мышечной работы гораздо больше, чем на уровне равнинной местности.

Интенсивное функционирование дыхательной, ССС и системы кровообращения по вегетативному обеспечению спортивной деятельности на высоте создают объективные предпосылки для ускоренного развития процесса утомления при уменьшении абсолютных параметров МПК.

9.7. Чем характеризуется работоспособность спортсмена во время и после пребывания в среднегорье?

Параметры физической работоспособности организма спортсмена уменьшаются с ростом подъема на гору. В наибольшей степени это относится к маркерам аэробной выносливости, достоверное снижение которой уже регистрируется на высоте 1200 метров над уровнем равнинной местности. В этом контексте не существует абсолютно никаких отличий между нетренированными и тренированными людьми. В обоих случаях при начальном периоде нахождения в горной долине индикаторы общей работоспособности значительно снижаются.

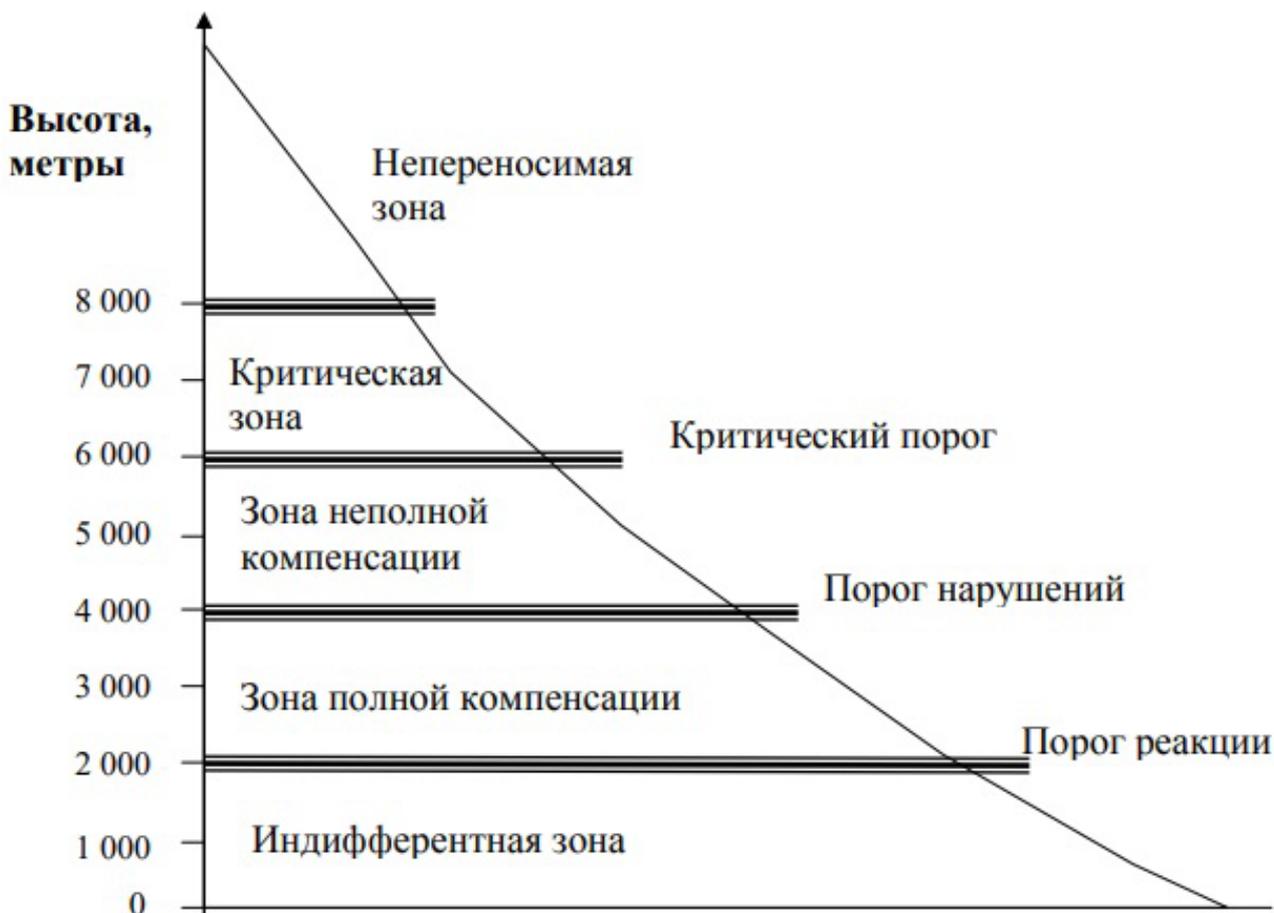


Рисунок 16 – Зоны высотной гипоксии (В.В. Книга, 2014)

В то время как специальная подготовленность при мобилизации анаэробно-алактатных возможностей атлетов во время краткосрочных предельных усилий на практике существенно не отличается при подъеме на высоту. Исходя из этого, в спринтерских испытаниях (до 1-5 минут) скоростно-силовой направленности и в координационных упражнениях на ловкость в горной местности не происходит выраженного снижения спортивных результатов. В то же время на высоте процессы восстановления в организме проявляются в замедленном темпе. К примеру, очередное тестирование спринтерских отрезков в горах способствует ускоренному наступлению процесса утомления в ведущих системах вегетативного обеспечения, чем на равнинной местности.

Отдельно в виде исключения следует отметить кратковременные локомоции, на результат которых существенное воздействие обуславливает плотность (сопротивление) воздушных масс, например, трековые велогонки. Уменьшение функциональных возможностей в этих движениях в горах компенсируется оптимизацией механических факторов их практического выполнения.

В то же время с ростом адаптационно-трофических механизмов адаптации к условиям горной гипоксии совершенствуется **физическая работоспособность к конкретной высоте**. При этом для приспособления к эффективному выполнению более длительных дистанций необходим также более продолжительный акклиматизационный период. Например, на высоте двух километров для полного включения мобилизационных ресурсов при выполнении упражнений предельной интенсивности, а также максимальной аэробной мощности, требуется минимальный диапазон акклиматизации в течение 2-3 недель. Дальнейшие тренировки в высотных условиях для потенцирования анаэробной работоспособности не имеют практического содержания и функциональной необходимости.

Процесс приспособления к горной гипоксии стимулирует физиологические сдвиги, во многом идентичные с тренировочным процессом развития общей выносливости на равнинной местности. В обоих случаях функционально расширяются аэробные кондиции организма, обусловленные кислородно-транспортными индикаторами крови и способностью активно работающих мышечных групп использовать O_2 с целью энергопродукции.

Абсолютно точно, что постоянно проживающие в высотной местности люди, имеют неоспаримые преимущества при развитии выносливости, если соревнования проводятся в аналогичных погодных условиях, перед атлетами, длительно пребывающими на равнине. При выполнении в горах тестов максимальной аэробной производительности местные жители исходно обладают повышенными параметрами сердечного выброса, кислородной емкости крови, а также относительных величин МПК, чем равнинные жители того же уровня специальной подготовленности.

Напротив, длительное или постоянное пребывание на высоте абсолютно не дает значимого приоритета при регистрации рабочего потенциала тотальной выносливости, реализуемого на равнинной местности. У квалифицированных атлетов проживание в течение нескольких недель в условиях среднегорья не гарантирует биостимулирующий эффект интенсивной аэробной тренировки в сравнении с аналогичным тренингом на обычном уровне моря. Таким образом, важнейшей физиологической закономерностью спортивной тренировки является то, что она должна проходить, главным образом, в идеале в тех же погодных и климатогеографических внешних условиях, в которых предстоит атлету соревноваться.

9.8. Раскройте вопрос влияния водной среды на спортивную работоспособность?

В водной среде на организм атлета, в функциональном аспекте, воздействуют следующие прогностические маркеры:

- вязкость и высокая относительная плотность воды в сравнении с воздухом обеспечивают лобовую резистентность, которая напрямую зависит от формы и размеров человеческого тела, а также избранной скорости передвижения. Главные мышечные усилия сконцентрированы на форсирование встречного сопротивления, а не на поддержание горизонтального положения спортсмена на воде;

- гипогравитационный эффект образуется с помощью, выталкивающей (подъемной) силы воды. При этих внешних условиях относительного покоя функционирование систем вегетативного обеспечения подобно их деятельности в состоянии невесомости;

- горизонтальное положение тела снижает жизненную емкость крови, однако формирует благоприятные физиологические условия для интенсивного венозного возврата, облегчая деятельность миокарда, и улучшает мышечное и суставное расслабление;

- внешнее давление окружающей природной среды уменьшает статические объемы лёгких, улучшает резистентность току воздушных масс при прохождении дыхательных путей, усложняет респираторные экскурсии грудной клетки;

- высокая тепловая проводность и ёмкость воды относительно атмосферного воздуха совместно с её конвекцией обеспечивают потенциальную опасность для существенных потерь внутреннего тепла и, в целом, переохлаждения всего целостного организма атлета.

У квалифицированных пловцов образуется восприятие комплексных ощущений на действие разнообразных раздражителей, которое называется «чувство воды» и детерминировано раздражением вестибулярных, температурных, тактильных, проприорецепторов.

Параллельно расширяются функциональные резервы вестибулярной устойчивости. Атлеты грамотно воспринимают малейшие перемены в свойствах воды (сдвиги стандартной температуры могут внести существенные изменения в плавательную технику или привычная техника по факту станет менее эффективной в прогностическом плане).

Внешнее дыхание у пловцов отличается большими параметрами жизненной емкости крови. У них выше функциональные резервы силы дыхательных мышц, поскольку акт выдоха традиционно осуществляется под водой (кроме плавания на спине и брасса), а также наличествует более высокий порог активации респираторных мышц вследствие увеличения резистентности движению воздуха через воздухоносные пути в процессе активного плавания или нахождения в водной среде.

Параметры индикатора ЧСС при плавании повышаются, однако достоверно ниже, чем при легкоатлетичком беге с аналогичным уровнем МПК, среднее АД также выше, чем при наборе беговой скорости. Практически полностью перестает выделяться пот, поскольку наивысшие функциональные запросы предъявляются к функциям выделения почек. Ухудшение капиллярной проницаемости сосудистого нефронного клубочка зачастую сопровождается появлением в конечной моче структурного белка и эритроцитарной массы.

Функциональные особенности выполнения специфических нагрузок при погружении в воду.

Под водой человеческий организм испытывает воздействие повышенного давления атмосферы, вследствие чего:

– при погружении тела в воду находящийся в легких воздух сжимается и увеличивается в объеме при всплытии на наружную поверхность, что может спровоцировать спонтанный (внезапный) пневмоторакс (разрыв оболочки альвеол, по причине того, что газ проникает в плевральную полость, стимулируя коллапс легких);

– под водой в жидких средах организма человека повышается количество растворенных газовых молекул, которые при резком всплытии на поверхность проходят через жидкости, создавая эмболические пузырьки;

– дисбаланс давления в среднем ухе и воздуха в пазухах при подъеме и погружении под воду может потенциально стать причиной разрыва барабанной перепонки.

Физиологические изменения при подводных тренировках с задержкой дыхания (ЗД). При погружении в водную среду с ЗД на относительно малую (1-2 метра) глубину давление газов в целостном организме постепенно повышается. На сравнительно большой глубине легочный объем воздуха снижается до параметров остаточного объема (ОО), но не меньше. Степень глубинного погружения с ЗД рассчитывается формулой $ООЛ$ к $ОО$. Спортсмены, с большими параметрами этого расчетного соотношения функционально могут снижаться на предельную глубину.

В процессе глубинного погружения благодаря наркотическому азотному воздействию при его большом парциальном давлении развивается т. н. «глубинное опьянение» или феномен «азотного наркоза». В хроническом состоянии проявляется «кессонная болезнь», или декомпрессионное заболевание. Его симптоматика аналогична эффекту алкогольного синдрома.

Под воздействием азотного наркоза крайне ухудшается оценка оперативной ситуации, что чревато совершению трагических для организма последствий.

При глубинных погружениях под воду атлеты традиционно применяют акваланг, при этом крайне необходимо следовать следующим практическим рекомендациям:

- при вдыхании смеси газов под давлением потенциально вероятна их аккумуляция с токсическим объемом газа, вследствие чего требуется неукоснительно исполнять меры профессиональной безопасности со специальными дыхательными комплексами;

- функциональное отравление кислородом возникает при парциальном его давлении свыше $PO_2 \Rightarrow 318$ мм. рт. ст. (С.С. Артемьева, 2023). Из гемоглобина отделяется меньший объем O_2 для утилизации на тканевом уровне регуляции, что препятствует присоединению CO_2 к Нв, поэтому его в меньшем количестве выводится из организма. При высоком парциальном давлении кислорода, возникает вазоконстрикторный эффект сосудов головного мозга, что вызывает снижение его кровоснабжения.



