

Тема 1. Введение в учебную дисциплину «Медико-биологические аспекты физической культуры и спорта». Медико-биологические аспекты подготовки спортсменов.

Медико-биологические аспекты подготовки спортсменов занимают одно из ключевых мест в структуре программы подготовки магистров по спортивным специальностям. В содержательном плане данная дисциплина является комплексом знаний, умений и навыков магистра, определяющих медико-биологическую базу для подготовки магистров в области физической культуры и спорта. Данное обстоятельство, в свою очередь, определяется тем, что в основе как организации физической культуры, так и в механизмах формирования спортивных навыков и достижения высоких спортивных результатов лежат физиологические, биохимические, биофизические и др. процессы. Именно медико-биологические процессы являются основой при отборе людей в группы занятий физической культурой, выделения из значительного числа людей, занимающихся спортом, наиболее перспективных, способных в будущем показать высокие спортивные результаты в определенных видах спорта. Необходимо отметить значимость медико-биологических подходов и технологий при проведении медико-реабилитационного сопровождения тренировочных процессов как в любительском спорте, так и особенно в спорте высоких достижений.

Таким образом, медико-биологические аспекты физической культуры и спорта многогранны и призваны занимать достойную долю в общей структуре процессов, определяющих эффективность как физической культуры, так и спорта.

Учитывая многоаспектность рассматриваемых в медико-биологическом блоке вопросов, он разделен на отдельные, наиболее значимые тематики, относящиеся как непосредственно к спортивной медицине, так и к функциональной анатомии, физиологии и т.д.

Так, первым блоком рассматриваются вопросы, связанные с адаптацией сердечно-сосудистой системы спортсменов к физическим нагрузкам. В данном блоке выделены вопросы, связанные с морфофункциональными изменениями, происходящими в артериях, венах и микроциркуляторном русле под влиянием систематических физических нагрузок и морфофункциональные изменения сердца у спортсменов. Важным моментом данного раздела является рассмотрение основных гемодинамических показателей и функциональных характеристик деятельности сердечно-сосудистой системы в процессе адаптации к физическим нагрузкам, а также дистанционного мониторинга функционального состояния организма спортсмена.

Второй значимый блок вопросов, рассматриваемых в медико-биологических аспектах физической культуры и спорта это адаптация системы исполнения движений спортсменов. Данный блок включает в себя морфологические изменения костной системы спортсменов, влияние физических нагрузок на состояние суставов, а также аспекты адаптации скелетной

мускулатуры к динамическим и статическим нагрузкам. Важным моментом данного блока является также рассмотрение функциональных изменений, происходящих в нервно-мышечной системе происходящих в процессе адаптации к физическим нагрузкам различной направленности и интенсивности, и исследование силы и силовой выносливости мышц.

Данный раздел логично завершается темой, рассматривающей реабилитационно-восстановительные мероприятия в тренировочном цикле и соревновательном процессе. Данная тема раскрывает в прикладном к различным видам спорта аспекте, механизмы, последовательности и комплексы восстановительных и реабилитационных мероприятий необходимых как в восстановительных периодах, так и непосредственно в системе тренировочного и соревновательного процессов. Комплексы реабилитационно-восстановительных мероприятий, безусловно, определяются видом спорта, а также характером и интенсивностью профессиональных нагрузок на конкретные органы и системы органов спортсмена. Важным аспектом данной темы, является рассмотрение влияния пиковых нагрузок с высоким риском развития патологических состояний. Например, мощные компрессионные нагрузки на позвоночник и весь опорно-двигательный аппарат спортсмена при совершении прыжка во фристайле, либо выполнении профессиональной задачи в акробатике, гимнастике и т.д. В реабилитационной теме, рассматриваются также и вопросы, связанные с постспортивной реабилитацией у спортсменов, завершивших активную спортивную карьеру. Данный вопрос обладает особой актуальностью, т.к. в данном случае мы имеем дело с накопленным спектром патологических состояний и их осложнений в процессе активного тренировочно-соревновательного процесса, а также связанными с ним ограничениями жизнедеятельности, в ряде случаев приводящими к социальной недостаточности бывшего спортсмена. Таким образом, комплекс реабилитационных мероприятий требует рассмотрения не только био-функциональных механизмов и медико-биологических аспектов восстановления функциональных нарушений, возникших вследствие патологических состояний в т.ч. различного рода травм, но и медико-социальных, социально-психологических, экспертных, правовых, профессионально-реабилитационных и других вопросов направленных на комплексную реабилитацию бывшего спортсмена. Цель данной реабилитации заключается не только в восстановлении нарушенных функций, но и в восстановлении социального статуса, профессионального ценза, возможно, в новой профессии и в целом формирования достойного качества жизни.

Третьим блоком программы обучения магистров в области медико-биологических аспектов физической культуры и спорта является рассмотрение адаптации систем регуляции к физическим нагрузкам. Так в данном разделе значительным фрагментом рассматривается морфологическая перестройка в нервной системе в процессе тренировки, изменения структуры нейронов, их отростков, синапсов и периферических нервов.

Высокой актуальностью обладают вопросы, связанные с воздействием систематических физических нагрузок на иммунную систему: тимус, селезенку, лимфатические узлы. Данный аспект особенно актуален в связи с изменениями, происходящими в иммунной системе под воздействием чрезмерных нагрузок, а также вследствие частых адаптационных периодов при изменении географических мест проведения тренировочных и соревновательных процессов. Так, за короткий период времени спортивная команда может поменять места тренировок и соревновательных мероприятий от Китая до Финляндии, например, или от Японии до Италии и т.д. Данные процессы кроме того сопряжены с длительными перелетами или переездами и естественно с изменением гео-климатических зон.

Важным сегментом изучаемого курса, являются вопросы, связанные с изменениями в эндокринной системе спортсменов, а также нейрогуморальной регуляцией функций физиологических систем организма человека при занятиях физической культурой и спортом. Ключевым моментом в успешности и эффективности тренировочных процессов является понимание физиологических механизмов адаптации к физическим нагрузкам, а также выявление и использование резервных возможностей организма человека. Актуальность значимости четкого понимания данных процессов постоянно повышается. Данное обстоятельство связано с изменением концепций и подходов в принципе к использованию резервных возможностей организма спортсмена. Эпоха допинга, когда технологии, особенно, в спорте высоких достижений были приоритетно нацелены на внешнее стимулирование организма при помощи фармакологических средств постепенно проходит и ей на смену приходят системы поиска функциональных резервов, оптимизация тренировочных нагрузок и своего рода экономия существующих энергетических, физиологических возможностей и оптимального их использования при достижении высокого результата. Данному обстоятельству способствуют как правовые ограничения международного уровня по использованию дополнительных стимулирующих фармакологических препаратов, так и последствия их применения для здоровья спортсмена в долгосрочной перспективе и, безусловно, необходимость достижения как можно более значительного спортивного долголетия спортсменов высокого уровня. Также данные обстоятельства актуальны и в технологиях оздоровления людей, технологий фитнеса и т.д.

Отдельной темой цикла медико-биологических аспектов физической культуры и спорта выделен раздел спортивной стоматологии. Данная тема рассматривается как с общих позиций профилактики стоматологических заболеваний и влияния их на функциональное состояние органов и систем органов организма человека, так и с профессионально-спортивной позиции в тех видах спорта где есть чрезмерные нагрузки и патологические воздействия на данную систему. Например, тяжелая атлетика, единоборства и т.д. Кроме того, необходимо заметить, что состояние челюстного аппарата в значительной мере

оказывает влияние на общую кинезиологическую картину и в значительной мере может влиять на достижение спортивных результатов.

В прикладном аспекте значительное число вопросов медико-биологического характера рассматриваются в спортивной медицине. Спортивная медицина — это область медицинской науки, изучающая состояние здоровья, физическое развитие и функциональные возможности человека, их изменение или управление ими в процессе занятий физической культурой и спортом. Спортивная медицина базируется на анатомии, физиологии, биомеханике, биохимии, космической медицине и др. Значительную роль в спортивной медицине играет кинезиология и, в частности, прикладная кинезиология все активнее входящая как в спортивную, так и клиническую практику. Спортивная медицина опирается на клиническую медицину, спортивное движение, физиологию спорта, физиологию человека и т.д., но в то же время является самостоятельной научно-практической дисциплиной, которая имеет свои задачи и методы, свою теорию и проблемы научного исследования.

Так, задачи, стоящие перед спортивной медициной это:

- определение состояния здоровья, физического развития и в соответствии с этим рекомендация эффективных средств и методов физического воспитания и спортивной тренировки;
- организация и осуществление регулярного (систематического) наблюдения за здоровьем всех лиц, занимающихся физкультурой и спортом;
- устранение факторов, оказывающих неблагоприятное воздействие на человека в процессе занятий ФК и С;
- содействие правильному проведению занятий ФК и С с лицами разного возраста, пола, различных профессий и с разным состоянием здоровья;
- содействие обеспечению высокой эффективности всех физкультурно-оздоровительных мероприятий;
- содействие повышению мастерства спортсменов;
- разработка новых, наиболее совершенных методов врачебных наблюдений за спортсменами, санитарно-гигиенических исследований, диагностики, лечения и профилактики патологических состояний у спортсменов;
- разработка специальных программ по физической культуре для лиц, имеющих отклонения в состоянии здоровья;
- медико-реабилитационное сопровождение в процессе тренировочного и соревновательного процессов;
- разработка новых методов исследования (научных и практических);
- создание системы подготовки и переподготовки врачей, работающих в сборных командах;
- создание информационной системы;
- и др.

Таким образом, цели спортивной медицины:

- в области физкультуры – достижение оздоровительного эффекта физической культуры;
- в области спорта - достижение высоких спортивных результатов посредством оптимальной, безопасной для здоровья человека организации тренировочного и соревновательного процессов.

Результат деятельности в области спортивной медицины достигается при реализации ряда форм ее работы:

- врачебное обследование всех лиц, занимающихся физкультурой и спортом;
- диспансерное наблюдение за спортсменами и отдельными группами населения (обязательное, в отличие от клинического и поликлинического);
- врачебные консультации по вопросам ФК и С;
- врачебно-педагогические наблюдения в процессе учебно-тренировочных занятий, сборов, соревнований;
- текущий санитарный надзор за местами и условиями проведения занятий физическими упражнениями и соревнований;
- медико-санитарное обеспечение соревнований;
- профилактика спортивного травматизма;
- санитарно-просветительная работа среди физкультурников и спортсменов;
- агитация и пропаганда физкультуры и спорта, здорового образа жизни среди населения;
- медико-санитарное обеспечение занятий массовыми видами физкультуры (занятий производственной гимнастикой), занятий с лицами средних и пожилых возрастов и т.д;

Работой по спортивной медицине и врачебному контролю руководит Минздрав и его органы на местах. Практическая работа по спортивной медицине осуществляется всей сетью лечебно-профилактических учреждений. Организационно-методическое руководство осуществляет РНПЦ спорта.

Тема 2. Морфологические изменения, происходящие в артериях, венах и микроциркуляторном русле под влиянием систематических физических нагрузок.

Вопросы.

1. Морфофункциональные изменения сердца у спортсменов.
2. Изменения, происходящие в сердечно-сосудистой системе (ССС) при физических нагрузках.
3. Работа сердца при максимальной нагрузке. Изменения полостей и стенок желудочков. Гипертрофия и увеличение относительной массы сердца.

В процессе систематической спортивной тренировки развиваются функциональные приспособительные изменения в работе сердечно-сосудистой системы, которые подкрепляются морфологической перестройкой аппарата кровообращения и некоторых внутренних органов. Комплексная структурно-функциональная перестройка сердечно-сосудистой системы обеспечивает ее

высокую работоспособность, позволяющей спортсмену выдерживать интенсивные и длительные физические нагрузки.

Наиболее важны для спортсмена морфофункциональные изменения системы кровообращения. Деятельность этой системы при физической нагрузке находится под строгим нейрогуморальным контролем, благодаря чему функционирует, в сущности, единая система транспорта кислорода в организме – кардиореспираторная и система крови. От эффективности работы данной системы во многом зависит уровень спортивной работоспособности.

С древних времен обращали внимание на особенности сердечно-сосудистой системы спортсменов. Так, у хорошо тренированных лиц отмечено увеличение размеров сердца, выявлен хорошего наполнения пульс. Уже в 1899 г. предложен термин «спортивное сердце» (Хеншен). Под этим термином понимают здоровое сердце, которое обладает повышенными функциональными возможностями. Спортивное сердце характеризуется комплексом структурных и функциональных особенностей, которые обеспечивают высокую работоспособность.

Адаптация сердца в процессе занятий спортом протекает в разных направлениях: отмечается гипертрофия и тоногенная дилатация миокарда, усовершенствование функции возбуждения, обмена веществ, нейрогуморальной регуляции деятельности сердца. Умеренная гипертрофия сердца сопровождается значительным увеличением капилляризации мышечных волокон, замедлением темпа синусовых импульсов, умеренным замедлением проведения их.

Структурные особенности сердца у спортсменов. Увеличение размеров сердца является следствием увеличения размеров его полостей или утолщения стенок желудочков и предсердий. Правильнее говорить о преимуществе той или другой структурной особенности.

Дилатация (расширение) полостей сердца касается как желудочков, так и предсердий. Но наибольшее значение имеет дилатация желудочков. Она обеспечивает одну из важных функциональных свойств сердца спортсменов - высокую работоспособность. У здоровых нетренированных мужчин в возрасте 20-30 лет объем сердца составляет в среднем 760 см^3 , а у женщин - 580 см^3 (10-11 мл на 1 кг массы тела). Как видно из Таблицы 2, размеры сердца спортсменов в значительной мере определяются характером спортивной специализации. Наибольшие размеры сердце зафиксировано у спортсменов, которые тренируются на выносливость (лыжники, велосипедисты, бегуны на средние и длинные дистанции). Несколько меньшие размеры сердца у спортсменов, в тренировке которых выносливости хоть и предоставляется определенное значение, но данное физическое качество не является доминирующим в данном виде спорта (бокс, борьба, спортивные игры). У спортсменов, которые развивают преимущественно скоростно-силовые качества, объемы сердца увеличены незначительно, в сравнении с людьми, которые не занимаются спортом.

Таблица 2
Объем сердца у спортсменов различных специализаций
(средние показатели Борисовой Ю.А.)

Вид спорта	Объем сердца, см	Относительный объем сердца, см ³ /кг
Лыжные гонки	1073	15,5
Бег (длинные дистанции)	1020	15,2
Бег (средние дистанции)	1020	14,9
Спортивная ходьба	970	14,5
Велоспорт	1030	14,2
Плавание	1065	13,9
Бокс	913	13,7
Баскетбол	1125	12,9
Теннис	980	12,8
Бег (короткие дистанции)	870	12,5
Борьба	953	12,2
Гимнастика	790	12,2
У мужчин, не занимающихся спортом	760	11,2

Итак, дилатация характерная не для сердца спортсмена вообще, а лишь для сердца тех спортсменов, которые тренируются на выносливость. Физиологическая дилатация спортивного сердца ограничивается определенными величинами. Чрезмерный объем сердца (больше 1200 см³ по С. В. Хрущову) даже у спортсменов, которые тренируются на выносливость, может быть результатом перехода физиологической дилатации сердца в патологическую. Наибольшее сердце, которое упоминается в литературе, наблюдали Holman H., Nettinger T. у выдающегося шоссейного гонщика- профессионала – 1700 мл. Никакими методами исследования не были найдены патологические изменения. Через 4 года после прекращения тренировок, размер сердца у этого спортсмена был 900 мл.

Физиологическая гипертрофия миокарда – вторая структурная особенность сердца у спортсменов. Биологическая целесообразность развития гипертрофии миокарда выходит из того факта, что во время физической нагрузки при одном сокращении сердце спортсмена должно выбросить приблизительно в 2-3 раза больше крови за сокращенное вдвое время. Для выполнения этой значительной работы сила сокращения сердечной мышцы должна быть увеличена. Это достигается благодаря развитию гипертрофии миокарда.

Гипертрофический процесс в миокарде проходит за счет увеличения количества саркомеров, количества и размеров митохондрий, рибосом и других элементов миокарда (Д.С. Саркисов). В связи с этим, главным критерием наличия гипертрофии миокарда есть увеличения его массы, которую можно определить с помощью эхокардиографии. Масса миокарда, в той или иной мере, увеличена у спортсменов всех специализаций, но больше у спортсменов, которые тренируются на выносливость. Из этого можно сделать вывод, что у большинства людей, которые систематически занимаются спортом, есть разной выраженности рабочая гипертрофия миокарда.

Рабочая гипертрофия миокарда характеризуется ростом капиллярной сети. Без этого уже незначительная степень гипертрофии приводила бы к относительному кислородному голоданию мышечных волокон.

Итак, рационально спланированные нагрузки приводят к развитию умеренной гипертрофии миокарда, увеличению мощности его адренергической иннервации и отношения коронарных капилляров к мышечным волокнам, повышению концентрации миоглобина и активности ферментов, которые отвечают за транспорт субстратов. При запредельной нагрузке на сердце, которое нуждается в чрезмерной длительной компенсаторной гиперфункции, возникает несбалансированная адаптация, при которой масса сердца возрастает значительно больше, чем функциональные возможности структур, которые отвечают за нервную регуляцию и энергообеспечение, ухудшается кровоснабжение миокарда, возникает относительное кислородное голодание отдельных мышечных элементов, которое может закончиться развитием некроза со следующим замещением мышечной ткани соединительной, т.е. развитием кардиосклероза. Такая гипертрофия не характерна для нормального сердца спортсмена. Она может развиваться при нерациональной тренировке, или при некоторых сопутствующих заболеваниях. Как и чрезмерная дилатация, чрезмерная гипертрофия миокарда у спортсменов указывает на возникновение передпатологического или патологического процесса в сердце. Сократительная способность такого сердца снижается, и работоспособность его падает. Если процесс адаптации протекал нормально, но позднее тренировки были прекращены или нагрузки снижены ниже уровня, способного обеспечить поддержание достигнутых показателей функциональных возможностей, то постепенно наступает процесс деадаптации: уменьшается синтез белка и масса миокарда, уменьшается энергообеспечение и т.п.

Функциональные характеристики сердечно-сосудистой системы. Функциональные особенности сердца спортсмена касаются всех его функций: автоматизма, возбудимости, проводимости и сокращения. В работе тренера или преподавателя физического воспитания наибольший интерес вызывает сократительная функция миокарда, которую оценивают в основном по показателям кардиодинамики и гемодинамики. Для количественной оценки кардиодинамики у спортсменов используется фазовый анализ систолы левого желудочка. Он заключается в измерении продолжительности периодов и фаз систолы. При этом особое внимание обращается на продолжительность фаз изоволемиического сокращения и периода выброса. Фаза изоволемиического сокращения характеризует то время, на протяжении которого внутрижелудочковое давление повышается от минимального уровня во время диастолы до уровня давления в аорте. В этот момент аортальные клапаны приоткрываются и начинается период выброса крови из желудочков. Продолжительность фазы изоволемиического сокращения зависит от скорости повышения давления в левом желудочке (т. е. она непосредственно отражает сократительную способность миокарда).

У спортсменов, которые тренируются на выносливость, продолжительность основных фаз систолы существенным образом отличается от зарегистрированных у нетренированных людей. Эти особенности кардиодинамики более всего отражаются в полном фазовом синдроме гиподинамии (ПФСГ) миокарда,

который характеризуется преимущественным удлинением фазы изоволемиического сокращения, снижением скорости повышения давления в желудочке, относительным сокращением периода изгнания, увеличением конечного диастолического объема (КДО) и массы миокарда. ПФСГ миокарда является одним из проявлений экономичности сердечной деятельности у спортсменов и указывает на то, что сердце спортсмена в условиях покоя работает более экономно во время каждой систолы.

Вместе с ПФСГ наблюдается неполный фазовый синдром гиподинамии (НФСГ) миокарда, который характеризуется увеличенной продолжительностью фазы изоволемиического сокращения и сниженной скоростью повышения давления в желудочке при практически нормальной деятельности периода изгнания.

У спортсменов, которые занимаются преимущественно скоростно-силовыми видами спорта, кардиогемодинамика мало отличается от той, которая характерна для здоровых нетренированных людей.

Сократительная функция миокарда оценивается по тому количеству крови, которая выталкивается из сердца в состоянии покоя и при нагрузке - показатели гемодинамики.

Как известно, ударный объем крови у здоровых нетренированных людей чаще всего колеблется в пределах 40-90 мл, у спортсменов - в пределах 50-100 мл (у некоторых спортсменов в покое эта величина составляет 100-140 мл). Таким образом, у спортсменов в условиях покоя имеется тенденция к увеличению ударного объема крови. Есть два механизма, которые объясняют эту тенденцию. Один из них связан с антропометрическими особенностями спортсменов: чем выше их рост и больше вес, другими словами, чем больше площадь поверхности тела, тем больший и ударный объем крови. Например, у баскетболистов, данный показатель колеблется в пределах 85-140 мл. У спортсменов с малыми размерами тела он более близкий к нижней границе приведенного диапазона.

Второй механизм увеличения ударного объема крови у спортсменов связан с характером спортивной деятельности. Наибольшие величины сердечного объема наблюдаются у спортсменов с высоким уровнем общей физической трудоспособности (у лыжников, велосипедистов, стайеров). Как уже говорилось, у таких спортсменов отмечаются наибольшие размеры сердца, полости которого дилатированы, КДО в желудочках увеличен, что позволяет осуществлять больший сердечный выброс. Характерно, что именно у этих спортсменов отмечается наиболее низкая частота сердечных сокращений.

Главный гемодинамический показатель - минутный объем кровообращения (МОК) - характеризует уровень кровоснабжения тканей и связанную с этим доставку к ним кислорода и удаления из них углекислоты. У здоровых нетренированных лиц минутный объем крови составляет 3-6 л/мин. при вертикальном положении тела. У спортсменов величина МОК колеблется в более широких границах: от 3 до 10 л/мин. Чем большая поверхность тела, тем выше и средняя величина минутного объема крови.

Синусовая брадикардия наблюдается у всех спортсменов, которые регулярно тренируются. Брадикардия более всего выражена у тех спортсменов, которые

тренируются на выносливость. ЧСС 40-50 за минуту в состоянии покоя является обычной для квалифицированных спортсменов.