Рисунок 17 – Физиологические проявления кессонной болезни

10. Физиологические основы тренировки, спортивной ориентации и отбора юных спортсменов

10.1. Каковы физиологические основы тренировки юных спортсменов?

Характерной особенностью детей является необыкновенная подвижность, двигательная активность. Ребенок не может длительное время находиться в покое, сидеть или стоять на одном месте. Чем же объяснить эту моторную активность детей, их удивительную подвижность? Дело в том, что без движения, игр ребенок не может правильно развиваться, расти. Упражнения, игры являются насущной потребностью ребенка, жизненной необходимостью. Каждый орган, каждая клетка растущего организма «требует» упражнения, движения.

В процессе игр, упражнений происходит рост мышечной и костной ткани, развитие функций дыхания, кровообращения.

Физические упражнения должны рассматриваться как средство развития систем организма. Ведь если ограничить движение, ребенка, он вырастет хилым, слабым, неприспособленным, что подтверждается наблюдениями за детьми, лежащими в клиниках на длительном лечении.

С другой стороны – это необузданное стремление детей к игре должно быть как-то организовано. В противном случае, беспорядочная моторная активность отрицательно скажется на неокрепшем организме ребенка.

Важным средством, организующим страстное стремление детей к движению, является умело организованные занятия физической культурой и спортом. Особенно возрастает роль физкультуры, как оздоровительного мероприятия, в школьные годы. Напряженная умственная работа, длительное вынужденное сидение за партой (часто в согнутом положении) требуют систематических и организованных занятий физическими упражнениями, которые являются важным средством активного отдыха. Подсчитано, что для подготовки к занятиям и уроки в школе у пятиклассников занимают 8-9 часов, в 7-8 классах – 10-12 часов.

Но не только для того, чтобы быть сильным и здоровым следует заниматься физкультурой с раннего детства. В настоящее время высокие спортивные результаты немислимы, если человек приступил к регулярным тренировкам лишь в 20-25 лет. Редко кто достигает высокого уровня мастерства, начав занятия в таком возрасте.

Практика спорта каждодневно свидетельствует о том, что большая часть рекордсменов, чемпионов начали заниматься ФК и С очень рано. Выдающийся русский ученый К.А. Тимирязев (1843-1920) неоднократно подчеркивал, что влияние на организм внешних условий тем глубже, чем раньше они начинают действовать. А это значит, что чем моложе ребенок, тем больше возможностей средствами физического воспитания направить развитие его по желаемому направлению.

Но для того, чтобы физическая культура и спорт принесли пользу детям,

занятия нужно внимательно продумывать. Ведь при неправильном применении физических упражнений вместо пользы можно нанести вред организму детей, которые от взрослых отличаются целым рядом морфологических и физиологических констант, учет которых в процессе занятий спортом необходим.

Нельзя то, что пригодно для взрослых применять даже в уменьшенных размерах к детям. Возрастная специфика вегетативных реакций физиологических функций у детей еще больше дифференцируется при мышечной работе. Установлено, что у детей с возрастом повышается максимальное потребление кислорода. Так, у детей 4-6 лет МПК составляет 48-49 см³, а у взрослых – 59 см³ на 1 кг МТ.

Исследованиями показано также, что дети и подростки могут удерживать доступное им максимальное потребление кислорода более короткое время, чем взрослые.

Каковы причины этого? Во-первых, у детей меньшая кислородная емкость крови. Так, общее количество гемоглобина на 1 кг веса у 10-11-летних детей в среднем составляет 7,2-7,4 г, а у взрослых 10,1-10,4 г.

Во-вторых, отмечено, что даже в условиях покоя функции внешнего дыхания и кровообращения осуществляются более напряженно. В условиях же мышечной работы подобная напряженность функций лимитирует возможный максимальный уровень повышения МПК, ограничивая мышечную работоспособность.

Как показали исследования, с возрастом (11-20 лет) деятельность вегетативных функций в условиях мышечной работы совершенствуется (в условиях упражнений максимальной интенсивности, при статических и силовых упражнениях). Это проявляется, в частности в увеличении реакции функций дыхания и кровообращения на нагрузку. С возрастом увеличиваются и анаэробные возможности организма, т.е. способность работать в долг. Однако у детей в результате недостаточности функций дыхания и кровообращения, образование кислородного долга происходит быстро, а гипоксемия развивается в более ранние сроки.

Таким образом, с одной стороны у детей меньше анаэробные возможности, а с другой – в энергетике мышечной деятельности значительный вес имеют анаэробные реакции. Все это, несомненно, лимитирует работоспособность детей.

Научные исследования свидетельствуют о некоторых особенностях организма в период состояний, развивающихся при мышечной деятельности – период вработывания, восстановления, утомления.

Во-первых, у детей период вработывания т.е. период вхождения в работу двигательных и вегетативных функций несколько короче. Это связывается с более высокой подвижностью нервных процессов, с более высокой способностью переключаться на новый функциональный уровень.

Во-вторых, у детей после нагрузок, соответствующих их возможностям,

т.е. находящихся в соответствии с возрастным уровнем развития силы, скорости, выносливости, восстановление как двигательных, так и вегетативных функций после кратковременных нагрузок скоростного типа осуществляется несколько быстрее, чем у взрослых. Это, очевидно, объясняется наличием более высокого энергетического обмена у детей после работы, который обеспечивает быстрое восстановление.

В-третьих, при многократном повторении упражнений у детей мышечная работоспособность, и её вегетативное обеспечение ухудшается от повторения к повторению в большей степени, чем у взрослых. Это свидетельствует о том, что у детей устойчивость двигательных и вегетативных функций в условиях напряженной мышечной деятельности меньше, чем у взрослых.

В-четвертых, было установлено, что у детей увеличение интенсивности упражнений, повышение отягощения, продолжительности работы обходится дороже, чем у взрослых, т. е. энергетическая стоимость увеличения нагрузок у детей выше, чем у взрослых.

10.2. В чем заключаются функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов?

Развитие организма характеризуется интенсивно идущими обменными процессами, высоким уровнем энергетического обмена. В этот период процессы ассимиляции преобладают над диссимиляцией. Об этом, в частности, свидетельствуют величины потребления кислорода. Установлено, что у детей количество кислорода, поглощаемого в час на 1 кг МТ, существенно выше, чем у взрослых.

Абсолютные значения основного обмена у детей (минимальные затраты энергии в условиях функционального покоя) достоверно меньше, чем у взрослых, но относительные его параметры при пересчете на килограмм массы тела у них больше, чем у взрослых примерно в 1,5 раза.

Эта большая величина основного обмена у детей является отражением большой интенсивности тканевого дыхания, т.е. большой интенсивности протекания окислительных процессов. В связи с этим у детей даже в условиях покоя потребность в кислороде больше чем у взрослых.

Дети более чутко реагируют на снижение насыщения крови кислородом, чем взрослые. Так, установлено, что задержка дыхания прерывается детьми при снижении насыщения крови кислородом до 90-92%, а у взрослых при 80-85%. Это говорит о меньшей способности детей переносить гипоксемические сдвиги. Связано это с большой потребностью организма детей в кислороде и с более высокой возбудимостью дыхательного центра.

Особенности энергетического обмена в значительной мере определяют возрастные функции дыхания. Установлено, что у детей абсолютная величина ЖЕЛ меньше, чем у взрослых, также меньше и величина максимальной легочной вентиляции. Но если эти величины выразить в отношении на 1 кг

веса, то здесь возрастные различия сглаживаются. Так, в возрасте 7-10 лет ЖЕЛ составляет 70-72 мл, в 14-15 летнем возрасте – 76-78 мл, а у сравнительно взрослых людей – 80-82 мл.

В то же время у детей минутные (относительно на массу тела) параметры объема дыхательной функции выше, чем у взрослых. Представленные функциональные индикаторы свидетельствуют о том, что более интенсивное кислородное потребление у детей компенсируется за счет большего тонуса кислородтранспортной функции их организма. Иными словами, у детей система внешнего дыхания вработывается с большими энергетическими затратами, чем у взрослых даже в условиях относительного покоя. Следует также отметить, что режим дыхания у детей характеризуется большей его частотой и меньшей глубиной, что является менее экономным способом осуществления дыхательной функции.

Детский возраст имеет и особенности в деятельности аппарата кровообращения. Так, сердце детей по отношению к весу тела больше, чем у взрослых развивается вместе с развитием ребенка до 20 лет. По образному выражению одного ученого, сердце и подросток одновременно становятся взрослыми. Детское сердце сокращается несколько чаще, чем сердце взрослого. Ударный объем сердца, т. е. количество крови, выбрасываемое сердцем за время одной систолы, у детей существенно меньше, чем у взрослых. Одновременно с этим было установлено, что у детей выше относительные параметры минутного объема сердца. Так, в возрасте 8 лет он равен 86-88 мл, а у взрослых – 60-62 мл.

Отмеченные особенности кровообращения свидетельствуют о том, что у детей высокое потребление кислорода обеспечивается более напряженной деятельностью сердца. Заметим одновременно, что увеличение минутного объема сердца у детей достигается в основном благодаря учащению сердцебиений и в меньшей мере благодаря повышению ударного объема, что является менее выгодным режимом работы сердца.

У детей, относительно взрослых, артериальное давление ниже. Более низкие величины кровяного давления у детей объясняются более широким объемом кровеносных сосудов, что, несомненно, обеспечивает лучшую циркуляцию крови по сосудам. Сердце в своем развитии несколько опережает увеличение просвета сосудов. Вероятно, это является одной из причин возникновения юношеской гипертонии, т. е. повышения кровяного давления в юношеском возрасте.

10.3. Какова специфика высшей нервной деятельности у детей при их занятиях спортом?

Высшая нервная деятельность. Характерной особенностью ВНД детей является преобладание процессов возбуждения над процессами торможения. В связи с этим у детей с трудом удается выработать тормозные условные

рефлексы. Вот почему часто слово «нельзя» вызывает ярко выраженную отрицательную эмоциональную реакцию.

В результате недостаточности внутреннего торможения дети плохо сосредотачиваются, с трудом переносят длительное ожидание. Новое же, необыкновенное захватывает их целиком, а к неинтересному они равнодушны. Монотонная, однообразная деятельность утомляет ребенка. Наоборот, если упражнения разнообразны, интересны, дети могут выполнять их длительное время и с большим успехом.

Другой особенностью ВНД детей является большая склонность возбуждательного процесса к широкой иррадиации. Это свойство заключается в том, что возбуждательный процесс из места возникновения в коре больших полушарий распространяется на соседние участки мозга.

В результате этого дети, особенно в дошкольном возрасте и в младшем школьном, при выполнении движений делают много лишних, ненужных, не соответствующих двигательной задаче действий.

А чрезмерная говорливость, болтливость детей? Это тоже есть результат преобладания возбуждения и повышенной склонности этого процесса к иррадиации.

Отличительной особенностью детей является также достаточно высокий тонус ориентировочного рефлекса, а также яркая выраженность индукционных отношений (особенно отрицательной индукции). В результате этого, на всякое новое раздражение обнаруживается выраженная ориентировочная реакция. Вследствие этого в коре головного мозга возникает новое возбуждение, которое по механизму отрицательной индукции, вызывает торможение старого (первоначального) очага возбуждения.

Хорошая подвижность основных нервных процессов, а также высокая пластичность клеток нейронального метаболизма обуславливает достаточно быстрое образование новых условных рефлексов. Замыкательная функция коры головного мозга у детей находится на высоком уровне. Приобретенные в детском возрасте временные связи в случае их закрепления способны сохраняться в течение многих лет (велосипед, плавание).

Отмеченная возрастная особенность позволяет понять, почему именно в детском возрасте необходимо приступать к изучению спортивных движений. Возникавшие при формировании двигательных навыков динамические стереотипы приобретают значительную устойчивость.

Вместе с тем было замечено, что переделка закрепившегося двигательного стереотипа у детей происходит с трудом. Причина этого заключается в том, что старый стереотип необходимо разрушить, угасить ранее образовавшиеся временные связи, но в силу недостаточности внутреннего торможения, дети осуществляют это с большим трудом.

Часто старый, угашенный стереотип при определенной обстановке (соревнование), проявляется с прежней силой. Вот почему именно в детском возрасте необходимо заложить правильную технику спортивных движений.

Рассмотрение особенностей возрастного развития двигательного аппарата и двигательных качеств начнем с изложения вопросов развития двигательного анализатора.

От развития двигательного анализатора в большой мере зависит способность управлять своими движениями. Известно, что важную роль в осуществлении сложных координаций, точной дозировке силы, скорости движений, их пространственной ориентировке играет текущая информация о состоянии двигательного аппарата. Все это обеспечивается функцией двигательного анализатора. Поэтому возрастная оценка состояния двигательного анализатора очень важна.