Функциональные характеристики сердечно-сосудистой системы особенно демонстративны при физической нагрузке. В это время полностью перестраивается кардиодинамика: продолжительность всех фаз сердечного цикла сокращается. Вместо фазового синдрома гиподинамии миокарда в покое, при нагрузке всегда наблюдается гипердинамика миокарда. У высококвалифицированных спортсменов она проявляется преимущественным сокращением (в 20-30 раз) фазы изоволевического сокращения. А это означает, что максимальная скорость повышения давления в желудочке значительно возрастает, что свидетельствует об усилении сокращения сердечной мышцы. Как следствие этого возрастает ударный объем крови (до 150-200 мл), ЧСС возрастает до 185-200 ударов за минуту. ЧСС при предельных нагрузках может возрастать в 5-6 раз, в то время как у людей, которые не занимаются спортом, всего в 2,5-3 раза. Величины максимального систолического объема крови наблюдаются лишь в определенном диапазоне ЧСС. Для нетренированных лиц эти границы колеблются от 100-110 ударов за минуту, до 170-180 ударов за минуту. У спортсменов высокой квалификации эти границы составляют соответственно 110-130 ударов за минуту, верхняя - 190-200 ударов за минуту. Минутный объем крови при максимальных нагрузках может повышаться до 25-40 л/мин.

Показатели функционального состояния артериальных сосудов у спортсменов, как правило, отвечают возрастным стандартам. У хорошо тренированных спортсменов скорость распространения пульсовой волны чаще бывает на нижней границе нормы, которая обеспечивает уменьшение эластичного сопротивления выходу крови из сердца в сосуды. Это дополнительно обеспечивает экономизацию сердечного сокращения в условиях покоя. При физической нагрузке эластичность сосудов повышается, в то время как периферическое сопротивление снижается, что приводит к увеличению кровообращения в капиллярах, ускорение тока крови по большим сосудам. Одним из главных показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы является давление крови в артериях. У большинства спортсменов величины артериального давления (АД) отвечают возрастным стандартам. Вместе с тем, у некоторых спортсменов регистрируется как повышенное, так и сниженное АД.

Повышение АД часто связано с гиперкинетическим кровообращением, когда минутный объем крови в покое увеличен, а периферическое сопротивление нормальное. Раньше сниженный АД у спортсменов рассматривали как проявление высокой тренированности. Но в последние годы на основе анализа большого количества клинического материала стало ясно, что сниженное АД может быть признаком патологии. Только в 33,2% спортсменов гипотония имеет физиологическое происхождение и указывает на высокий уровень тренированности (А. Г. Дембо); у остальных спортсменов низкое АД связано с наличием очагов хронической инфекции, с переутомлением и т.п.

Тема 3. Основные гемодинамические показатели и функциональная характеристика деятельности сердечно-сосудистой системы в процессе адаптации к физическим нагрузкам

1. Физиология системного кровообращения.
2. Систолический и минутный объемы крови в покое и при физических нагрузках. Частота сердечных сокращений, артериальное давление, виды артериального давления в покое и при физических нагрузках.
3. Краткосрочная и долгосрочная регуляция артериального давления как механизмы адаптации ССС к физическим нагрузкам.
4. Взаимосвязь нервного, гуморального и миогенного (внутрисердечного) механизмов регуляции деятельности ССС в процессе адаптации к физическим нагрузкам.

1. Общеизвестно, что сердечно-сосудистая система включает в себя сердце, кровеносные сосуды и в основе процесса кровообращения лежит сократительная деятельность сердца, в результате которой кровь нагнетается в сосуды, тонус которых определяет уровень артериального давления. Однонаправленный ток крови в системе кровообращения обеспечивается клапанами, а просвет сосудов регулируется окружающими эти сосуды гладкими мышцами, что дает возможность управлять количеством крови, протекающей по тому или иному сосудистому руслу и тем самым перераспределять кровоток в организме.

Для более глубокого понимания механизмов контроля сердечно-сосудистой системы в условиях действия комплекса факторов, в том числе и физических нагрузок, целесообразно обратить внимание на ряд базовых закономерностей в деятельности сердца и сосудов. С одной стороны, сердечно-сосудистая система обладает определенной автономностью, с другой стороны – подвержена влиянию различных внешних и внутренних факторов окружающей среды, что отражает постоянную связь сердечно-сосудистой, нервной и эндокринной систем.

Миокард составляет основную массу сердца и состоит из особых поперечно-полосатых мышечных волокон кардиомиоцитов. Мышечные волокна рабочего миокарда предсердий и желудочков разделены соединительнотканной предсердно-желудочковой перегородкой, связь между ними осуществляется только посредством проводящей системы сердца. В вопросе анатомического строения сердца установлено, что миокард желудочков имеет три, а предсердий – два мышечных слоя. Миокард желудочков имеет наружный косой, средний, самый мощный (кольцевой) и внутренний – продольный слой, формирующий сосочковые мышцы. Кольцевой (циркулярный) слой принадлежит каждому желудочку отдельно и наиболее развит в левом желудочке. Глубокие циркулярные волокна окружают каждый желудочек мышечным кольцом, а поверхностные – участвуют в образовании межжелудочковой перегородки, где переходят в глубокий мышечный слой другого желудочка, заканчиваясь в трабекулах и папиллярных мышцах. За счет такого направления пучков, во время систолы происходит полукруговое движение выброса, при этом свободные стенки левого и правого желудочков приближаются к межжелудочковой перегородке. В этом движении мышцы переднебоковой поверхности левого желудочка формируют сердечный выброс.

Сердце во время систолы в норме должно укорачиваться на 30% по всем осям. По данным ультразвукового исследования сердца выявлено, что в норме толщина стенки правого желудочка колеблется от 2 до 4 мм, а левого желудочка – от 10 до 12 мм. Размер короткой оси левого желудочка в диастолу в норме составляет 3,5 – 6,0 см, а в систолу – 2,1 – 4,0 см. Размер длинной оси левого желудочка в диастолу составляет 6,3 – 10,3 см, в систолу – 4,6 – 8,4 см, при этом хорошая сократимость мышечных волокон определяет нормальную систолическую функцию левого желудочка [18].

Структура сердца определяет его физиологические свойства, которые закономерно связаны с процессами возбуждения, проведения и сокращения в миокарде. Важнейшими особенностями сердечной мышцы являются: наличие автоматии, длительный период абсолютной рефрактерности кардиомиоцитов, почти полностью совпадающий по времени с периодом сокращения, проведение возбуждения не только по атипичным волокнам проводящей системы, но и от одного кардиомиоцита к другому. Перечисленные особенности обусловлены свойствами мембран миокардиальных волокон, спецификой ионных каналов типичных и атипичных волокон миокарда, а также наличием функционального синцития.

Таким образом, сердечно-сосудистая система является уникальной системой организма, в функционировании которой морфологические и физиологические явления тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Высокая пластичность структур и компенсаторно-адаптационного потенциала позволяет кровеносной системе приспособливаться к условиям среды путем изменения ряда показателей, характеризующих инотропную, хронотропную, дромотропную, сосудистую и другие реакции организма, участие которых зависит от мощности и длительности функциональных нагрузок.

2. Известно, что физическая нагрузка требует существенного повышения функции ССС, от которой (вместе с системами дыхания и крови) зависит обеспечение работающих мышц достаточным количеством кислорода и питательных веществ и выделение из тканей CO_2 . Иначе говоря, при физической нагрузке необходимо доставлять на периферию возможно большее количество крови. Выполнение этой задачи обеспечивает ряд гемодинамических механизмов в деятельности ССС.

К основным гемодинамическим показателям относятся: ЧСС, ударный объем крови (УО), минутный объем крови (МОК), артериальное давление (АД), объем циркулирующей крови (ОЦК), общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС).

Представленные гемодинамические показатели в значительной мере взаимосвязаны между собой и степень их изменения зависит от их исходных величин в состоянии покоя, а также от интенсивности и продолжительности выполняемой нагрузки. УО – это основной показатель, характеризующий систолическую (сократительную) функцию сердца, который зависит от количества крови, притекающей к сердцу, то есть от венозного возврата и от силы сердечных сокращений. Этот показатель определяется также как разница конечно-диастолического и конечно-систолического объемов. Изучению УО посвящены работы многих исследователей. Установлено, что в процессе роста и

развития организма и по мере повышения уровня тренированности происходит увеличение показателя УО, а также наблюдается изменение связанных с ним показателей МОК и ЧСС (рисунок 1.2).

Однако следует отметить, что в широком диапазоне повышения ЧСС при физических нагрузках УО повышается незначительно и при высоких значениях ЧСС – возможно даже снижение данного показателя.

Так, на первых ступенях нагрузки возрастает УО и ЧСС, в дальнейшем прирост МОК обеспечивается за счет прироста ЧСС, а прирост УО прекращается в условиях нарастающей нагрузки у нетренированных людей. В нетренированном сердце взрослого человека резервы повышения ударного объема крови исчерпываются уже при ЧСС – 120-130 ударах в минуту. У тренированных спортсменов прирост МОК не прекращается при возрастающей нагрузке и при этом не уменьшается наполнение камер сердца при ЧСС – 150-160 ударов в минуту.



Рисунок 1.2 – Соотношение показателей ЧСС и УО в условиях повышенной потребности организма в кислороде при выполнении физических нагрузок

Таким образом, при выполнении максимальных нагрузок у спортсменов МОК увеличивается в 5-7 раз, у нетренированных лиц это увеличение составляет 3-4 раза. Адаптация к физической нагрузке происходит главным образом за счет увеличения УО и в меньшей степени за счет увеличения ЧСС. Такое приспособление экономически выгодно, поскольку требует меньших усилий для достижения большего эффекта, при этом используется и совершенствуется ряд внутрисердечных, гемодинамических и нейрогуморальных механизмов (рисунок 1.4) [17].

Так по данным Я.М.Коца (1985) увеличение ударного объема крови является результатом систематических мышечных тренировок вследствие двух основных

изменений в сердце: 1) увеличения объема (дилатация) полостей сердца и 2) повышения сократительной способности миокарда (гипертрофия). Увеличение объемов желудочков приводит к росту конечно-диастолического объема, оцениваемого как максимальное количество крови, вмещающееся в каждый желудочек [96].

Эффективное использование резервного объема крови – это включение его в состав ударного объема крови, усиление сократимости миокарда, и как результат нейрогуморальной регуляции сердца – задействование механизмов ауторегуляции. Определенную роль в данном процессе может играть и уменьшение общего периферического сопротивления сосудов [96].

Н.Klepzig (1955), основываясь на данных рентгенологического исследования, показал, что у здоровых людей УО относится к конечно-диастолическому как 1:1,3, а у спортсменов это соотношение равно 1:2,2. Из этого следует, что дилатация у спортсменов обеспечивает увеличение ФОЕ, благодаря чему в работе желудочков создается высокий функциональный резерв сердца.



Рисунок 1.3 – Взаимосвязь механизмов, определяющих величину сердечного выброса

3. В ходе оценки функционального состояния ССС, при применении функциональных проб, часто используют методики с определением показателей ЧСС и АД. Так общеизвестно, что ЧСС при выполнении упражнений увеличивается прямо пропорционально интенсивности физической нагрузки. Соответствие реакции ЧСС изменениям АД определяется путем сравнения процента увеличения ЧСС с изменением всех основных параметров, характеризующих АД. Так, общеизвестно, что рост ЧСС на дозированную

физическую нагрузку (проба с приседаниями, 2-х минутный бег, степ-тестовая нагрузка и др.) происходит в пределах 60-100% от исходного показателя, при соответствующем росте САД на 15-30%, и уменьшении ДАД на 10-35%. При этом показатели пульсового давления (ПД) при адекватной реакции человека на физическую нагрузку должны повышаться в зависимости от интенсивности на 60-120%. Процент увеличения ПД не может быть значительно меньше процента учащения пульса.

Оценка состояния сердечно-сосудистой системы не может считаться полноценной без регистрации и анализа состояния периферического звена системы кровообращения, обеспечивающего распределение и снабжение кровью различных органов и систем организма в зависимости от степени их функционирования. Периферический отдел системы кровообращения выполняет не только транспортную функцию, но и основную конечную обменную функцию сердечно-сосудистой системы. Основным показателем периферической системы кровообращения под влиянием мышечной деятельности – общая скорость кровотока, биологическая целесообразность значительного увеличения которого связана с процессами энергетического обеспечения работающих мышц.

По данным большинства исследователей, с нарастанием тренированности и увеличением стажа занятий физической культурой и спортом интенсивность мышечного кровотока в конечностях снижается в условиях покоя. Экономизация кровотока в состоянии покоя связана с повышенной утилизацией кислорода тканями в связи с ростом числа митохондрий в мышечных волокнах работающей скелетной мускулатуры в процессе адаптации к гипоксии при систематических физических нагрузках. При выполнении стандартных физических нагрузок величина дополнительного кровотока и общая скорость кровотока меньше, чем выше тренированность спортсмена. При выполнении же нагрузок, близких к максимальной интенсивности, процесс нарастания тренированности (в частности, выносливости) сопровождается большей интенсификацией кровообращения в работающих мышцах, большей величиной дополнительного кровотока, что сочетается с большим объемом выполненной работы. Представляет интерес и тот факт, что адаптационные изменения в регионарной гемодинамике выявляются раньше чем в центральной гемодинамике (по показателям ЧСС и АД) [99, 100]. В целом, изменения периферического кровообращения в условиях действия физических нагрузок позволяют судить: об уровне тренированности, о переносимости физических нагрузок, а также о готовности выполнения планируемой физической нагрузки (по данным исследования перед началом тренировочного занятия).

Таким образом, адаптационные реакции системы кровообращения на физическую нагрузку подчиняются выявленным закономерностям, при этом по амплитуде изменения показателей могут быть разнообразными, определяются индивидуальными особенностями (возраст, пол, антропометрические показатели, уровень тренированности и др.) и зависят также от типа кровообращения.

4. Единство и взаимообусловленность структуры и функции ССС осуществляется через взаимосвязь нервного, гуморального и миогенного (внутрисердечного) механизмов регуляции. Общеизвестно, что регуляция кровообращения – это поддержание заданного уровня системного артериального давления (АД), уровня напряжения в крови и тканях O_2 и CO_2 , концентрации H^+

ионов. Центральный и регионарный кровоток постоянно приспосабливается к потребностям организма и при этом, к примеру, роль нервной регуляции состоит в том, чтобы поддерживать уровень артериального давления в первую очередь за счет изменения сопротивления кровотоку в периферических сосудистых руслах. В нервной регуляции капиллярного кровотока существуют свои приоритеты. В частности, в случае падения артериального давления кровоснабжение кишечника, печени и мышц снижается для того, чтобы поддержать кровоток в головном мозге и сердце. В связи с этим, вполне закономерен подъем артериального давления при выполнении физических нагрузок для перераспределения крови не только в направлении мозга, но и к работающим мышцам.

В процессе обеспечения экономичности и эффективности функционирования сердца важную роль играют регуляторные изменения, происходящие в процессе адаптации организма к мышечной деятельности. Внутрисердечные механизмы регуляции работы сердца описаны в литературе как внутриклеточный, гемодинамический и рефлекторный.

Внутриклеточный механизм обусловлен тем, что сердечная мышца, постоянно испытывая необходимость в повышении активности, стимулирует синтез дополнительных сократительных белков, что приводит к внутриклеточной гипертрофии миокарда (рисунок 1.1).

Гемодинамическая регуляция сердечной деятельности представлена законом Франка-Старлинга, который устанавливает зависимость между силой сокращения миокарда и исходной длиной мышечных волокон перед сокращением, определяемой объемом притекающей крови, т.е. венозным возвратом и запускается по причине возрастания объема венозного притока крови к сердцу [23]. Чем больше крови к сердцу притекает во время диастолы (повышение конечно-диастолического объема), тем в большей степени растягивается миокард и тем сильнее последующая сила сокращения кардиомиоцитов.

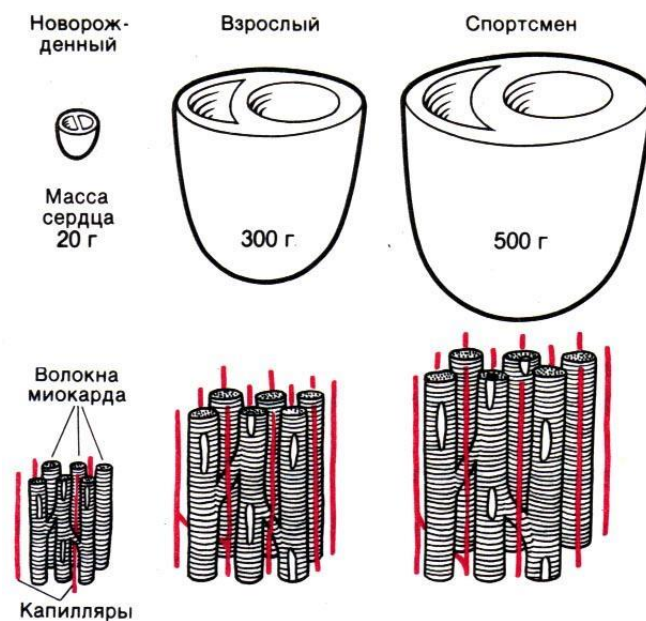


Рисунок 1.1 – Внутриклеточная гипертрофия и капилляризация миокарда в онтогенезе и при занятиях спортивной деятельностью

Механизм, который лежит в основе этого закона, связан с изменением длины саркомеров кардиомиоцитов (рисунок 1.2). Так при растяжении саркомеров в

пределах 1,9 – 2,2 мкм возможна максимальная сила сокращения миокарда (по показателям УО и КДО). Этот закон проявляется только при средних степенях растяжения миокарда и реализуется в момент систолы предсердий, когда происходит дополнительное введение в желудочки объема крови. В некоторых работах (Alexander J.K. et al., 1967; Ellsworth M.L. et al., 1994) отмечено, что механизмы гемодинамической ауторегуляции достаточны, чтобы обеспечить соответствующий уровень силы возврата венозному притоку.

В увеличении силы сокращения миокарда в рамках закона Франка-Старлинга несомненную роль играет способность тропонина растянутых миофибрилл связывать как саркоплазматический кальций, так и кальций, содержащийся в межклеточной жидкости. Чем больше кальция поступает в саркоплазму, тем больше его молекул связывается с тропонином и тем больше образуется актин-миозиновых мостиков и как следствие – больше развиваемая сила сокращения миокарда. Удаление ионов кальция в процессе расслабления кардиомиоцитов является энергетически зависимым процессом и определяется работой мембранного натрий-калиевого насоса, который, создавая высокий электрохимический градиент ионов натрия, обеспечивает эффективную работу кальций-натриевого обменного механизма и способствует удалению кальция из клетки во время диастолы.

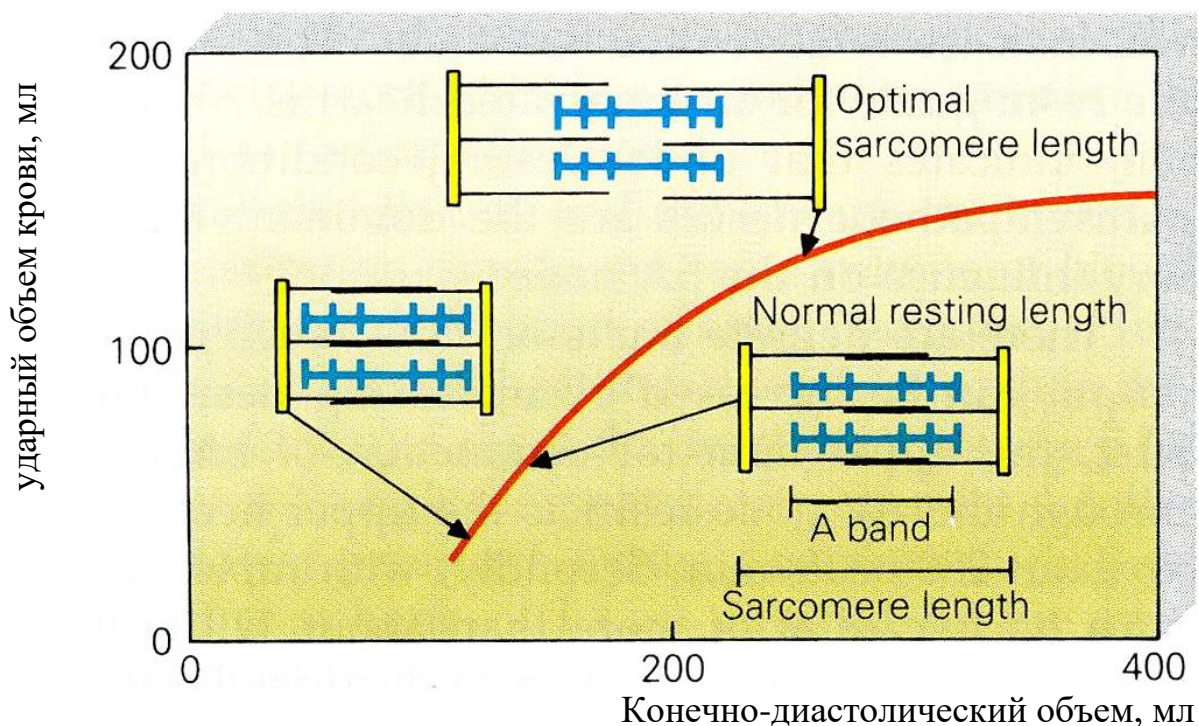


Рисунок 1.2 – Графическая иллюстрация зависимости между показателями ударного объема крови и конечно-диастолического объема. (На вставках, показано схематичное изображение саркомеров, иллюстрирующее взаимосвязь между ударным объемом крови и конечно-диастолическим объемом и перекрытием миофиламентов)

Высокая частота сердечных сокращений, снижение обеспеченности миокарда кислородом, вследствие действия различных факторов, в том числе и гипертрофии миокарда, могут привести к дисфункции энергетически зависимых

ионных насосов, что вызовет переполнение кардиомиоцитов кальцием и нарушит процесс расслабления.

Следующий эффект гемодинамической регуляции обусловлен повышением давления в аорте или легочном стволе и проявляется увеличением силы сердечных сокращений (эффект Анрепа, закономерность «давление-сила», воздействие на миокард постнагрузки). При этом усиление механической работы сердца, необходимой для поддержания прежнего ударного объема в условиях повышенного артериального давления, также обусловлено большим растяжением сердечной мышцы во время диастолы.