Научными исследованиями было показано, что способность дифференцировать различные параметры движения находится в зависимости от возраста. Так, например, исследовалась способность дифференцировать мышечные усилия лицами в возрасте 5-18 лет. Установлено, что точность воспроизведения напряжения (сжатие динамометра с заданной силой) у детей от 5 до 10 лет невелика и существенно не различается. Она увеличивается лишь с 11 до 16 лет. Причем, различий в точности дифференцирования мышечного напряжения между мальчиками и девочками не было установлено.

В других исследованиях изучалась способность анализировать кинестезические ощущения (по точности воспроизведения заданного положения конечностей) при движениях с разной амплитудой также в возрастном аспекте (с 6 до 11 лет). Полученные данные позволили определить, что 5-11-летний диапазон является временем быстрого развития двигательного анализатора.

Исследовалась способность детей воспроизводить на велостанке заданный темп вращения педалей, т.е. способность анализировать темп работы. Получены данные, свидетельствующие о том, что наибольшие отклонения от заданного темпа имеют место у детей 8-9 лет, а самые малые в 13-14 лет (в старшем возрасте 15-16 лет, она находились в пределах детей 13-14-летнего периода развития).

Анализ данных позволил заключить, что умение распознавать свои локомоции во времени, дифференцировать их частоту достигает предельных величин к 13-14 годам, а это значит также, что именно в этом возрасте двигательный анализатор достигает высокого уровня развития. В старшем возрасте этот уровень изменяется незначительно, это период наступления так называемой двигательной зрелости (к несложным движениям).

10.4. В чем различаются возрастные аспекты развития двигательных качеств детей?

Между важнейшими индикаторами регистрации двигательных качеств (выносливости, быстроты, силы, ловкости, а также гибкости) и вегетативным обеспечением моторно-висцеральной регуляции имеется сильная зависимость.

Так, овладение новыми действиями обеспечивается согласованной работой двигательного аппарата и отдельных физических качеств.

Прирост физических качеств у детей и подростков на практике осуществляется гетерохронно-неравномерно и напрямую обусловлен степенью мобилизации функциональных резервов организма. К примеру, развитие выносливости в наибольшей мере интегрирует с деятельностью кардиоваскулярной и кровеносной систем, а потенциальные возможности силы тесно коррелируют с относительным развитием костно-мышечной ткани и адаптации ЦНС контролировать работу мышц.

Для каждого возрастного диапазона существует определенный уровень расширения двигательных доминант. Так, достоверные изменения в индикаторах выносливости, силы, гибкости, быстроты и ловкости происходят в разные временные сроки.

Сила. Для детей дошкольного возраста характерны невысокие показатели мышечной силы (сила разгибателей туловища – 14-16 кг, разгибателей бедра – 7-9 кг). С ростом организма наступает неравномерное проявление силы каждой мышечной группы, поэтому для каждого возраста характерно свое соотношение максимальной произвольной силы (МПС) отдельных мышц, образуется индивидуальный «мышечный профиль» (степень развития отдельных мышечных групп).

В младшем школьном возрасте имеет место относительно равномерное развитие максимальной произвольной силы различных мышечных групп. С 11 лет темпы роста силы увеличиваются. Наиболее выраженный скачок МПС различных мышечных групп отмечается в период с 13 до 14 и с 16 до 17 лет. В первой четверти XXI века, исходя из ускоренной акселерации молодого поколения, образовались тенденциозные представления о более срочном потенциале силы отдельных групп мышц.

Совместно с повышением абсолютных параметров МПС с возрастом происходит интенсификация относительных её маркеров. Наивысшая степень прироста относительной силы отмечалась с 6-7 до 9-11 лет, а для отдельных групп мышц (разгибатели туловища) вплоть до 13-14 лет. У подростков развитие силы мышц находится в зависимости не только от паспортного возраста, но и от темпов полового созревания и типа телосложения. Как правило, чем выше степень полового созревания, тем выше сила мышц.

Произвольная мышечная сила у людей пожилого и старческого возраста постепенно снижается. Подобное снижение начинается уже с 30-ти летнего возраста. Однако наиболее интенсивно максимальная сила мышц снижается после 45 лет. В возрасте 60 лет показатели максимальной произвольной силы большинства мышц составляет не более 80% от показателей в возрасте 25 лет. Еще в большей степени снижается относительная сила мышц. Это объясняется не только снижением показателей максимальной произвольной силы мышц, но и увеличением веса тела у людей пожилого и старческого возраста.

Быстрота. При реализации разнообразных двигательных навыков, зачастую требуется включение комплексного обеспечения быстроты этих действий.

Время простой двигательной реакции в 2-3 летнем возрасте равно 0,6-1,0 с, к 5-7-годам уменьшается до 0,4-0,5 с, а к 13-14-временному отрезку достигает взрослых критериев (0,15-0,23 с).

Динамика возрастных изменений моторных функций реализуется на практике неравномерно. К примеру, до 8-11 лет время относительно простой реакции снижается быстрыми темпами, а в последующие возрастные периоды (преимущественно после 13-14 лет), скорость её сдвигов существенно падает.

Спортивная тренировка обеспечивает увеличение быстроты простой сенсомоторной реакции. Максимальное её снижение под воздействием регулярных занятий зафиксировано у детей в возрасте 9-12 лет. В этот период в функциональном плане особенно видна разница между систематически тренирующимися детьми и не занимающимися спортом.

В ходе физиологического становления организма увеличивается **скорость одиночных действий**. К 13-14 летнему периоду она приравнивается к показателям взрослых, в 16-17 лет выявлено уменьшение данного маркера, а к 20 годам снова тенденциозное повышение. У юных атлетов быстрота отдельных локомоций значительно выше. Так в 13-14-летнем возрасте обнаружено существенное доминирование их над обычными сверстниками, которое растет в последующие периоды жизненного цикла. Наивысшая качественная эффективность прироста скорости одиночных движений выявлена с 9 до 13 лет.

Третий компонент быстроты (**максимально доступный темп движений**) с возрастом повышается также неравномерно. Максимально доступный темп движений значительно повышается в младшем школьном возрасте и в предпубертатный период. Максимальный темп движений достигает уровня взрослых в возрасте 13-15 лет, а затем не изменяется или даже незначительно снижается.

Структурная взаимосвязь в потенцировании силы и быстроты объективно реализуется в скоростно-силовых упражнениях, например, в прыжках в высоту и длину. Оптимальные приросты достижений в прыжках в длину отмечаются у мальчиков и девочек до 12-13 лет. Подобные результаты были зафиксированы при регистрации высоты подпрыгивания. Существенный скачок качественного прироста в прыжках в высоту отмечается до 13 лет, а затем темпы прироста результатов замедляется. У мальчиков подобная тенденция намечается с 13-14 лет, а у девочек несколько раньше – с 11-12 лет.

Быстрота движений подростков находится в прямой зависимости не только от паспортного, но и от биологического возраста. У подростков с высокой степенью полового созревания отмечается опережение в развитии показателей быстроты по сравнению со своими сверстниками с низкой степенью полового созревания. Более того, подростки разного возраста,

но одинаковые по уровню полового созревания, как правило, достигают равных результатов в скоростно-силовых упражнениях.

Показатели быстроты у людей пожилого и старческого возраста постепенно снижаются. Подобное снижение объясняется с одной стороны снижением мышечной силы, а с другой снижением лабильности различных звеньев двигательного аппарата. Наиболее интенсивно показатели быстроты начинают снижаться после 40 лет.

Выносливость. Мерой выносливости является время, в течение которого удается выполнять те или иные физические упражнения. Силовые упражнения, статические усилия, упражнения различной интенсивности предъявляют своеобразные требования к выносливости. Обычно для оценки статической выносливости используют удержание усилия на уровне 30-70% от максимального напряжения, развиваемого данной мышцей. Чем больше предельное время осуществления усилия, тем выше статическая выносливость.

С возрастом статическая выносливость повышается. Но в различные возрастные периоды продолжительность усилия отдельных мышечных групп неодинакова и увеличивается гетерохронно. В 8-11-летнем возрасте наивысшей статикой обладают мышцы-разгибатели туловища, в 11-14 лет существенно увеличивается работоспособность икроножных мышц, в 13-14 лет достоверно уменьшается неподвижная выносливость мышц верхних конечностей и разгибателей туловища.

С возрастом значительно увеличивается резерв выносливости при реализации интенсивных динамических движений. Выносливость, также как и другие двигательные качества, в различные периоды мобилизуется неравномерно. Так, выявлено, что в аэробных упражнениях оптимальный прирост выносливости отмечается в 15-18-летнем диапазоне. При тренировках анаэробной направленности значительное потенцирование длительности работы регистрируется от 10 до 14 лет.

Молодые атлеты обладают не только стратегическими запасами выносливости, но и более качественными темпами её прироста в сенситивные периоды жизни. Следует отметить, что чем старше по возрасту юные спортсмены, чем длительнее у них стаж в определенном виде спорта, тем больше уровень развития выносливости по сравнению с их нетренирующимися сверстниками.

Выносливость подростков, так же, как и сила, и быстрота, зависит не только от паспортного возраста, но и от индивидуальных темпов физического и полового развития. При сопоставлении результатов, показанных подростками 14-15 лет в беге на 1000 м, с основными показателями физического развития и степенью полового созревания обнаружилась определенная закономерность. Подростки с низким уровнем развития выносливости имеют, как правило, меньший рост, вес, окружность грудной клетки. Менее выносливые подростки отстают и в темпах полового созревания.

При старении значительно снижается физическая работоспособность и выносливость. Изменяется также характер реакций различных функциональных систем на мышечную деятельность, происходит замедление процессов вработывания и восстановления.

В возрасте 60 лет показатели выносливости при выполнении работы аэробной направленности составляет не более 60% от показателей в возрасте 25 лет.

Ловкость (координационные способности) – двигательные (физические) качества, которые определяются умением точно контролировать скоростно-силовые и временно-пространственные характеристики избранных движений.

Одной из структурных констант ловкости считается оперативная точность ориентации в пространстве. Пространственная дифференцировка нестандартных движений существенно адаптируется в 5-6-летнем возрасте. Наивысший её прирост наблюдается в диапазоне 7-10 лет. В возрасте 10-12 лет точность ориентации в пространстве стабилизируется, в 13-15 лет несколько ухудшается (данное снижение, видимо, связано с интенсивно протекающими в этом возрасте процессами полового созревания), а в возрасте 16-17 лет параметры моторной ориентации приближаются к величинам взрослых людей.

С возрастом трансформируется способность различать частоту движений. В 7-8 лет наблюдаются выраженные отклонения от заданного темпа вращения педалей велоэргометра, выраженная вариабельность частоты движений. К 13-14 годам адаптация реализовывать установленный темп движений значительно повышается и приравнивается к параметрам взрослых людей. О расширении мобилизационных резервов ловкости с возрастом определяет и умение дифференцировать мышечное усилие. У 5-6 летних детей надежность воспроизведения заданного движения чрезвычайно низкая. С возрастом данная способность совершенствуется неравномерно и достигает уровня взрослых к 17 годам.

Уровень развития ловкости у детей зависит не только от развития опорно-двигательного аппарата, но и от качества управления движениями со стороны ЦНС. С возрастом координация движений совершенствуется, движения становятся более точными. Однако это совершенствование происходит неравномерно. К 12-13 годам координация движений становится довольно совершенной, однако в 14-15 лет координация движений очень часто нарушается и только в 16-17 лет точность управления движениями приближается к показателям взрослых. Ухудшение координации движений у части подростков связывается с рядом факторов:

- **во-первых**, неодинаковыми темпами созревания различных отделов центральной нервной и периферической нервной систем;
- **во-вторых**, быстрым ростом тела и отдельных звеньев двигательного аппарата;
- **в-третьих**, бурным протеканием процессов полового созревания.

Под влиянием спортивной тренировки способность функционально владеть движениями качественно повышается. Высокий уровень развития двигательной координации характеризует более прогрессивное совершенствование других физических качеств.

Гибкость. В соответствии с возрастными и морфофункциональными особенностями развития организма гибкость проявляется также неравномерно. Так, суставная подвижность позвоночника при разгибании у мальчиков существенно повышается с 7-14 лет, а у девочек с 7-12 лет. В старшем школьном возрасте темпы гибкости уменьшаются. Высокие сдвиги относительного прироста гибкости в иных суставах отмечаются у девочек до 14 лет, а у мальчиков до 15 лет. Для детей характерна высокая эластичность опорно-двигательного аппарата, поэтому у них отмечаются более высокие показатели пассивной гибкости по сравнению с показателями активной гибкости. Гибкость начинает ухудшаться у многих людей уже с 20-летнего возраста. Однако наиболее интенсивно показатели гибкости снижаются после 35 лет. В наибольшей степени ухудшается подвижность позвоночного столба.

10.5. Обоснуйте физиологическую характеристику спортивного отбора?

При рамках системного подхода при организации спортивного отбора необходимо учитывать следующие общепринятые положения:

- спортивный прогноз двигательной одаренности на практике реально проводить с 10-12 лет, отдельных его компонентов – с 6-8 лет; эффективность прогноза уменьшается в чувствительные (сенситивные) для организма периоды жизненного цикла;
- спортивный отбор представляет собой многофакторный и лонгитудинальный процесс;
- каждый вид спортивной деятельности предполагает специфическую структуру отбора, технология её реализации состоит из комплекса действий, реализуемых в конкретной иерархической последовательности;
- выбор этапной и перспективной модели спортсмена;
- систематизация (объединение) главных индикаторов отбора по задачам поэтапного прогноза;
- избирательный контроль ведущего критерия на каждом этапе;
- оценка функциональных параметров онтогенетического развития юного спортсмена на основе биологического возраста и предварительной обученности избранному виду спортивной деятельности;
- определение четких границ темпов прироста по ведущим маркерам двигательной одаренности и практической реализации их достижения за конкретный срок планируемого подготовительного этапа;
- принятие итогового решения по данным функционального и моторно-висцерального компонентов медико-биологического контроля о профессиональной годности будущего перспективного атлета.

При этом необходимо учитывать общие характеристики развития

растущего организма:

– рост и развитие запрограммированы генетически, но влияние наследственности определяет лишь общий план развития. Окончательная реализация генетической программы существенно зависит от влияния внешней среды;

– рост и развитие происходят только в одном направлении и состоят в последовательном и необратимом прохождении отдельных фаз (периодов) жизни. Возрастные изменения носят неравномерный характер. Периоды ускоренного развития чередуются с периодами замедления и относительной стабилизации;

– индивидуальное развитие организма происходит не одновременно, т. е. различные органы и системы формируются в разные сроки. В отдельные периоды жизни, например, в период полового созревания, гетерохрония может усилиться;

– влияние наследственных и средовых факторов изменяется с возрастом. В первые годы жизни, а также в пубертатный период повышается чувствительность организма к воздействию факторов внешней среды;

– эффект влияния факторов внешней среды зависит от их силы. Слабые воздействия не оказывают существенного влияния на организм, сильные могут затормозить развитие;

– действие внешней среды зависит также от так называемой нормы реакции организма, которая строго индивидуальна. Норма реакции определяется возрастом, индивидуальными особенностями, тренированностью и другими факторами;

– на разных этапах онтогенеза изменяется соотношение между двумя сторонами обмена веществ и энергии – процессами ассимиляции (образование, накопление энергии, усвоение веществ) и диссимиляции (распад, расход энергии, окисление веществ). В детские годы в период становления и роста организма доминируют процессы ассимиляции, происходит более интенсивный обмен веществ и энергии, образуются сложные органические соединения;

– с возрастом изменяется характер нервной и гуморальной регуляции функций. Например, возрастные изменения сердечно-сосудистой системы отражают влияние симпатического и блуждающего нерва. На ранних этапах развития преобладают симпатические влияния. Это проявляется, в частности, в более высоких индикаторах ЧСС у детей в условиях покоя. По мере развития организма увеличивается воздействие блуждающего нерва, что проявляется в урежении ритмической активности сердца;

– для формирования человека как личности исключительное значение имеют социальная среда, воспитание. Изменяя факторы социальной среды, воспитательные воздействия, можно целенаправленно влиять на становление личности.

10.6. Как соотносится выбор спортивной специализации с параметрами достигнутого возраста?

Изложенные выше данные научных исследований позволяют рекомендовать преимущественно определенные виды физических упражнений для детей.

Дети наиболее совершенно приспосабливаются к скоростным нагрузкам, упражнениям максимальной интенсивности, к скоростно-силовым упражнениям (прыжки, несложные метания). Этими видами физических упражнений разрешается начинать заниматься с 11 лет, а участвовать в соревнованиях с 13-14 лет. В других видах упражнений, таких как фигурное катание, настольный теннис, акробатика, художественная гимнастика, начало занятий разрешается с 7-8 лет. Участие в соревнованиях – с 9-10 лет.

Особо следует отметить плавание, которым разрешается заниматься (в подготовительных группах) детям 6-8 лет. Первые выступления в соревнованиях рекомендуются после 3-х лет занятий. Известно, что дети в возрасте 11-14 лет показывали в плавании, даже на дистанциях, отнесенных к работе субмаксимальной интенсивности, высокие спортивные результаты, превышающие часто результаты взрослых.

В таком виде спорта с высокой координацией движений, как фигурное катание, дети достигают также заметных результатов и успешно конкурируют с взрослыми людьми.

Таблица 4 – Рекомендуемая возрастная градация для начала занятий спортом (А.Г. Дембо, 1988)

| Возраст, годы | Каким видом спорта можно заниматься (начальная подготовка) |
|----------------------|---|
| 7-8 | Плавание. Гимнастика спортивная; |
| 8-9 | Фигурное катание; |
| 7-10 | Настольный теннис и теннис; |
| 9-10 | Прыжки в воду, лыжный спорт (прыжки с трамплина и горные лыжи), прыжки на батуте; |
| 9-12 | Лыжные гонки; |
| 10-11 | Художественная гимнастика, бадминтон; |
| 10-12 | Конькобежный спорт, лыжный спорт (двоеборье), футбол, легкая атлетика, парусный спорт, шахматы и шашки; |
| 11-12 | Акробатика, баскетбол, волейбол, ручной мяч, водное поло, хоккей с шайбой и мячом, стрельба из лука; |
| 12-13 | Борьба классическая, вольная, самбо, конный спорт, гребля академическая, стрельба, фехтование; |
| 12-14 | Бокс; |
| 14-15 | Тяжелая атлетика. |

Менее успешно происходит приспособление детей к упражнениям большой и умеренной интенсивности, к значительным нагрузкам переменной интенсивности, к напряженным собственно-силовым упражнениям. Чрезмерное увлечение этими упражнениями и раннее начало тренировок в них может привести к нарушениям функций и закрыть доступ к вершинам спортивного мастерства.

В этих видах спорта разрешается заниматься с 15-16 лет, а соревноваться – с 16 лет. Правда, в подготовительных группах начало занятий может быть на 1-2 года более ранним. Более подробный анализ вопросов спортивной специализации, возрастных норм участия в соревнованиях дан при прохождении курса теории физического воспитания.

В заключение заметим, что при работе с детьми внимание должно быть обращено на разностороннюю подготовку двигательного аппарата и вегетативных функций. В результате разносторонней физической подготовки образуется много новых временных связей, расширяется фонд динамических стереотипов, повышается пластичность коры мозга. Все это обеспечит в будущем быстрое освоение новой техники, определит быстрый рост спортивных достижений. Образно выражаясь, как для хорошего здания необходим прочный фундамент, так и для обеспечения роста спортивных достижений следует заложить хорошие основы физического развития, функциональной подготовки.

11. Физиологические основы спортивной тренировки женщин

11.1. Перечислите основные морфологические особенности женского организма?

Общественно-экономический вклад женщин в сфере производственной деятельности, спортивной, общественной и политической жизни неуклонно возрастает. Несмотря на это системообразующей функцией женского организма считается продолжение человеческого рода, познание материнского счастья, уюта семейного очага, этими потенциальными возможностями обусловлены его конституция, а также морфофункциональные и возрастно-половые различия тела.

Основными физиологическими характеристиками женского организма признаются:

- большая емкость в области малого таза для развития плода;
- выраженная гибкость хрящевой прослойки, необходимая для высокой суставной подвижности и обязательная для нормального прохождения родов;
- обхватные межсуставные сплетения;
- широкая и короткая грудная клетка, создающие благоприятные условия для грудного типа дыхания во второй половине срока беременности при лимитировании диафрагмального способа дыхания маткой.

Вышеперечисленные структурные компоненты организма женщин, преимущественно размеры тела, в первую очередь устанавливают резервы его функциональные обеспечения. В сравнении с мужчинами, у женщин меньше длина тела, ниже параметры костного таза, короче нижние конечности, но достоверно длиннее размеры туловища.

Статистические отличия в поверхностных, линейных и обхватно-широтных размерах женского и мужского тела непосредственным образом исходно дифференцируют такие индикаторы их специальной работоспособности как: механическая работа, максимальная сила, мощность реализуемой нагрузки, максимальное потребление кислорода, кислородный пульс, сердечный выброс и т.д.

Существенная разность сохраняется также в массе и составе тела между мужчинами и женщинами. У мужчин зрелого возраста удельный вес активных мышц достигает 40% от общей МТ (приблизительно около 25-30 кг), в то время как у женщин – 25-30% (около 16-18 кг).

Вместе с тем объем общего жирового депо ткани у представительниц прекрасного пола соответствует ориентировочно 20-25%, тем временем у лиц сильного пола он составляет в среднем 10-15% тотальной массы тела. У женщин абсолютные жировые параметры также значительно больше, чем у мужчин примерно на 5-10 кг. Величина тощей массы тела (ТМТ), свободной от жира у представительниц прекрасного пола на 20-25 кг меньше, чем у сильного пола.

У высококвалифицированных спортсменок, тренирующихся на выносливость, плотность жировой прослойки может лишь доходить до уровня мужчин, целенаправленно не занимающихся спортивной деятельностью. Излишнее содержание жира в человеческом теле образует дополнительное отягощение практически во всех видах спорта.

Следует отметить, что для женского организма присущи специфические аспекты мозговой деятельности. Представительниц прекрасного пола отличает быстрая адаптация к усвоению речевой информации, высокая способность к успешному овладению иностранными языками и активная переработка словесной регуляции действий.

В сравнительном плане женщины относительно проще решают стандартно-стереотипные задачи, но достоверно труднее – технико-тактические задания, наиболее выражено при лимите времени.

Напротив, у представительниц прекрасного пола сильнее степень мотивационной установки и практической обучаемости, что предоставляет им потенциальные резервы для достижения профессиональных успехов, в числе прочего и в спортивной жизни.

Для женщин характерен высокий уровень эмоциональной возбудимости, низкая степень психологической устойчивости в сочетании с повышенной личностной и ситуативной тревожностью. В то же время, у представительниц прекрасного пола наличествует обостренная восприимчивость к поощрениям

и замечаниям, что необходимо учитывать при совместной работе теоретико-практической направленности.

11.2. Каковы особенности формирования двигательных качеств у женщин при спортивной тренировке?

Максимальные проявления силовых возможностей мышечной системы до момента полового созревания, как у девочек, так и мальчиков практически не отличаются, затем после 12-14-летнего возрастного периода у представительниц прекрасного пола обозначенные индикаторы статистически становятся значительно меньше, причем как в отношении силы отдельных групп мышц, так и к общей силовой подготовленности.

Суммарные параметры мышечной силы у женщин в среднем составляют до $2/3$ значения этого индикатора, достигаемого у лиц сильного пола. Тем временем в силе отдельных групп мышц существуют значимые различия. У представительниц прекрасного пола более слабые мышцы туловища и пояса верхних конечностей, их максимальная произвольная сила (МПС) ранжируется в диапазоне от 40 до 70% от МПС этих групп мышц, в сравнении с лицами сильного пола. Однако потенциально силовые возможности мышц нижних конечностей, у женщин только на 20-30% меньше, чем у мужчин. Процентные различия при регистрации силовых возможностей между мужчинами и женщинами напрямую обусловлены отличиями их в обхватно-широтных параметрах тела, а также в мышечном объеме соединительной ткани.

На самом деле, существенное несоответствие в относительных значениях силы между мужчинами и женщинами не всегда достигает достоверных изменений. Так, например, расчетные на килограмм массы тела, параметры силы мышц нижней половины женского тела всего на 6-8% ниже, чем у представителей мужского пола.

Еще менее, статистически значимой становится разница в ведущих маркерах силы, если абсолютные их величины отнести к тощей МТ. В подобном случае силовые способности нижней половины части тела у представительниц прекрасного пола в среднем на 4-6% меньше, чем у мужчин, а сила разгибателей и сгибателей бедра имеет лишь тенденциозные представления от таковой у лиц сильного пола. Таким образом, потенциальные возможности проявления мышечной силы относительно сходных по размеру и толщине миофибрилл у женщин практически аналогичны, с мужчинами.

Процентное содержание медленных и быстрых филаментов (волокон) в скелетных мышцах у нетренированных мужчин и женщин примерно равнозначно, как, и у спортсменов обоего пола – представителей одинаковых видов спорта. В то же время толщина всех видов миофибрилл у женщин однозначно ниже, чем у мужчин.

Адаптация к плановому росту силы мышц (тренируемость) под воздействием целенаправленной тренировки у представительниц прекрасного пола условно меньше, чем у лиц сильного пола.