В литературе описан также эффект гемодинамической регуляции, который отражает зависимость между частотой и силой сердечных сокращений: чем чаще сердце сокращается (до определенных значений) тем выше сила его сокращений и наоборот (феномен Боудича, закономерность «частота-сила»). При этом длина сердечной мышцы не меняется. Феномен Боудича во многом обусловлен также изменением метаболизма кардиомиоцитов, когда при увеличении ЧСС (до определенных значений) начинают преобладать процессы поступления ионов кальция в саркоплазму над процессами их удаления в межклеточное пространство, в результате повышения концентрации ионов кальция усиливается модулирующий эффект актин-миозинового комплекса.

Механизм **внутрисердечных периферических рефлексов** обусловлен наличием афферентных, эфферентных и промежуточных нейронов, образующих рефлекторную дугу, которая замыкается в интрамуральных ганглиях сердца. При этом эфферентный нейрон этой рефлекторной дуги может быть общим с дугой классического вегетативного рефлекса. Внутрисердечная рефлекторная дуга начинается с рецепторов растяжения (или с хеморецепторов) и может оканчиваться на кардиомиоцитах, расположенных в другом отделе сердца. В результате возникшие в рецепторах импульсы информируют о степени растяжения миокарда и заполнения сердечных камер необходимым объемом крови. Таким образом, при разной степени заполнения полостей сердца кровью миокард развивает необходимую для выталкивания крови в сосудистую систему силу сокращения [Швалев В.П., 1991; Halliwill J.R. et al., 1996; Pallotta B.S., Wagoner P.K., 1992]. Показано, что при умеренном растяжении правого предсердия происходит повышение силы сокращения левого желудочка, а при чрезмерном растяжении правого предсердия сила сокращений левого желудочка снижается.

Тема 8. Функциональные изменения в нервно-мышечной системе в процессе адаптации к физическим нагрузкам различной направленности и интенсивности

Нервно-мышечная система представлена совокупностью *двигательных нейронов спинного мозга и ствола мозга и всех мышц*, которые двигательные нейроны иннервирует. В самом определении НМС выявляется функциональная связь двух физиологических систем: нервной и мышечной. В естественных условиях существования организма мышечная ткань может сокращаться, совершая при этом механическую работу, только при поступлении к ней нервных импульсов из нервной системы. По крылатому выражению великого русского физиолога И.М.Сеченова «... Мышца «научила» нервную систему работать импульсами».

Содержание скелетных мышц в организме составляет (в % от массы тела человека) у мужчин – 40 % и более, у женщин – менее 40 %, у детей – около 25 %, у

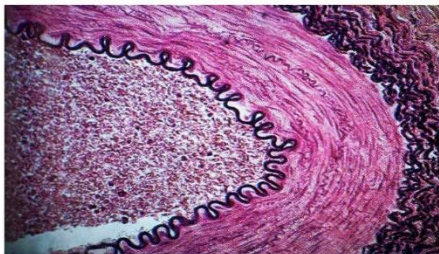
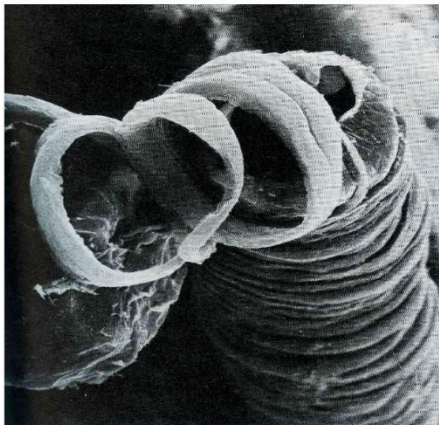
у пожилых людей – около 30 %, у спортсменов-тяжелоатлетов – до 50-55 %, у культуристов – до 60-70 %.

У человека существует 3 вида мышц: поперечно-полосатые скелетные мышцы, особая поперечно-полосатая сердечная мышца и гладкие мышцы внутренних органов. Различаются они морфологическими, биохимическими и функциональными особенностями, а также путями развития.

Поперечно-полосатые, скелетные мышцы являются активной частью опорно-двигательного аппарата, полностью подчиняются центральной нервной системе. Скелетные мышцы прикреплены в основном к костям, что и обусловило их название. Сокращение скелетных мышц осуществляется импульсами, поступающими из соматической нервной системы, сознательно контролируется и является произвольным. Все виды *произвольных движений* – ходьба, бег, плавание, речь, письмо, мимика, а также движение глазных яблок и слуховых косточек, дыхание и глотание, основаны на способности скелетных мышц сокращаться, приводя в движение соединенные с ними кости.

При микроскопическом исследовании в скелетных и сердечной мышцах обнаруживается исчерченность, поэтому их называют поперечно-полосатыми мышцами.

Гладкие мышцы



Поперечно-полосатые (скелетные мышцы, сердечная мышца)

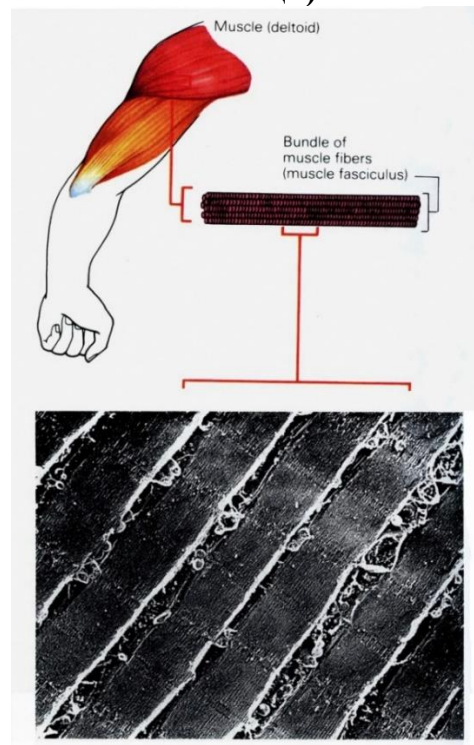


Рисунок – Гладкая мускулатура сосудов и поперечно-полосатая скелетная мышца

Сердечная мышца отличается от скелетных мышц и занимает промежуточное положение между гладкими и скелетными мышцами. Сердечная мышца сокращается ритмично с последовательно меняющимися фазами

сокращения (систола) и расслабления (диастола). Работа сердца осуществляется в основном непроизвольно и регулируется вегетативной нервной и гуморальной системами.

Гладкая мускулатура слабо контролируется центральной нервной системой и обладает автоматизмом. Сокращение гладких мышц осуществляется нервными импульсами, которые поступают по вегетативным нервам. В сокращении принимают участие гормоны и ряд других сигнальных молекул. Гладкие мышцы включают мышцы внутренних органов, системы пищеварения, стенок кровеносных сосудов, а также кожи и матки.

К функциям нервно-мышечной системы относятся:

1. передвижение тела в пространстве;
2. перемещение частей тела относительно друг друга;
3. поддержание позы;
4. передвижение крови и лимфы;
5. участие в терморегуляции;
6. участие в акте вдоха и выдоха;
7. депонирование воды и солей;
8. защита внутренних органов;
9. антистрессовое действие двигательной активности.

При *гиподинамии* (уменьшении общего количества движений) деятельность нервной и мышечной систем нарушается: в нервной системе снижается частота импульсации, в мышечной – страдает микроциркуляция, снабжение мышечной ткани кислородом. Как результат – *снижается умственная и физическая работоспособность человека*, нарушается память, ускоряются склеротические процессы в сосудах; человек быстрее стареет и живет меньше.

Двигательные единицы их классификация.

Структурно-функциональной единицей нервно-мышечной системы является *двигательная единица (ДЕ)*.

Двигательная единица – это двигательный нейрон, его аксон и группа иннервируемых этим аксоном мышечных волокон (рисунок). В зависимости от количества концевых веточек, размера и функциональных особенностей двигательного нейрона, его аксона, а также от **самых мышечных волокон** двигательные единицы классифицируют на малые двигательные единицы и большие двигательные единицы.

Малая двигательная единица – маленький двигательный нейрон, тонкий аксон, иннервируют небольшое количество мышечных волокон (от единиц до десятков). Мышечные волокна входят в состав коротких мышц: пальцев рук и ног, мышцы лица и частично в состав более крупных мышц туловища и конечностей.

Большая двигательная единица включает крупный двигательный нейрон с относительно толстым аксоном, большое количество концевых веточек и иннервируют сотни, тысячи мышечных волокон. Они входят в состав крупных мышц туловища и конечностей.

С функциональной точки зрения двигательные единицы разделяют на 2 типа: *медленные двигательные единицы* и *быстрые двигательные единицы*.

Медленные двигательные единицы обладают высокой возбудимостью и низким порогом, обеспечивают тонус мышц и работу организма при

относительно умеренной интенсивности. Они мало утомляемы, так как работают в аэробных условиях (минуты, часы) без значительного утомления. Они сокращаются медленно.

Быстрые двигательные единицы обладают низкой возбудимостью, высоким порогом. Работают при большой интенсивности в анаэробных условиях. Они быстро утомляются и долго не могут работать. Показывают большую скорость и силу сокращения мышц, и поэтому называются быстрыми двигательными единицами. Их включение облегчается при эмоциональном возбуждении, при большом содержании адреналина в крови.

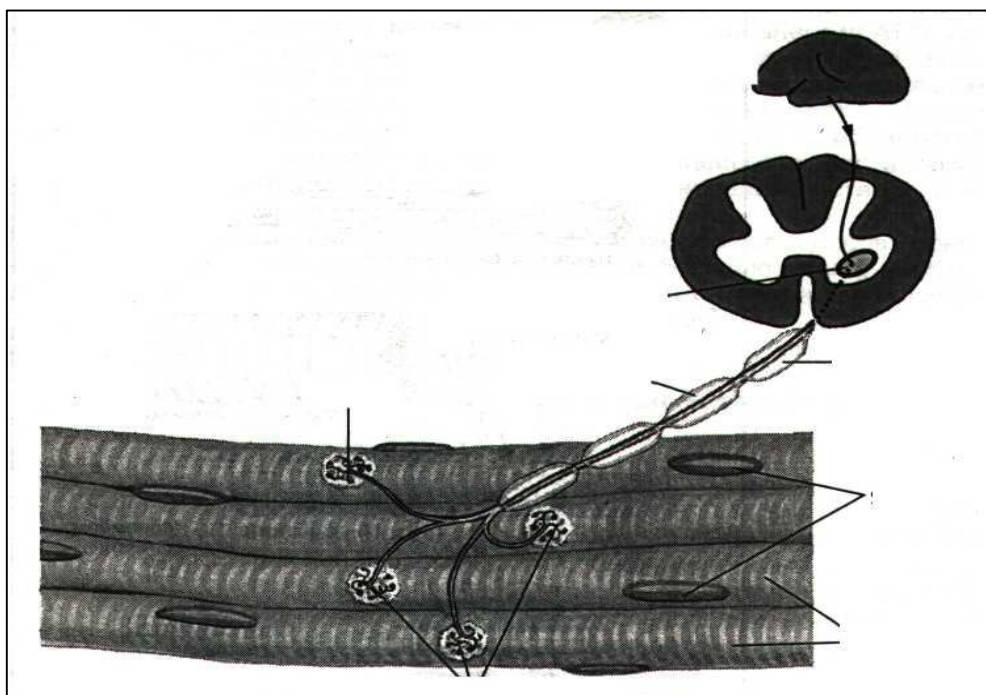


Рисунок Схематичное изображение двигательной единицы

В зависимости от строения, химического состава и преобладающих способов ресинтеза АТФ различают три типа мышечных волокон:

1. красные (медленные, S-волокна, тонические)
2. белые (быстрые, F-волокна, фазические)
3. промежуточные (красные, быстрые, переходные)

Среднее соотношение красных, белых и промежуточных волокон в скелетных мышцах составляет: 52,7 %, 14,5 %, 32,5 % (таблица 1).