Подобные различия достигают пиковых величин в периодах полового созревания (12-14 лет), функциональной зрелости (16-30 лет), а также межполовой инволюции (после 40 лет), что косвенно отражает прогностическую значимость андрогенов (мужских половых гормонов) в обеспечении совершенствования силы мышц.

Тренировка силовой направленности у женщин гораздо больше стимулирует уменьшение жировой прослойки, чем увеличение абсолютной МТ и активной мышечной массы в сравнении с мужчинами. Даже при условии, что, если в процессе силового тренинга сдвиги силы мышц у представительниц прекрасного пола больше, повышение мышечной массы у них относительно ниже, чем у лиц сильного пола.

Данное явление, возможно интерпретировать тем, что величина достигнутого уровня мышечной гипертрофии в наибольшей степени контролируется андрогенами, концентрация которых в крови у мужчин почти в 8-10 раз больше, чем у женщин того же возраста.

Анаэробная работоспособность (специальная выносливость) женщин. К бескислородным энергетическим механизмам принадлежат фосфагенная (КФ+АТФ) и гликолитическая (лактацидная) системы. Функциональная их емкость у представительниц прекрасного пола меньше, чем у сильного пола, что обосновывается, в первую очередь, меньшей у женщин абсолютной массой мышц. Пониженные емкостные возможности энергетических систем анаэробной продукции фиксируют и относительно слабую работоспособность мышц в бескислородных условиях.

В то же время у женщин общая концентрация креатинфосфата и АТФ в мышцах практическая равная с мужчинами (приблизительно для АТФ – 3,8-4,1 мг/кг и почти для КФ – 15,8-16,1 мг/кг веса мышцы). Однако в силу меньших объемных характеристик мышечной ткани фосфагенная емкость у представительниц прекрасного пола меньше, чем у лиц сильного пола.

Научным способом об этом можно констатировать по амплитуде адекватной (быстрой) фракции O_2 долга. Даже у высококвалифицированных спортсменок, выступающих в гребле, предельная емкость фосфагенной анаэробной системы (в среднем 90-100 кал/кг МТ) в сравнении лишь равна таковой у нетренированных мужчин молодого возраста. Тем более у не занимающихся регулярно спортом молодых девушек она еще существенно ниже (до 50-60 кал/кг веса тела). Естественно, что достоверная разница по этому маркеру между спортсменками и атлетами еще масштабнее. При этом если емкость фосфагенной энергетической системы разделить к объему тощей МТ (без жировой компоненты), то расхождения между мужчинами и женщинами будет менее выраженными.

Сила (мощность) фосфагенной энергосистемы, регистрируется на краткосрочной (взрывной) тестовой дистанции (велоспринт, бег вверх по лестнице с предельно возможной скоростью перемещения, прыжковые испытания), численно составляет у нетренированных представительниц прекрасного пола около 120-130 кгм/с, что на 20-25% ниже, чем у нетренированных лиц сильного пола (150-160 кгм/с). Подобные закономерности практически согласуются с эмпирическими данными об отсутствии лидерства мужчин, перед женщинами в скорости преодоления бега на короткие дистанции, в случае расчетного соотношения с относительной МТ.

В то же время концентрация лактата в кровеносной системе после работы максимальной мощности у женщин значительно меньше, чем у мужчин, поскольку емкость гликолитической (лактацидной) системы у женщин также ниже, чем у мужчин. Достоверные различия проявляются и при ее регистрации относительно массы тела: так у нетренированных женщин в среднем 80-110 кал/кг, у нетренированных мужчин в диапазоне 180-210 кал/кг, у пловчих примерно 150-180 кал/кг у пловцов составляет более 240-260 кал/ кг.

Аэробная работоспособность (тотальная выносливость) женщин. До периода созревания половой функции организма, когда статистические отличия в составе и размерах человеческого тела между девочками и мальчиками наименьшие, максимальное потребление O_2 (МПК, л/мин) также примерно одинаковое. У мужчин зрелого возраста МПК приблизительно на 25-35% выше, чем у женщин той же возрастной группы. С развитием процесса старения параметры МПК женщин и мужчин неуклонно сближаются.

Однако между мужчинами и женщинами одного возрастного этапа допустимы существенные индивидуальные различия в значениях МПК. У тренированных представительниц прекрасного пола МПК такое же, как у нетренированных лиц мужского пола к данному типу нагрузок.

У девушек, специализирующихся в аэробных видах спорта, МПК всегда значительно выше, чем у спортсменок другой подготовки, а тем более у лиц, не имеющих отношения к активной спортивной деятельности. Относительное максимальное потребление O_2 у начинающих атлетов примерно составляет 53-62 мл/мин/кг, а у высококвалифицированных спортсменок, особенно у лыжниц, бегунов и пловцов на длинные дистанции находится на уровне 72-80 мл/мин/кг и более. В то же время по данным средних значений достоверные различия в МПК (мл/мин/кг) между спортсменами и спортсменками гораздо выше, чем между нетренированными мужчинами и женщинами.

Вышеперечисленные примеры утвердительно свидетельствуют, что у представительниц прекрасного пола по сравнению с лицами сильного пола максимальная мощность (аэробная производительность) значительно меньше, что обуславливает и относительно низкие достижения женщин в видах спорта, требующих развития общей и специальной выносливости.

Существенные различия наилучших показателей женщин и мужчин достоверно повышаются сообразно увеличению пройденной дистанции.

Функциональные резервы кислородтранспортной системы.

Сравнительно низкие значения максимального потребления O_2 у женщин лимитированы ограниченными возможностями кардиореспираторной системы (КРС) их организма. Величины МПК, которые в состоянии транспортироваться кровью за счет гемодинамической функции миокарда, у представительниц прекрасного пола существенно меньше, чем у лиц сильного пола. Данное обстоятельство обусловлено тем, что у женщин ниже объемные параметры циркулирующей крови, концентрации в ней гемоглобина, размеры сердца, артериовенозная разность по O_2 , максимальные значения сердечного выброса, кислородного пульса и т.д. Величина концентрации гемоглобина в крови у молодых девушек приблизительно на 12-17% меньше, чем у юношей подросткового возраста. Исходя из этого, у представительниц прекрасного пола значимо снижены объемы кислородной (КЕК) емкости крови и тем самым их оксигенированные параметры артериального обеспечения.

В то же время при регистрации максимальных параметров аэробной работоспособности содержание кислорода в крови, которое оттекает от вовлеченных в двигательный акт скелетных мышц, а также смешанной её концентрации в единой кровеносной системе, как у женщин, так и мужчин в среднем равнозначное.

Вместе с тем по сравнению с лицами сильного пола у представительниц прекрасного пола снижены нормы циркулирующей крови, размеры общего сердечного объема в среднем на 500-600 и 700-800 мл. Данное обстоятельство ограничивает антропометрические размеры желудочков сердца и ударного объема крови при его сокращении у женщин значительно больше, в сопоставлении с мужчинами. У представительниц прекрасного пола, активно не занимающихся спортом СОК в среднем составляет 60-70 мл, а у лиц сильного пола около 70-90 мл за одно сокращение миокарда.

При этом предельно регистрируемая частота пульса у нетренированных женщин тенденциозно выше, чем у мужчин аналогичного уровня подготовленности достигает в среднем 195-205 и 190-200 ударов минуту. Максимально возможные параметры сердечного выброса у женщин, активно не занимающихся спортом существенно меньше, чем у обычных мужчин и находится в соответствующих границах 16-18 и 22-24 литра в минуту.

Потенциальные возможности кислородтранспортной системы организма людей лежат в прямой зависимости от расчетных показателей ЖЕЛ и минутного объема дыхания или легочной вентиляции (ЛВ, л/мин). Жизненная емкость легких у представительниц прекрасного пола приблизительно на 1,0-1,5 л ниже, чем у лиц сильного пола, а предельная вентиляция легких в среднем на 25-35%. У женщин существуют специфические особенности физиологической регуляции дыхательной функции при реализации мышечной работы. К примеру, представительницы прекрасного пола достигают

приблизительно равных с мужчинами параметров ЛВ при менее экономичной пропорции глубинных и частотных характеристик дыхания. В значительной степени это детерминировано снижением легочных объемов и относительно слабой мускулатурой дыхательных мышц у женщин. Более того, у представительниц прекрасного пола существенно ниже способность легких диффундировать кислород из альвеол в рабочие органы и ткани.

Усредненные параметры объема миокарда у квалифицированных спортсменок достоверно больше, чем у обычных женщин, активно не занимающих спортом, и практически соответствуют размеру сердца у нетренированных мужчин. Максимальные его параметры обнаружены у лыжников-гонщиков в диапазоне 1250-1350 мл и у пловцов – 1500-1700 мл. Предельные величины СОК у спортсменок существенно больше, чем у нетренированных представительниц прекрасного пола, у высококвалифицированных женщин-стайеров его значения составляют в среднем 145-165 мл за каждое миокардиальное сокращение.

Максимальные параметры частоты сердечных сокращений у квалифицированных спортсменок существенно меньше, чем у обычных женщин в среднем они находятся на уровне 180-190 и 200-210 ударов в минуту, соответственно. Тем не менее, за счет повышенных величин СОК предельные значения МОК или сердечного выброса у атлетов достоверно выше, в сравнении с девушками, не занимающимися спортом. Например, у знаменитых представительниц конькобежного и лыжного спорта МОК составляет 27-29 литров в минуту.

Субмаксимальная аэробная работоспособность. При сравнительном околопредельном тестировании равного по объему скорости потребляемого в процессе работы кислорода на практике отмечаются более выраженные физиологические сдвиги у представительниц прекрасного пола, поскольку для них подобная нагрузка оказывает более выраженное влияние на организм, относительно мужчин.

Исходя из этого, сердечной мышце у женщин необходимо доставить больший объем крови, чтобы транспортировать аналогичное количество O_2 , в сравнении с мужчинами, следовательно, МОК на каждый литр потребляемого кислорода при выполнении работы аэробной направленности у представительниц прекрасного пола на 15-20% выше, чем у лиц сильного пола.

В силу исходно сниженных параметров СОК повышение МОК у женщин осуществляется в большей степени, по сравнению с мужчинами, однако менее экономичным способом за счет увеличения ЧСС. Даже при относительно одинаковой аэробной работе частота пульса у представительниц прекрасного пола достоверно выше в среднем на 10-15 ударов в минуту, чем у лиц сильного пола. При абсолютно одинаковом по времени и энергопотреблению околопредельном аэробном тестировании статистическая разница в ЧСС может достигать 25-50 ударов в минуту. Аналогичная физиологическая взаимосвязь

отмечена и в индикаторе концентрации молочной кислоты, в этом случае женщины выполняют упражнение на относительно более высоком уровне кислородного потребления, что свидетельствует о меньших потенциальных возможностях порога анаэробного обмена, по сравнению с мужчинами. Исходя из этого при работе стандартной (тренировочной) мощности её физиологическая цена для организма женщин окажется достоверно выше ПАНО, а для мужчин – значительно меньше.

Более того при аэробном тестировании (в интервале ниже 75-85% от максимального уровня утилизации кислорода тканями) энергетические потребности рабочих мышц в жирах у представительниц прекрасного пола существенно больше, чем у лиц сильного пола.

При сравнении физиологической цены равнозначной аэробной работы между женщинами и мужчинами необходимо учитывать её механическую эффективность, для которой свойственна специфическая вариативность, в связи с относительными различиями в технике выполнения одних и тех же действий.

Тем временем при спортивной ходьбе энергетические потребности в пересчете на килограмм МТ, у представительниц прекрасного пола на 5-10% больше, чем у лиц сильного пола, а при умеренном беге субмаксимальной интенсивности достоверная статистическая разница составляет уже 10-20%.

Функциональные сдвиги, обусловленные тренировочными занятиями на совершенствование общей выносливости, у женщин достоверно не отличаются от мужчин. Сравнительная характеристика основных прогностических индикаторов при работе умеренной мощности на фоне становления истинного устойчивого состояния по утилизации кислорода в процессе подготовительного периода подготовки выявила следующие физиологические закономерности: изменения ЧСС, МОД, концентрации лактата достоверно уменьшаются; значения СОК значимо увеличиваются; параметры скорости МПК, МОК, АВР-О₂ статистически не изменяются.

В то время как, ведущие показатели КРС у тренированных людей существенно отличаются от лиц, регулярно не занимающихся спортом: амплитуды МОД, МПК, МОК, СОК, АВР-О₂, концентрации лактата достоверно увеличиваются; параметры максимально ЧСС тенденциозно уменьшаются.

Вышеперечисленные закономерности отражают увеличение аэробной работоспособности, в основе физиологических механизмов её потенцирования лежат мобилизационные ресурсы кислородтранспортных возможностей организма женщин, а также адаптивные резервы скелетных мышц, способных потреблять кислород в процессе окислительного фосфорилирования. У представительниц прекрасного пола, хотя и в меньшем процентном соотношении, по сравнению с мужчинами, в результате регулярных тренировок выносливости растет объем мышечных филаментов, функциональная активность ферментов бескислородного обмена веществ, содержание энергетических компонентов мышц (триглицеридов и гликогена), повышаются

приспособительные мышечные механизмы окисления углеводов и, главным образом, жиров.

11.3. Оцените воздействие различных фаз овариально-менструального цикла на спортивную работоспособность женщин?

Понятие менструальный цикл (МЦ) объединяет в себе комплекс функциональных особенностей видового процесса биологического развития в женском организме, который протекает в соответствии с тремя его базовыми циклами:

- яичниковый период, реализуется по структурной линии гипоталамус-гипофиз-яичники;
- маточный этап, который образуется в матке;
- внешний путь, формирующийся в наружных (генитальных) органах женского организма.

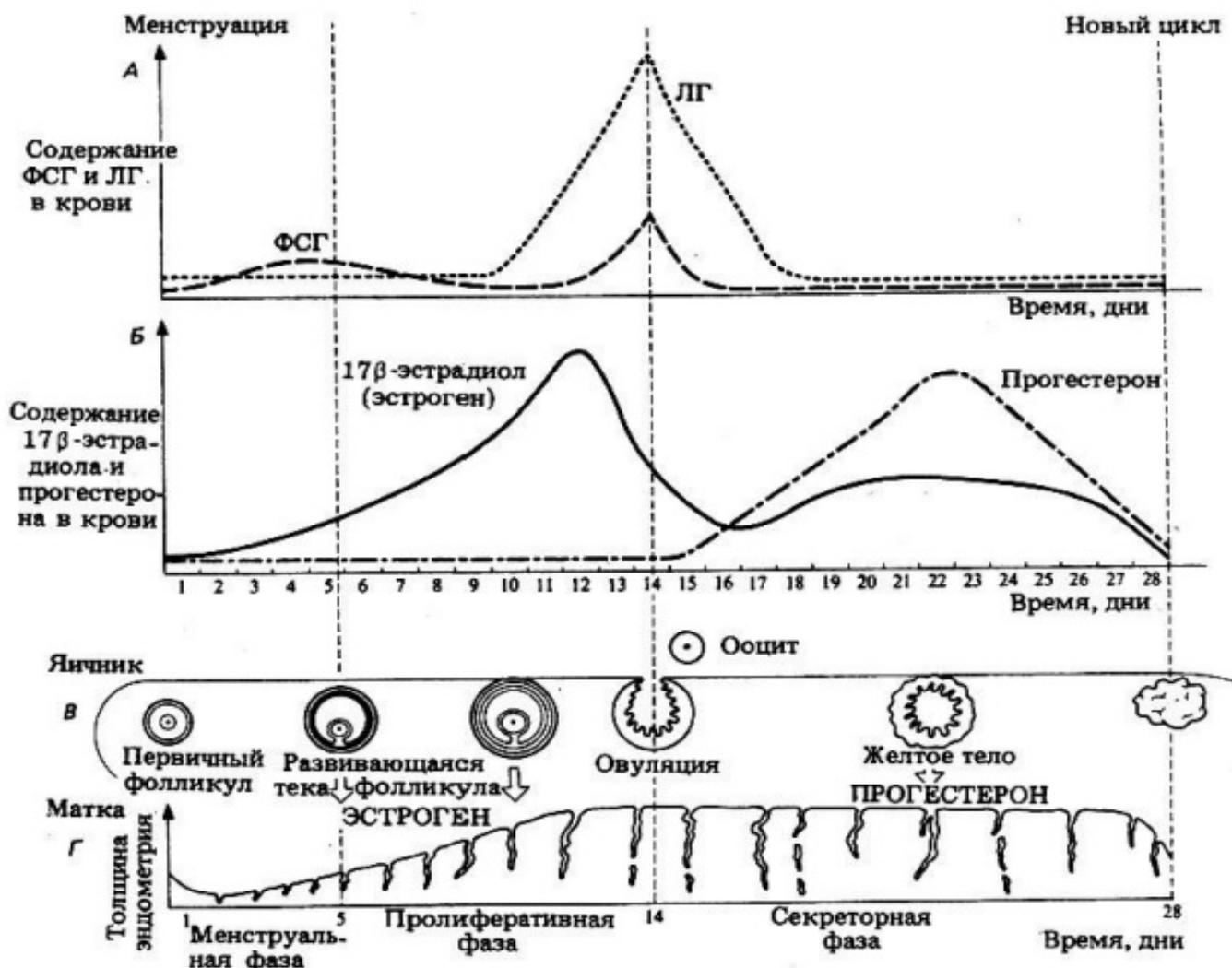


Рисунок 18 – Овариально-менструальный цикл (Г.Р. Бурганова, 2018)

Овариально-менструальный цикл – это система хронологически чередующихся процессов циклической направленности в яичниках, затем их гуморально-гормональное влияние с последующими адаптивными изменениями в матке. Главное функциональное значение половой циклическости женского организма является смена двух гормонообусловленных процессов, определяющих наилучшие условия биологического размножения – физиологического стремления к оплодотворению созревшей яйцеклетки, а также адекватного вегетативного обеспечения жизнедеятельности уже оплодотворенной яйцеклетки. Динамика менструального цикла причинно-детерминирована на генетическом уровне регуляции, для каждой женщины он относительно постоянен по физиологическим параметрам и имеет колебательную активность при нормальном течении в диапазоне от 21 до 35 календарных суток. Следует знать, что при 28-дневном течении МЦ принято выделять пять стадий его формирования:

– **менструальная фаза**, возникает с момента исчезновения желтого тела обычно на 1-6 день его появления;

– **фолликулиновая фаза** (постменструальная), напрямую обусловлена возникновением в течение 7-12 дней фолликулов – структурных частей яичника, выполняющих защитную и гормональную функции;

– **овуляторная фаза** – образуется на 13-15 сутки, осуществляется процесс выхода яйцеклетки в маточную трубу из яичника за счет разрыва биологической оболочки сформированного фолликула;

– **постовуляторная** (гормональная, секреторная) фаза – временной отрезок с 16 по 24-й день МЦ, при котором господствующие фолликулярные клетки, облегчающие яйцеклетку до момента овуляции, трансформируются после овуляторной реакции в желтое тело;

– **предменструальная** (прогестероновая, лютеиновая) – завершающий этап, продолжающийся с 25 по 28 день МЦ, ориентированный на функциональное развитие желтого тела.

В процессе формирования ОМЦ женский организм готовится к потенциально возможному состоянию беременности, основополагающая роль при этом отводится двум гормонам, продуцированным яичниками – эндогенному стероиду – прогестерону и эстрогенам. Эстрогены состоят из эстрона, эстрадиола, а также эстриола. Наиболее активным в биологическом плане является эстрадиол, 95% которого синтезируется в фолликуле, а функциональный уровень его в кровеносной системе считается прогностическим индикатором зрелого фолликула. Эстрадиол преимущественно выделяется фолликулярными слоями клеток-гранулезы, а также в меньшей степени желтым телом. Эстрон возникает с помощью периферического процесса ароматизации эстрадиола.

Главным его источником считаются физиологические механизмы гидроксилирования эстрадиола, а также эстрона в самой печени. Концентрация эстрогенов напрямую обусловлено фазами протекания МЦ. У девушек в самом

начале ОМЦ концентрация эстрадиола в среднем достигает 28-30 пикограмм на миллилитр. С наступлением овуляционного периода его содержание неуклонно увеличивается и составляет 398-400 пг/мл. После овуляции отмечается снижение концентрации эстрадиола с тенденциозным повторным (вторичным) ростом к середине лютеиновой фазы – в процессе оптимального развития желтого тела. Предельное содержание эстрогенов в кровеносной и мочевыделительной системе обнаружено в середине МЦ.

В развитии МЦ в женском организме изменяется индекс массы тела (ИМТ), окружность грудной клетки (ОГК) при осуществлении активного акта вдоха и пассивного выдоха. В преовуляторной отрезок времени обнаружено существенное увеличение весоростового маркера, так как вес относительно здоровых женщин в этот момент наименьший. Во второй и третий период развития ОМЦ параметры МТ повышаются, а длина тела снижается.

В процессе ОМЦ трансформируются значения внешнего дыхания. Наивысшие значения МОД обнаружены в фазу овуляции, минимальные – в постовуляторной и постменструальной стадии. Зарегистрированы значительные параметры ДО в овуляторной и постовуляторной фазах ОМЦ. ЧД занимает наивысшие амплитуды в менструальную и предменструальную стадии, а сниженные значения в постменструальную и постовуляторную фазы ОМЦ. По функциональным критериям дыхательной функции предельные различия были обнаружены в процессе задержки дыхания (ЗД). В фазу овуляции данный индикатор был наименьшим и существенно изменился от времени ЗД в постовуляторную стадию ОМЦ. Экскурсия ГК третьей фазы занимала максимальные величины, в сопоставлении с предовуляторной фазой.

Гуморально-гормональные сдвиги в женском организме вызывают существенное воздействие на циклическую динамику его кроветворной функции. Начиная с овуляционной фазы, частота пульса увеличивается и доходит до предельных параметров в предменструальной фазе. Усиление ЧСС стимулирует повышение МОК в постовуляторной и особо наглядно в предменструальной стадии ОМЦ. Концентрация гемоглобина в крови при комплексном развитии ОМЦ у женщин изменяется по-разному. Низкое её содержание зафиксировано в начальной фазе, стартовый этап её повышения отмечается на последней стадии ОМЦ.

Индекс вегетативного обеспечения, отражающий баланс симпатического и парасимпатического тонуса ВНС, в фазу овуляции оказался сравнительно ниже, что отражало увеличение трофотропного эффекта регуляции. В постменструальную и постовуляторную стадии доминировало напряжение эрготропного регуляторного механизма.

Предменструальная стадия отличается снижением психомоторных маркеров, повышением подвижности нервных центров, что свидетельствует о потенцировании процесса раздражительности женского организма перед менструацией.

Процессы возбуждения и торможения на различных этапах развития

ОМЦ также имеют неодинаковую динамику, так в предменструальной фазе наличествует тенденция к понижению тормозной активности, а после начинают доминировать представления к увеличению лабильности данного охранительного процесса. Наиболее выражено эта особенность отражается в постменструальной фазе.

Диаметрально противоположно происходит смена подвижности процесса возбуждения. В предменструальной фазе присутствует тенденция к ее увеличению, а после повышается вектор к понижению подвижности возбуждения (наиболее выражено в постменструальной фазе). Лабильность нервной ткани больше в постменструальной и постовуляторной фазах ОМЦ и уменьшается в предменструальную, менструальную, а также особо наглядно в овуляторную фазу ОМЦ.

Таблица 5 – Эффективность развития двигательных способностей при 28-дневном ОМЦ (В.Г. Олешко, 1999; Г.А. Макарова, 2002)

| Фазы ОМЦ | Дни от начала цикла | Суммарная тренировочная нагрузка | Целесообразно развитие способности |
|----------------------|---------------------|----------------------------------|---|
| 1. Менструальная | 1-5 | Средняя | Гибкость |
| 2. Фолликулиновая | 6-12 | Большая | Выносливость (быстрые реакции затруднены) |
| 3. Овуляторная | 13-15 | Средняя | Самый низкий уровень работоспособности |
| 4. Постовуляторная | 16-24 | Большая | Сила, скорость (скоростная сила) |
| 5. Предменструальная | 25-28 | Малая | Гибкость (Сила) |

Адаптивные возможности женского организма в динамике ОМЦ изменяются на физиолого-психологическом уровне. Так, наиболее функциональной с точки зрения ощущения восприятия пространства и времени считается овуляторная и постменструальная фазы, а наихудшей – предменструальная стадия. Относительно точное определение длительности минуты астрономического времени обнаружено в менструальную фазу ОМЦ. На разных этапах биологического цикла анаэробная и аэробная работоспособность, а также её функциональные детерминанты у квалифицированных спортсменок изменяются как под влиянием тренировочно-соревновательных воздействий, так и, естественным путем с помощью динамики физиологических функций, адаптивных только для женского организма.

Высокая экономичность дыхательной функций и системы кровообращения в постменструальной и постовуляторной стадиях ОМЦ стимулируют общую и специальную работоспособность девушек в этих фазах

в противоположность от предменструальной, овуляторной и менструальной. Оптимальные значения относительной физической подготовленности у женщин достигаются в предменструальной фазе. Зарубежные исследования свидетельствуют о том, что 80% атлетов показали свои личные результаты после процесса менструации, и только 2,8% - в пред- и менструальных фазах ОМЦ.