Таблица – Содержание отдельных типов волокон в мышцах нижних конечностей человека, % (Волков Н.И. и др., 2000 г.)

	Типы мышечных волокон		
	красные	белые	промежуточные
Нетренированный	55	10	35
Бегун-марафонец	80	5	14
Бегун-спринтер	23	28	48

Процентное соотношение быстрых и медленных мышечных волокон называется *композицией мышцы*. Соотношение их в каждой мышце индивидуально генетически детерминировано.

В состав скелетной мышцы входят мышечные волокна всех типов, однако в зависимости от функции в ней преобладает тот или иной тип. Чем больше в мышцах белых волокон, тем лучше человек приспособлен к выполнению работы, требующей большой скорости и силы. Преобладание красных волокон обеспечивает выносливость при выполнении длительной работы.

Тренировка не меняет композицию. Она может способствовать развитию гипертрофии одного или другого типа, но не может изменить соотношение между ними.



МС и БС мышечные волокна.

Рисунок - Композиция мышечных волокон: красных (большинство), белых и промежуточных

Строение мышечного волокна

Мышечное волокно окружено сарколеммой и содержит полный спектр органелл.

Сарколемма – поверхностная мембрана мышечного волокна, Представляет собой двухслойную липопротеидную плазматическую мембрану, покрытую сетью коллагеновых волокон, придающих ей прочность и эластичность. При расслаблении мышцы в сарколемме создаются упругие силы, которые при расслаблении растягивают мышечное волокно в исходное положение.

Сарколемма отгораживает внутреннее содержимое мышечного волокна от омываемой его межклеточной жидкости. Она обладает свойством избирательной проницаемости для различных веществ. Через неё не проходят высокомолекулярные вещества, такие как жирные кислоты, белки, полисахариды, но легко проходят низкомолекулярные вещества, такие как глюкоза, кетоновые тела, молочная кислота, аминокислоты. Перенос веществ через сарколемму может осуществляться активным путём, что позволяет накапливать внутри клетки некоторые вещества и ионы в большей концентрации, чем снаружи.

Сарколемма имеет мембранный потенциал, который в состоянии покоя равен 90-100 мВ и является необходимым условием для возникновения и проведения возбуждения. Мембранный потенциал возникает благодаря наличию избытка положительных зарядов на наружной поверхности мембраны и избытка отрицательных зарядов на её внутренней поверхности. Избыток положительных зарядов на внешней поверхности мембраны возникает благодаря работе натрий-калиевых ионных насосов.

Ионные насосы – это белковые молекулы, встроенные в мембрану клетки или органеллы, которые обеспечивают активный перенос ионов через биологическую мембрану в одном направлении против градиента концентрации этих ионов. Для переноса ионов через мембрану используется энергия АТФ. В мышечной ткани особо важную роль играют ионные насосы, обеспечивающие перенос ионов K^+ , Na^+ и Ca^{2+} , которые участвуют в процессах возбуждения и сокращения мышечного волокна. В результате деятельности ионных насосов неравновесная концентрация определенных ионов может различаться по обе стороны мембраны на несколько порядков.

Натрий-калиевый ионный насос – расположен в сарколемме и обеспечивает в покое избирательный перенос ионов Na^+ из саркоплазмы на наружную поверхность сарколеммы в межклеточную жидкость и ионов K^+ из межклеточной жидкости на внутреннюю поверхность сарколеммы, в саркоплазму. На 3 иона Na^+ , выкачиваемых из клетки, закачивается 2 иона K^+ , таким образом, выкачивается больше положительных зарядов, чем поступает внутрь клетки. Благодаря деятельности натрий-калиевых ионных насосов на поверхности сарколеммы преобладают ионы Na^+ и положительные заряды, а на внутренней поверхности – ионы K^+ и большое количество органических анионов, которые приводят к возникновению отрицательного заряда на внутренней поверхности сарколеммы.

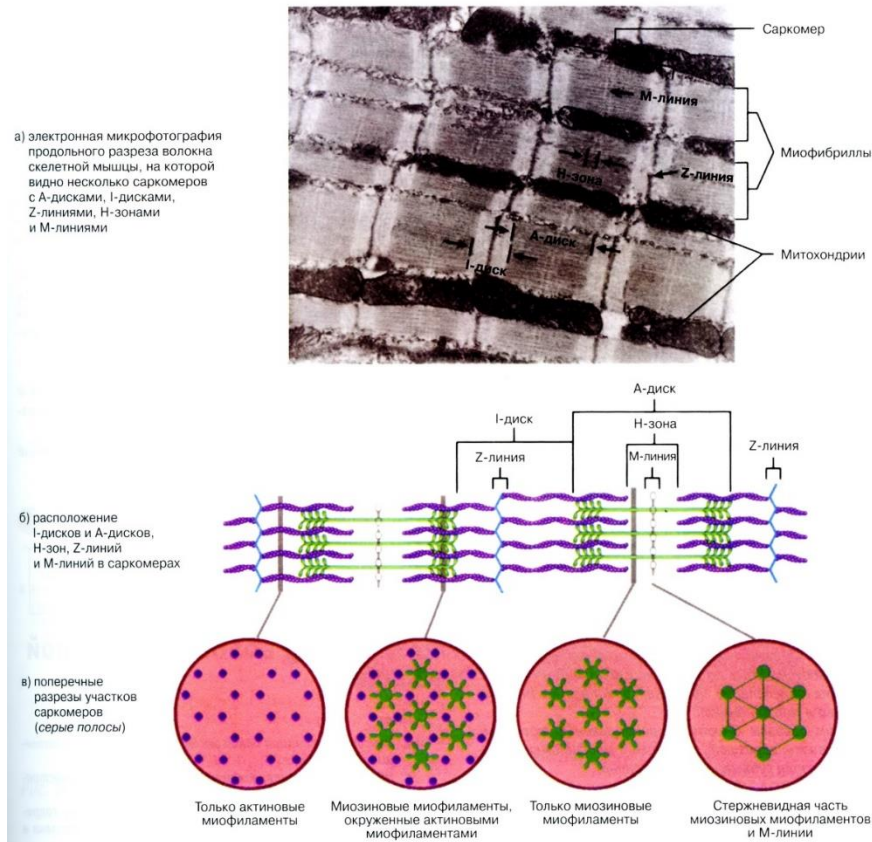
К сарколемме подходят окончания двигательных нейронов. Место контакта нервного окончания с сарколеммой называется нервно-мышечный синапс. В нервных окончаниях образуется медиатор ацетилхолин – посредник при передаче нервного импульса на сарколемму.

Саркоплазматический ретикулум (СР) – внутриклеточная мембранная система взаимосвязанных уплощенных пузырьков и канальцев (цистерн), которая окружает саркомеры миофибрилл. На внутренней мембране СР расположены белки, способные связывать ионы Ca^{2+} . Кальциевый ионный насос, расположенный в мембранах саркоплазматического ретикулума, в покое переносят ионы Ca^{2+} из саркоплазмы внутрь саркоплазматического ретикулума. В результате концентрация ионов Ca^{2+} в саркоплазматическом ретикулуме может достигать 10^{-3} моль·л⁻¹, тогда как в саркоплазме она намного ниже – около 10^{-7} моль·л⁻¹. Под воздействием нервного импульса СР выбрасывает ионы Ca^{2+} в саркоплазму, а после прекращения его действия поглощает ионы Ca^{2+} .

Саркоплазма – внутриклеточная жидкость, заполняющая внутреннее пространство мышечного волокна, омывающая миофибриллы, ядра и различные органоиды клетки. Содержит органические и минеральные вещества, необходимые для жизнедеятельности клетки.

Отличительной особенностью мышечных клеток является наличие миофибрилл – сократительных элементов. Они занимают 80% объема мышечного

волокна. Располагаются внутри вдоль оси волокна и соединяют полюса клетки. Способны укорачиваться. Количество их достигает нескольких тысяч в одном волокне. В нетренированных мышцах они расположены рассеяно (диффузно), а в тренированных – сгруппированы в пучки, называемые на поперечных срезах волокна полями Конгейма. В пучках миофибриллы сокращаются синхронно.



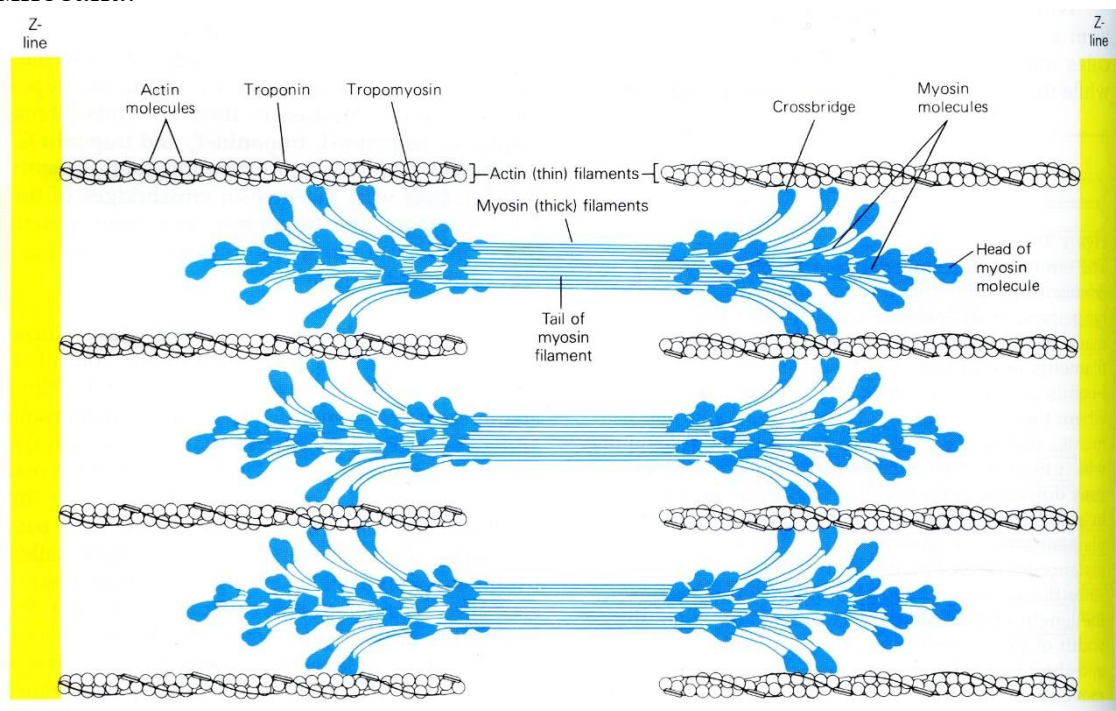
Миофибриллы построены из большого числа мышечных нитей протофибрилл (филаментов). Протофибриллы – это миофибрилярные белковые нити двух типов – толстые (миозиновые) и тонкие (актиновые). Поочередно чередуясь, образуют миофибриллу. Расположены так, что концы пучков тонких нитей заходят в промежутки между концами пучков толстых нитей. При сокращении миофибриллы каждая тонкая нить может вступать в контакт с тремя толстыми, а одна толстая нить – с шестью тонкими нитями. В одной миофибрилле содержится в среднем 2500 нитей. Тонкие нити пересечены мембранами – Z-линиями. Участок миофибриллы между соседними Z-линиями – это саркомер – наименьшая структурная сократительная единица миофибриллы. Каждая миофибрилла состоит из нескольких сотен саркомеров (до 1000).

Толстые нити состоят из белка миозина. Это простой белок, состоящий из двух полипептидных цепей, образующих двойную спираль. На одном конце эти цепи расходятся и образуют шаровидное образование – головку миозина. Остальная часть молекулы называется хвостом. В составе толстой нити 300 молекул миозина переплетаются своими хвостами, а их головки выступают из толстой нити наружу.

На головках миозина расположен активный центр фермента АТФ-азы. Посредством ионов Mg^{2+} миозин присоединяет молекулы АТФ и АДФ и взаимодействует с молекулами актина тонких нитей.

Содержание миозина составляет 55 % общего количества мышечных белков.

Тонкие нити состоят из трёх основных белков: актина, тропонина и тропомиозина.



Рисунок

Актин – простой белок, составляющий основу тонкой нити. Образует двойную спираль, содержащую около 300 молекул актина. Доля этого белка составляет 25 % от общего количества мышечных белков.

Тропомиозин – белок, состоящий из двух полипептидных цепей, которые обвивают актиновые нити.

Тропонин – белок, присоединенный к тропомиозину и фиксирующий его положение на актиновых нитях. При этом блокируется взаимодействие головок миозина с молекулами актина. Различают три вида тропонинов: тропонин 1, тропонин С и тропонин Т.



Химизм сокращения мышц

При сокращении мышечного волокна выделяют четыре функциональных состояния: покой, возбуждение, сокращение, расслабление.

Мышечное волокно в состоянии покоя:

Внешняя сторона сарколеммы заряжена положительно ионами Na^+ , а внутренняя – отрицательно ионами кислотных остатков органических кислот и белков. Это создает разность потенциалов, называемую потенциалом покоя (60-100 мВ).

На головках миозина расположены молекулы АТФ с отрицательным зарядом (АТФ^-) и активный центр фермента АТФ-азы, также заряженный отрицательно. Активные центры актина блокированы отрицательно заряженным комплексом тропомиозина с тропонином. Таким образом, в состоянии покоя невозможен контакт толстых и тонких нитей и освобождение энергии АТФ,

Мышечное волокно в состоянии возбуждения:

Под влиянием нервного импульса выделяется ацетилхолин в нервно-мышечном синапсе, что изменяет проницаемость сарколеммы для ионов Na^+ и они проникают в саркоплазму волокна. Оставшиеся снаружи ионы Cl^- создают отрицательный заряд сарколеммы. Так происходит деполяризация сарколеммы и возникает потенциал действия.

Через Т-систему возбуждение быстро распространяется на все мышечное волокно. Затем проницаемость сарколеммы для ионов Na^+ снижается, а для ионов K^+ увеличивается и они выходят из саркоплазмы наружу в количестве, равном числу поступивших ионов Na^+ . Ионы K^+ нейтрализуют заряд ионов Cl^- и начинает действовать калий-натриевый насос, т.е. активно с затратой энергии АТФ выкачиваются ионы Na^+ из волокна и нагнетаются ионы K^+ в волокно. Достигается исходное распределение ионов. При этом внешняя сторона сарколеммы снова заряжается положительно, а внутренняя – отрицательно.

Мышечное волокно в состоянии сокращения:

Вслед за возникновением потенциала действия из ретикулума освобождаются ионы Ca^{2+} , которые перемещаются к миофибриллам, присоединяются к тропониону. При этом связь между тропонином, тропомиозином и актином разрывается, тропомиозин поворачивается, открывая активный центр актина. В этом месте к актину присоединяется головка миозина и образуется комплекс актомиозин в виде поперечной спайки. Возникновение контакта продвигает тонкую нить на один «шаг». Затем эта связь нарушается и возникает новая между следующей головкой миозина и актином. Снова происходит «шаг» тонкой нити в сторону от диска J к зоне H и т.д. При этом образование каждой спайки сопровождается затратой энергии АТФ. Освобождение энергии АТФ становится возможным благодаря ионам Ca^{2+} , которые отнимают отрицательные заряды и с АТФ и с активного центра фермента АТФ-азы. При сокращении миофибрилл тонкие нити скользят вдоль толстых и саркомеры укорачиваются.

Расслабление мышечного волокна:

Наступает при прекращении поступления новых двигательных импульсов. Ацетилхолин разрушается ферментом сарколеммы холинэстеразой. На мембранах восстанавливается исходное распределение ионов Na^+ и K^+ . Ионы Ca^{2+} активно, т.е. с затратой энергии АТФ возвращаются в ретикулум. Тропонин и тропомиозин закрывают активные центры актина. Тонкие нити извлекаются из пространства между толстыми нитями диска А. Зона H и диск J приобретают первоначальную длину. Линии Z отделяются друг от друга на исходное расстояние.

В процессе расслабления участвуют белки миостромины (коллагены и эластины).

Одиночный двигательный импульс вызывает одиночное сокращение, а длительное напряжение мышцы требует быстро следующих друг за другом двигательных импульсов. При поступлении новых импульсов реакции с 5 по 10 повторяются многократно, т.к. ионы Ca^{2+} не возвращаются в саркоплазматический ретикулум и поддерживают активное состояние миофибрилл.

Утомление – естественное состояние организма, которое возникает в процессе работы и характеризуется нарушением механизмов нервно-гуморальной регуляции, ухудшением двигательных и вегетативных функций, неэкономичностью расходования энергетических ресурсов, снижением физиологических резервов организма, снижением физической работоспособности.

Утомление связано с **понятием выносливости** – чем выше уровень развития выносливости, тем позже и менее выражено утомление. Развитие утомления во многом обусловлено недостаточностью процессов восстановления, которые происходят в организме постоянно, в том числе и при физической нагрузке. При значительном утомлении возникает стрессовое состояние со всеми признаками стресса. У мало тренированных (особенно при гипокинезии) стрессовое состояние возникает при любых, даже лёгких и незначительных физических нагрузках

Механизмы утомления – конкретные функциональные изменения в деятельности ведущих систем, которые приводят к развитию утомления.

Основным механизмом развития утомления при выполнении любых физических нагрузок является нарушение обмена веществ, которое приводит к нарушению ресинтеза АТФ. В результате организм не получает достаточного количества энергии, необходимой для успешного выполнения мышечной деятельности.

Утомление в НМС (исполнительной системе) характеризуется следующим:

- а) снижается сократительная способность мышц;
- б) ухудшается расслабление мышц, при этом развивается мышечная контрактура. В результате снижается сила и скорость мышечного сокращения, нарушается межмышечная координация.

Тема 10. Нейрогуморальная регуляция функций физиологических систем организма человека при занятиях физической культурой и спортом

На работу сердца огромное влияние оказывают нервные, гуморальные и нейрогуморальные воздействия. Общеизвестно, что процессы **нервной регуляции** сердца осуществляются посредством деятельности симпатической и парасимпатической нервных систем и работы медиаторов – норадреналина и ацетилхолина. Повышенная работоспособность симпатического отдела вегетативной нервной системы (ВНС), по мнению Г.Ф. Ланга, имеет громадное значение для физиологической работоспособности человека и для работоспособности аппарата кровообращения. Ученый предполагал, что «предел способности к спортивным достижениям определяется в значительной мере пределом функционирования симпато-адреналовой системы».

Основным механизмом регуляции деятельности сердца посредством ВНС является влияние на скорость диастолической деполяризации. Так выделяющийся

в симпатических нервных волокнах норадреналин через бета-адренорецепторы и систему веществ-посредников вызывает возрастание в клетке цАМФ, что приводит к увеличению числа открытых f-каналов и возрастанию скорости диастолической деполяризации и соответствующему росту ЧСС. Таким образом, усиление симпатических влияний на работу сердца приводит к повышению частоты сердечных сокращений, к усилению проводимости и возбудимости сердечной мышцы. Соответственно наблюдается положительный инотропный, хронотропный, дромотропный и батмотропный эффекты. При этом происходит расширение коронарных сосудов, увеличивается кровоснабжение сердца, повышаются обменные процессы в миокарде. Наряду с ЧСС, растут ударный и минутный объем крови, повышается АД, что улучшает кровоснабжение органов и тканей. Однако ряд авторов отмечает, что в усилении симпатических воздействий с последующим ростом ЧСС существует некий предел, дальше которого диастола укорачиваться не может, что связано с максимально возможной скоростью наполнения и опустошения желудочков, а также особенностями коронарного кровообращения. Известно, что при систоле коронарные капилляры сжимаются и если диастола становится короче, то и время для перфузии сердца становится короче, а, следовательно, и доставки к нему питательных веществ и кислорода резко уменьшается и сократительная функция миокарда снижается.

Парасимпатические нервы сердца представлены аксонами блуждающего ядра. Парасимпатические волокна через медиатор ацетилхолин, действующий на M2-рецепторы, оказывают противоположный симпатическому эффект: вызывают урежение ЧСС, уменьшают силу сокращений сердца, проводимость и возбудимость сердца. В результате последовательного увеличения тонуса холинергической системы и активации клеточных механизмов в организме формируются адаптационно-защитные реакции к стрессовому воздействию физических нагрузок. Так одним из распространенных адаптационных эффектов является брадикардия в состоянии покоя у тренированных людей, возникающая в результате повышенного тонуса блуждающего нерва.

Исследователи (Жданов И.А., 1973; Eckberg D.K., Sleight R.S., 1992) рассматривают функциональную синергию симпатической и парасимпатической нервных систем на примере рефлексов на сердце с барорецепторов. Возбуждение барорецепторов в результате повышения артериального давления приводит к уменьшению показателей частоты и силы сокращения сердца. Данное явление обуславливается увеличением активности парасимпатических нервных влияний. В то же время прослеживается снижение активности симпатической иннервации. Как считают зарубежные исследователи [Kamm K.F., 1989; Hirst G.D . et al., 1991], некоторая часть нервных волокон способствуют зарождению частоты импульсации в сердце, а другая часть – силы сердечных сокращений.

Известно, что через различные участки эпикарда проходят симпатические волокна, идущие главным образом в направлении от основания сердца к его верхушке. Хронотропное парасимпатическое влияние по правому блуждающему нерву воздействует на инотропный узел, а левый блуждающий нерв влияет на атриовентрикулярный узел. Исследователи выделяют неравноценное соотношение симпатических и парасимпатических волокон, что проявляется в различных отделах сердца.