Снижение общей работоспособности женского организма перед менструацией может быть обусловлено предменструальным синдромом. В то же время у регулярно занимающихся активным спортом девушек равномерно образуется повседневный динамический стереотип к функциональной готовности на достижение оптимальных результатов потенциально абсолютно на всех стадиях формирования ОМЦ, включая и его менструальную стадию.

Физиологические особенности занятий спортом в связи с процессом беременности женщины и дальнейшими родами. В актуальном вопросе о продлении регулярных тренировок во время беременности женского организма компетентные мнения тренеров, спортивных врачей, и самих спортсменок радикально расходятся.

По утверждениям медицинских работников, беременность категорически требует завершения тренирово-соревновательной практики. Выполнение резких и быстрых локомоций, соскоков, прыжков с учетом их нервно-психических напряжений и эмоциональных переживаний, характерных для спортивной деятельности, абсолютно запрещены для женщин в течение внутриутробного плодного вынашивания на ранних сроках беременности. Роль физической культуры женщины в процессе беременности должна быть исключительно направлена на её лечебно-профилактическую подготовку к предстоящим родам, благоприятному прохождению беременности, а также всестороннему развитию новорожденного ребенка.

По мнению тренеров и других экспертов, первый триместр беременности спортсменки потенциально могут работать на тренировках в стандартном режиме, во втором триместре следует уменьшить физическую нагрузку и ввести дополнительные лимиты в выполняемые двигательные действия, а в последний триместр – запретить все возможные тренировки. Возвращаться к интенсивным занятиям в ИВС после проведения родов рекомендуется по завершению грудного кормления младенца.

Литература

Список отечественной литературы:

1. Артемьева, С.С. Физиология спорта: учебное пособие для самостоятельной работы студентов / С.С. Артемьева, Е.А. Двурекова. – Воронеж, ВГАС, 2023. – 144 с.
2. Балабохина, Т.В. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у мальчиков младшего возраста, занимающихся футболом и спортивной гимнастикой / Т.В. Балабохина, Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина // Современные вопросы биомедицины. – 2023, Т. 7 (3). – С. 16-22.
3. Бурганова, Г.Р. Женская половая система / Г.Р. Бурганова, А.А. Гумерова, Д.И. Андреева, А.С. Плюшкина, Г.О. Певнев, А.П. Киясов – Казань: Казан. ун-т, 2018. – 47 с.
4. Вахитов, И.Х. Физиология физических упражнений: учебное пособие / И.Х. Вахитов, А.Р. Гизатуллин, Т.Л. Зефиоров – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2015. – 248 с.
5. Ведясова, О.А. Физиология человека и животных: практикум / О.А. Ведясова, С.И. Павленко, И.Д. Романова [и др.]. – Самара: Издательство Самарского университета, 2021. – 108 с.
6. Вишняков, А.И. Физиология высшей нервной деятельности и сенсорных систем: методические указания / А.И. Вишняков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 37 с.
7. Волков, Н.И. Биоэнергетика спорта: моногр. / Н.И. Волков, В.И. Олейников. – М.: Советский спорт, 2011. – 160 с.
8. Германов, Г.Н. Классификационный подход и теоретические представления специального и общего в проявлениях выносливости / Г.Н. Германов, И.А. Сабирова, Е.Г. Цуканова // Ученые записки им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 2(108). – С. 49-57.
9. Горбунов, Г.Д. Психопедагогика спорта: учебное пособие для студентов высших учебных заведений / Г.Д. Горбунов. – Москва: Советский спорт, 2012. – 311 с.
10. Городничев, Р.М. Физиология силы / Р.М. Городничев, В.Н. Шляхтов. – «Спорт», 2017. – 227 с.
11. Двурекова, Е.А. Структурно-функциональная организация скелетной мышечной ткани / Е.А. Двурекова, С.С. Артемьева, И.Е. Попова. – Воронеж: ВГИФК, 2019. – 175 с.
12. Дембо А.Г. Врачебный контроль в спорте / А.Г. Дембо. – М.: Медицина, 1988. – 288 с.
13. Зациорский, В.М. Физические качества спортсмена: основы теории и методики воспитания / В.М. Зациорский. – [3-е изд.]. – Москва: Советский спорт, 2009 (Вологда: Полиграфист). – 199 с.

14. Зверев, А.А. Физиология мышц: учебно-методическое пособие для студ. высш. учебн. заведений / А.А. Зверев, Т.А. Аникина, А.В. Крылова, Т.Л. Зефино. – Казань, КФУ, 2016. – 41 с.
15. Иваницкий, В.Н. Физические качества человек – воспитание гибкости: учебно-методическое пособие / В.Н. Иваницкий, Н.А. Петухов, Н.П. Гордеева, В.Э. Бельц, Н.С. Ермакова – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. Ун-та, 2017. – 47 с. ISBN 978-5-93057-594-1
16. Капилевич, Л.В. Физиология человека. Спорт: учеб. пособие для прикладного бакалавриата / Л.В. Капилевич. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 141 с. – Серия: Университеты России. ISBN 978-5-9916-6534-6
17. Караулова, Л.К. Физиология физического воспитания и спорта: учебник для студ. учреждений высш. образования / Л.К. Караулова, Н.А. Красноперова, М.М. Расулов. – 4-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 304 с.
18. Картышева, С.И. Физиология физических упражнений: учеб.-метод. пос. / С.И. Картышева. – Воронеж, 2012. – 176 с.
19. Книга В.В. Высотная болезнь: учеб. пос. / В.В. Книга, Е.А. Праскурничий; ГБОУ ДПО «Российская медицинская академия последипломного образования». – М.: ГБОУ ДПО РМАПО, 2014. – 136 с.
20. Корягина, Ю.В. Курс лекций по физиологии физкультурно-спортивной деятельности: учебное пособие / Ю.В. Корягина, Ю.П. Салова, Т.П. Замчий. – Омск: Изд-во СибГУФК, 2014. – 152 с.
21. Корягина, Ю.В. Физиология силовых видов спорта: учебное пособие / Ю.В. Корягина. – Омск: СибГУФК, 2003. – 55 с.
22. Ласукова, Т.В. Основы нейрофизиологии и высшей нервной деятельности: учебное пособие / Т.В. Ласукова. – Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2020. – 244 с.
23. Лемешевская, Е.П. Основы физиологии труда. Влияние особенностей трудовой деятельности на организм человека / Е.П. Лемешевская, Г.В. Куренкова, Е.В. Жукова; ФГБОУ ВО ИГМУ Минздрава России, Кафедра профильных гигиенических дисциплин. – Иркутск: ИГМУ, 2022. – 36 с.
24. Лисицкая, Т.С. Принципы оздоровительной тренировки / Т.С. Лисицкая // Теория и практика физической культуры. – 2002. – № 8. – С. 35-45.
25. Лойко, Т.В. Физиологические основы развития физических качеств и формирования двигательного навыка: пос. / Т.В. Лойко; Белорус. гос. ун-т физ. культуры. – Минск: БГУФК, 2018. – 42 с.
26. Луцкай, Ю.С. Основы анатомии и физиологии собак / Ю.С. Луцкай, Л.В. Ткаченко. - 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 136 с. – ISBN 978-5-507-45897-4.
27. Макарова, Г.А. Спортивная медицина: учебник / Г.А. Макарова. – Москва: Советский спорт, 2002. – 478 с.

28. Малах О.Н. Физиология спорта: учебно-методический комплекс / О.Н. Малах. – Витебск: Витебский гос. ун-т, 2010. – 186 с. – ISBN 985-517-247-7
29. Мамылина, Н.В. Физиология и биохимия физической работоспособности: учебное пособие для высших и средних специальных учебных заведений / Н.В. Мамылина; Челябинск: издательство ЗАО «Библиотека А. Миллера», 2023. – 120 с.
30. Маринич, В.В. Физиология спорта: электронный учебно-методический комплекс / В.В. Маринич; УО «Полесский государственный университет». – Пинск: ПолесГУ, 2022. – 343 с.
31. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры: (Общ. основы теории и методики физ. воспитания; теорет.-метод. аспекты спорта и проф.-прикл. форм физ. культуры) : [Учеб. для ин-тов физ. культуры] / Л.П. Матвеев. – М.: Физкультура и спорт, 1991. – 542 с.
32. Махов, С.Ю. Физиология физического воспитания и спорта: учебно-методическое пособие / сост. С. Ю. Махов. – Орел: МАБИВ, 2020. – 121 с.
33. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам [Текст] / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 253 с.
34. Науменко, С.Е. Горная болезнь: учеб. пос. / С.Е. Науменко; Новосиб. гос. ун-т. - Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2018. – 72 с.
35. Николаев, А.А. Развитие силы у спортсменов / А.А. Николаев, В.Г. Семенов. – М.: Спорт, 2019 – 208 с.
36. Озолин, Н.Г. Разминка спортсмена [Текст]. / Н.Г. Озолин. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Физкультура и спорт, 1967. – 40 с.
37. Олешко В.Г. Силовые виды спорта. / В.Г. Олешко. – К.: Олимпийская литература, 1999. – 288 с.
38. Павлов, И.П. Рефлексы: о больших половинках мозга / И.П. Павлов. – М.: Родина, 2023. – 430 с.
39. Ромашов, А.В. Физиологические особенности мышечной деятельности: учебн. пос. / А.В. Ромашов. – Смоленск: СГАФКСТ. – 2015. – 112 с.
40. Селье, Ганс. Очерки об адаптационном синдроме [Текст] / Перевод с англ. В. И. Кандрора и А. А. Рогова; ред. и вступ. статья [с. 5-34] проф. М.Г. Дурмишьяна. – Москва: Медгиз, 1970. – 254 с.
41. Сеченов, И.М. Биография. Главные труды / [авт. предисл., биогр. и коммент.] И.В. Князькин, А.Т. Марьянович. – СПб.: Деан, 2004 (ГПП Печ. Двор). – 811 с.
42. Смирнов, В.М. Физиология физического воспитания и спорта / В. М. Смирнов, В. И. Дубровский. – М.: Владос-Пресс, 2002. – 608 с.
43. Солодков, А.С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: учебник / А.С. Солодков, Е.Б. Сологуб. – изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Советский спорт, 2008. – 620 с.

44. Солопов, И.Н. Функциональные свойства подготовленности спортсменов и их оптимизация: моногр. / И.Н. Солопов, Н.Н. Сентябрьев, Е.П. Горбанева [и др.]. – Волгоград, 2009. – 183 с.
45. Судаков, К.В. Системокванты – основа голографического построения живых существ / К.В. Судаков // Вестник международной академии наук (Русская секция). – 2007. – №2. – С. 5-11.
46. Терентьев, А.А. Биохимия мышечной ткани: учебное пособие / А.А. Терентьев. М.: ФГБОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России, 2019. – 76 с.
47. Тристан, В.Г. Физиология спорта: Учебное пособие. / В.Г. Тристан, О.В. Погадаева. – Омск: СибГУФК, 2003. – 92 с.
48. Уилмор, Дж. Х. Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл. – К.: Олимпийская литература, 2001. – 503 с.
49. Фарфель, В.С. Управление движениями в спорте / В.С. Фарфель. – 2-е изд., стер. – М.: Сов. Спорт, 2011. – 202 с.
50. Чинкин, А.С. Физиология спорта: учеб. пос. / А.С. Чинкин, А.С. Назаренко. – Москва: Спорт, 2016. – 120 с. ISBN 978-5-9907239-2-4.
51. Шалабот, Н.Е. Физиологические аспекты теории, методики и техники дрессировки собак: Учебник / Н.Е. Шалабот и др. – Пермь: РИА «Стиль – МГ», 2008. – 460 с.
52. Шераш, Н.В. Клинико-лабораторные критерии состояний переутомления и перенапряжения у спортсменов циклических видов спорта: практ. пособие / Н.В. Шераш [и др.]. – Минск: РНПЦ спорта, 2022. – 32 с. ISBN 978-985-90400-6-1.

Список иностранной литературы:

53. Angulo, J. Physical activity and exercise: strategies to manage frailty / J. Angulo, M. Assar, A. Álvarez-Bustos, L. Rodríguez-Mañas // Redox. Biol. – 2020. – Vol. 35. – P. 1015-1123. doi: 10.1016/j.redox.2020.101513.
54. Aunan, J.R. Molecular and biological hallmarks of ageing / J.R. Aunan, M.M. Watson, H.R. Hagland, K. Søreide // Br. J. Surg. – 2016. – Vol.103(2) . – P. 29-46. doi: 10.1002/bjs.10053.
55. Ayres, J.S. The biology of physiological health / J.S. Ayres // Cell. – 2020. – Vol.181 (2). – P. 250-269. doi: 10.1016/j.cell.2020.03.036.
56. Bertolaccini, A.L. Does the expectancy on the static stretching effect interfere with strength-endurance performance? / A.L. Bertolaccini, A.A. da Silva, E.L. Teixeira, B.J. Schoenfeld, V. de Salles Painelli // J. Strength. Cond. Res. – 2021. – Vol., № 35(9). – P. 2439-2443. doi: 10.1519/JSC.0000000000003168.
57. Bigland-Ritchie, B. Fatigue of submaximal static contractions / B. Bigland-Ritchie, E. Cafarelli, N.K. Vøllestad // Acta. Physiol. Scand. Suppl. – 1986. – Vol. 556. – P.137-148.

58. Charles, Tipton M. History of exercise physiology / M. Tipton Charles. – Hardback. 2014. – 608 p.
59. Cheng, A. The physiological mechanism and effect of resistance exercise on cognitive function in the elderly people / A. Cheng, Z. Zhao, H. Liu, J. Yang, J. Luo // *Front Public Health*. – 2022. – Vol. 22. – P. 35-35. doi: 10.3389/fpubh.2022.1013734.
60. Coletti, C. Exercise-mediated reinnervation of skeletal muscle in elderly people: An update / C. Coletti, G.F. Acosta, S. Keslacy, D. Coletti // *Eur. J. Transl. Myol.* – 2022. - Vol. 28, № 32(1). – P. 104-116. doi: 10.4081/ejtm.2022.10416.
61. Degens, H. Disproportionate changes in skeletal muscle strength and size with resistance training and ageing / H. Degens, R.M. Erskine, C.I. Morse // *Journal Musculoskeletal Neuronal Interaction*, 2009.– Vol. 9.– No 3.– P.123-129.
62. Drum, S.N. Effects of trail running versus road running-effects on neuromuscular and endurance performance-a two arm randomized controlled study / S.N. Drum, L. Rappelt, S. Held, L. Donath // *Int. J. Environ Res. Public Health*. – 2023. - Vol. 20(5). – P. 4501-4510. doi: 10.3390/ijerph20054501.
63. Ehrman, J.K. Clinical exercise physiology, third edition / J.K. Ehrman, Paul M. Gordon, Paul S. Visich, Steven J. Keteyian. – 2013, Hardback. – 776 p.
64. Folland, J. P. The adaptation to Strength Training. Morphological and Neurological contribution to Increased Strength / J.P. Folland, A.G. Williams // *Sports Medicine*, 2007. – Vol.37. – No 2. – P. 145-168.
65. Frey Law, L.A. Endurance time is joint-specific: a modelling and meta-analysis investigation / L.A. Frey Law, K.G. Avin. // *Ergonomics*. – 2010. - Vol., № 53(1). – P. 109-129. doi: 10.1080/00140130903389068.
66. Haff, G. Laboratory manual for exercise physiology: predictions, equations, and test methods with web resource / G. Haff, C. Dumke. – 2012, Paperback. – 464 p.
67. Hale, T. History of developments in sport and exercise physiology: A. V. Hill, maximal oxygen uptake, and oxygen debt / T. Hale // *Journal of Sports Sciences*. – 2008. – Vol. 26. – P. 365-400.
68. He, R. Physical fitness recovery of athletes based on high-intensity sports intermittent training / R. He, X. Yang, L. Ma // *Biomed. Res. Int.* – 2022. – Vol. 26. – P. 1221-137. doi: 10.1155/2022/3370499.
69. Ikeda, N. Effects of 6-week static stretching of knee extensors on flexibility, muscle strength, jump performance, and muscle endurance / N. Ikeda, T. Ryushi // *J. Strength Cond. Res.* – 2021. – Vol., №35(3). – P. 715-723. doi: 10.1519/JSC.0000000000002819.
70. Iridiastadi, H. Muscular load characterization during isometric shoulder abductions with varying force // H. Iridiastadi, M.A. Nussbaum, J.H. van Dieën // *J. Electromyogr. Kinesiol.* – 2008. – Vol. 18(4). – P. 695-703. doi: 10.1016/j.jelekin.2007.01.011.
71. Joyce, D. High-performance training for sports / D. Joyce, D. Lewindon // Includes bibliographical references and index. – *Human Kinetics*, 2014. – 393 p.

72. Joyner, M. The Copenhagen Muscle Research Centre (CMRC) / M. Joyner, M. Kjaer, P.O. Larsen // *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. – 2015. - Vol. 25 Suppl 4. – P. 22-28.
73. Kamiński, L. Echocardiographic examination of cardiac structure and function in male athletes of static and dynamic disciplines / L. Kamiński, E. Płońska, A. Szyszka, M. Peregud, R. Olszewski // *Pol Merkur Lekarski*. – 2006. – Vol. 20 (117). – P. 274-278.
74. Katherine, R.S. Moment-generating capacity of upper limb muscles in healthy adults / R.S. Katherine, L. Scott // *Journal of Biomechanics*. 2006. – Vol. 4, № 1. – P. 42–50. doi:10.1016/j.jbiomech.2006.11.013.
75. Khan, S.S. Molecular and physiological manifestations and measurement of aging in humans / S.S. Khan, B.D. Singer, D.E. Vaughan // *Aging Cell*. – 2017. – Vol. 16(4). – P. 624-633. doi: 10.1111/accel.12601.
76. Kiens, B. Exercise physiology: from performance studies to muscle physiology and cardiovascular adaptations / B. Kiens, E.A. Richter // *Journal of Applied Physiology*. – 2014. № 117 (9). P. 943–944.
77. Kilbom, A. Physiological and psychological indices of fatigue during static contractions / A. Kilbom, F. Gamberale, J. Persson, G. // *Annwall Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* – 1983. – Vol. 50(2). – P.179-193. doi: 10.1007/BF00422157.
78. Klaver-Król, E.G. Distribution of motor unit potential velocities in the biceps brachii muscle of sprinters and endurance athletes during short static contractions at low force levels / E.G. Klaver-Król, N.R. Henriquez, S.J. Oosterloo, P. Klaver, H. Kuipers, M.J. Zwarts // *J. Electromyogr. Kinesiol.* – 2010. – Vol. 20(6). – P. 1107-1114. doi: 10.1016/j.jelekin.2010.05.008.
79. Kris, E.B. *Essentials Research Methods in Health, Physical Education Exercise Science and Recreation* / E.B. Kris, W.L. Richard. – Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2007. – 332 p.
80. Martin, F.C Tools for assessing frailty in older people: general concepts / F.C. Martin, A.M. O'Halloran // *Adv. Exp. Med. Biol.* – 2020. – Vol. 1216. – P. 9-19. doi: 10.1007/978-3-030-33330-0_2.
81. Mazani, A.A. The effect of high speed strength training with heavy and low workloads on neuromuscular function and maximal concentric quadriceps strength / A.A. Mazani, M.R. Hamedinia, A.H. Haghighi, N. Hedayatpour // *J. Sports Med. Phys. Fitness*. – 2018. - Vol. 58(4). – P. 428-434. doi: 10.23736/S0022-4707.17.06655-5.
82. McGuigan, M. *Monitoring Training and Performance in Athletes* / M. McGuigan // Champaign, IL, Human Kinetics, 2017. – 264 p.
83. Mojock, C.D. The effects of static stretching on running economy and endurance performance in female distance runners during treadmill running / C.D. Mojock, J.S. Kim, D.W. Eccles, L.B. Panton // *J. Strength Cond Res*. – 2011. - Vol., № 25(8). – P. 2170-2176. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e859db.

84. Musalem, L.L. Biomechanical and electromyographic comparisons of isometric trunk flexor endurance test postures: prone plank versus v-sit. / L.L. Musalem, T. Stankovic, D. Glisic, G.E. Cook, T.A. Beach // *J. Appl. Biomech.* – 2015. – Vol.31 (6). – P. 469-475. doi: 10.1123/jab.2014-0197.
85. Narici, V.M. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance / V.M. Narici, N. Maffulli // *British Medical Bulletin*, 2010. – Vol. 95. – P. 139–159.
86. Nix, J.S. What every neuropathologist needs to know: the muscle biopsy / J.S. Nix, S.A. Moore // *J. Neuropathol Exp Neurol.* – 2020. – Vol. 79(7). – P. 719-733. doi: 10.1093/jnen/nlaa046.
87. Novotová, K. Influence of walking as physiological training to improve respiratory parameters in the elderly population / K. Novotová, D. Pavlů, D. Dvořáčková, A. Arnal-Gómez, G.V. Espí-López // *Int J Environ Res Public Health.* – 2022. – Vol. 19(13). – P. 79-95. doi: 10.3390/ijerph19137995.
88. Oliver, J.L. The effects of strength, plyometric and combined training on strength, power and speed characteristics in high-level, highly trained male youth soccer players: a systematic review and meta-analysis / J.L. Oliver, A.K. Ramachandran, U. Singh, R. Ramirez-Campillo, R.S. Lloyd // *Sports Med.* – 2024. – Vol. 54(3). – P. 623-643. doi: 10.1007/s40279-023-01944-8.
89. Ribeiro, A.S. Static stretching and performance in multiple sets in the bench press exercise / A.S. Ribeiro, M. Romanzini, D.F. Dias, D. Ohara, D.R. da Silva, A. Jr. Achour, A. Avelar, E.S. Cyrino // *J. Strength Cond Res.* – 2014. Vol. 28(4). – P. 1158-1163. doi: 10.1519/JSC.0000000000000257.
90. Ricci, N.A. Physical exercise for frailty and cardiovascular diseases / N.A. Ricci, A.L. Cunha // *Adv. Exp. Med. Biol.* – 2020. – Vol. 1216. – P. 115-129. doi: 10.1007/978-3-030-33330-0_12.
91. Rose, L.M. Fatigue and recovery during and after static loading / L.M. Rose, W.P. Neumann, G.M Hägg, G. Kenttä // *Ergonomics.* – 2014. Vol. 57(11). – P. 1696-1710. doi: 10.1080/00140139.2014.952347.
92. Ross, L. Muscle biopsy practices in the evaluation of neuromuscular disease: A systematic literature review / L. Ross, P. McKelvie, K. Reardon, H. Wong, I. Wicks // *J. Neuropathol Appl Neurobiol.* – 2023. – Vol. 49(1). – P. 115-121 doi: 10.1111/nan.12888.
93. Roux, E.J. The concept of function in modern physiology/ E.J. Roux // *Physiol.* – 2014 – Vol. 592(11). – P. 2245-1149. doi: 10.1113/jphysiol.2014.272062.
94. Sole, S. Plyometric jump training effects on the physical fitness of individual-sport athletes: a systematic review with meta-analysis / S. Sole, R. Ramírez-Campillo, D.C. Andrade // *J. Peer. J.* – 2021. – Vol. 16(4). – P. 201-210. doi: 10.7717/peerj.11004.
95. Taylor, J.A. Multisystem physiological perspective of human frailty and its modulation by physical activity / J.A. Taylor, P.L. Greenhaff, D.B. Bartlett, T.A. Jackson, N.A. Duggal, J.M. Lord // *Physiol Rev.* – 2023. – Vol. 103(2). – P. 1137-1191. doi: 10.1152/physrev.00037.2021.

96. Tymko, M.M. Evaluating the methods used for measuring cerebral blood flow at rest and during exercise in humans / M.M. Tymko, P.N. Ainslie, K.J. Smith // *European Journal of Applied Physiology*. – 2018. – Vol. 118 (8). – P. 1527-1538.
97. Ullman, Z.J. Effects of Isometric Exercises versus Static Stretching in Warm-up Regimens for Running Sport Athletes: A Systematic Review / Z.J. Ullman, M.B. Fernandez, M. Klein // *Int J. Exerc Sci*. – 2021. – Vol. 14(6). – P. 1204-1218.
98. Van Vossel, K. Can muscle typology explain the inter-individual variability in resistance training adaptations? / K. Van Vossel, J. Hardeel, F. Van de Castele, T. Van der Stede // *J. Physiol*. – 2023. - Vol. 601(12). – P. 2307-2327. doi: 10.1113/JP284442.
99. Wax B. Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations / B. Wax, C.M. Kerksick, A.R. Jagim, J.J. Mayo, B.C. Lyons, R.B. Kreider // *Nutrients*. – 2021. – Vol. 13(6). – P. 1915-1920. doi: 10.3390/nu13061915.
100. Woods, A.L. New approaches to determine fatigue in elite athletes during intensified training: Resting metabolic rate and pacing profile / A.L. Woods, L.A. Garvican-Lewis, B. Lundy // *PLoS. One*. – 2017. – Vol. 12, № 3. – P. 1-17.

Кафедра биологических дисциплин

П.А. Терехов, Т.М. Брук

СПОРТИВНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

в вопросах и ответах

учебное пособие

Дата сдачи в печать 30.05.2024 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ. л. 9,81. Тираж 500 экз. Заказ № 24/77.

Отпечатано в ФГБОУ ВО «СГУС»,
г. Смоленск, проспект Гагарина, 23.
Тел.: (4812) 30-71-69

ISBN 978-5-91812-254-9