В своих исследованиях Rowel L.V., (1986) отмечают, что адаптационная перестройка вегетативной регуляции приводит к снижению влияния на сердце обоих отделов вегетативной нервной системы в состоянии относительного покоя. Однако, по мнению большинства исследователей (Абзалов Р.А., 1986, 2005; Вахитов И.Х., 1993, 2005; Нигматуллина Р.Р., 1999) при этом важное место занимает относительное преобладание холинергических реакций.

Тонус блуждающего нерва в процессе адаптации к непрерывному стрессу резко возрастает, а далее постепенно снижается. Повышение тонуса холинергической регуляции сердца на начальном этапе адаптации является мощным нейрогенным фактором защиты. Со временем фактор защиты в виде повышенного тонуса холинергической регуляции сердца исчезает. Локальные защитные механизмы, действующие на уровне клетки сердца, формируются медленнее, чем нейрогенный механизм холинергической защиты, но вместе с тем являются механизмом долговременной надежной защиты сердца.

По мнению многих исследователей гетерохронное развитие экстракардиальной регуляции хронотропной и инотропной функций является важным этапом в изучении влияния симпатической нервной системы на сердце развивающегося организма. Прирост минутного объема кровообращения обеспечивается одновременными реакциями хронотропной и инотропной функций сердца. Становление инотропной функции сердца в онтогенезе происходит позднее, чем хронотропной функции сердца. Положительное инотропное влияние катехоламинов на сердце вызывает синхронное сокращение всех мышечных волокон, а это приводит к увеличению силы сокращения сердца. Реакция выделения норадреналина из симпатических синапсов при возникновении генерализованного возбуждения симпатической нервной системы по своей природе является рефлекторной. Медиаторы симпатических нервов сердца ускоряют протекание обменных энергетических процессов при повышенной активности сердечной деятельности. Важным эффектом, возникающим в ответ на повышение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы, является увеличение силы и скорости сокращения сердца при стабильной длине кардиомиоцитов. Этот механизм регуляции сердечного выброса способствует оперативной адаптации сердца к предъявляемым мышечным нагрузкам определенной мощности. Работами (Ткаченко Б.И., 1979; Волкова В.Л., 1981; Абзалова Р.А., 1986; Saltin B., 1986) и других исследователей установлено, что в экстремальных ситуациях проявляется четкая реакция, направленная на обеспечение притока крови к сердцу, а также дополнительного поступления экстравазальной жидкости в кровяное русло. Данные реакции осуществляются за счет симпатической активности (α -адреноблокада приводит к большому депонированию крови в конечностях в ортостазе и углублению постуральной гипотонии). Основную роль в реализации этих реакций играют поверхностные вены, имеющие хорошо развитый мышечный слой.

Как было установлено рядом авторов, преобладание парасимпатических воздействий в работе сердца, осуществляется за счет уменьшения адренергического и увеличения холинергического влияний. Систематические физические нагрузки стимулируют увеличение числа адренорецепторов в сердечной мышце, что способствует усиленному влиянию катехоламинов на инотропную реакцию сердца.

Таким образом, механизмы нервно-гуморальной регуляции деятельности сердца обеспечивают следующие адаптационные эффекты:

1. под воздействием парасимпатической нервной системы обеспечивается усиление венозного возврата крови, а симпатическая нервная система, стимулирует дальнейшее развитие этого процесса;

2. симпатическая нервная система способствует мобилизации всех ресурсов организма (в том числе и ССС) для наилучшего выполнения мышечной работы, а парасимпатическая нервная система восстанавливает работоспособность;

3. симпатическая стимуляция левого желудочка при стабильном уровне диастолического растяжения вызывает более сильное сокращение сердца.

Тема 13. Реабилитационно-восстановительные мероприятия в тренировочном цикле и соревновательном процессе

Применение термина реабилитация в последнее время набирает все большую популярность в различных сферах и направлениях научной и практической деятельности. Данный термин применяется как в области права, медицины, педагогики, психологии, социальной защиты, так и в характеристике процессов, направленных на возврат чего-то или его-то к прежнему состоянию. Вместе с этим толковые словари трактует данное понятие очень широко, применяя его к личности гражданина, и независимо от причины изменения социального статуса человека указывают на необходимость реализовать «Официальное восстановление в прежних правах; восстановление чести и репутации опороченного лица». Безусловно, восстановление прав и соответственно возможностей человека в реализации идентичности собственной личности, задача сложная и многогранная, требующая реализации значительного числа различных медицинских, педагогических, социальных, инженерных, правовых и т.д. технологий.

В последнее время особенно стало появляться много реабилитационных направлений, позиционируемых не как часть социального процесса, а как отдельные направления способные решать реабилитационную – реинтеграционную задачу самостоятельно. Например, психологическая, физическая, двигательная и т.д. реабилитация. Таким образом, термином реабилитация стали подменяться другие понятия издавна, реализовывавшие восстановительные методы и технологии, например, восстановительное лечение, психотерапия и др. Наряду с этим Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) четко выделила номенклатуру развиваемых направлений:

- укрепление здоровья, которое включает в себя широкий спектр социальных и экологических мероприятий, направленных на охрану и улучшение здоровья отдельных людей и повышение качества их жизни посредством коррекции и профилактики первопричин плохого здоровья, а не просто лечения болезней;

- профилактика заболеваний – ВОЗ, в первую очередь, делает акценты на неинфекционные заболевания и психическое здоровье людей, в основе предлагая

воздействие на основные как эндогенные, так и экзогенные факторы риска развития неинфекционных заболеваний;

- лечение заболеваний – предполагает как воздействие на причину вызвавшую заболевание, так и на процессы, связанные с механизмами его развития, включая восстановительное лечение имеющее цель – нивелировать или устранить последствия болезни и терапевтического процесса;

- реабилитация – ВОЗ предлагает понимать данное направление как «комбинированное и координированное использование медицинских и социальных мер, обучения и профессиональной подготовки или переподготовки, имеющее целью обеспечить больному наиболее высокий возможный для него уровень функциональной активности».

Таким образом, комплексное определение реабилитации нацелило на четкое выделение этапов данного процесса с последующей систематизацией средств и методов, используемых в реабилитационном процессе. Так в законодательстве Республики Беларусь четко выделены виды или правильнее сказать этапы - фазы реабилитации: медицинская, профессиональная, трудовая и как интегральная – социальная.

Нужно заметить, что реабилитация это не просто процесс восстановления, а социально-экономический феномен, являющийся, элементом социальной политики и в глобальном смысле нацелен на достижение двух стратегических задач: сохранение трудового ресурса для государства и сохранение личности гражданина. В законодательстве Республики Беларусь состояние нарушения возможностей реализации в прежнем объеме социальных и профессиональных ролей гражданином вследствие изменения его функционального состояния определяется как социальная недостаточность, которая в свою очередь наступает в результате нарушений критериев жизнедеятельности человека: способностей к передвижению, общению, ориентации, контролю за своим поведением, самообслуживанию, обучению, трудовой деятельности. Необходимо заметить, что функциональные нарушения у человека, вызванные заболеваниями или травмами, в той или иной степени могут носить обратимый и необратимый



характер. Обратимые функциональные нарушения нивелируются в процессе восстановительного лечения, что же касается необратимых, то они формируют резидуальный дефект, который в последствии накладывает отпечаток или определяет характер физического, психического, профессионального, социального функционирования человека – личности.

Наряду с важнейшим социальным значением развития реабилитологии, как науки о механизмах реинтеграции личности людей с социальной недостаточностью вследствие воздействия разнообразных депривационных факторов, она является одной из ключевых составляющих спортивной науки. Важный момент в реабилитационной терминологии это четкое разведение понятий реабилитация в спорте, спортивная реабилитация и постспортивная реабилитация. Безусловно, самым широким и многогранным, является понятие реабилитация в спорте, т.к. включает в себя практически все аспекты, от функционального восстановления до профессиональной и социальной реинтеграции спортсмена. В данной связи важнейшим моментом является выделение в законодательстве спорта, как профессионального, экономического вида деятельности. Данное обстоятельство определяется тем, что в случае развития у спортсмена ограничений жизнедеятельности вследствие травм либо заболеваний вызванных высокими специфическими нагрузками на него распространяются все аспекты социального законодательства. Наряду с выделением, возможно, в конкретных видах спорта спектра профессиональных заболеваний, данной категории лиц гарантируется профессиональная и социальная реабилитация, а также меры социальной защиты связанные с процентами утраты профессиональной трудоспособности. Важный аспект спортивной реабилитации – постспортивная реабилитация или реабилитация спортсменов завершивших спортивную карьеру. Завершение спортивной карьеры может наступить совершенно в различном отрезке жизни спортсмена и быть связано как с естественными причинами (прекращение роста спортивных показателей, возраст, социальные аспекты, например, касающиеся семьи и рождения детей), так и причинами, вызванными непосредственно тренировочным и соревновательным процессом (травмы и специфические заболевания, связанные с развитием резидуального дефекта, в свою очередь, определившего ограничения жизнедеятельности и социальную недостаточность спортсмена).

В последнее время, широко дискутируется вопрос непосредственно спортивной реабилитации и понимание данного процесса различными специалистами отличается значительная вариабельность. Безусловно, данный процесс имеет цель не только восстановления нарушенных функций. Главной задачей спортивной реабилитации является возврат спортсмена к продолжению реализации спортивной карьеры на прежний достигнутый уровень с возможностью достижения более высоких спортивных результатов. Следовательно, спортивная реабилитация в большей мере относится не к функционально восстановительным этапам, а к профессиональной реабилитации

и, соответственно, задачей тренерского и вспомогательного персонала команд. Естественно, что блок функционального восстановления и медико-психологического сопровождения в данном процессе представлен в значительной мере, но основная реабилитационная работа направлена на восстановление профессионально значимых функций и прежнего уровня профессиональной – спортивной деятельности. Процесс спортивной реабилитации включает в себя, наряду с реализацией физических, психологических, нейропсихологических, медикаментозных, физиотерапевтических и других аспектов медицинской – восстановительной реабилитации также аспекты, интегрированные в тренировки по общефизической и специальной подготовке спортсмена. Важным моментом в профилактике ограничений жизнедеятельности спортсмена, является включение восстановительно-реабилитационных мероприятий в технологии сопровождения спортсменов как в тренировочном, так и в соревновательном процессах с реализацией их, возможно, даже после каждого дня соревнований или выступления конкретного спортсмена. Эффективность данного подхода мы неоднократно наблюдали, например, в процессе II Европейских игр, где медальный зачет коррелировал с уровнем организации реабилитационно-восстановительных служб национальных команд различных стран. Очевидно то, что традиционных мер спортивной медицины было недостаточно, и стабильно выступали те сборные, которые серьезно отнеслись к формированию служб медико-реабилитационного сопровождения. Данное наблюдение подтверждалось и многочисленными благодарностями «титулованных» спортсменов, которым в т.ч. и удалось достичь высоких результатов на данном высоком спортивном форуме.

Резюмируя вышесказанное, следует выделить основные моменты на которые, на наш взгляд целесообразно обратить приоритетное внимание в процессе дальнейшего формирования и развития спортивной, в т.ч. спортивно-медицинской и реабилитационной науки:

1. Включение реабилитационно-восстановительных мероприятий в технологии специальной и общефизической подготовки спортсменов позволит повысить эффективность и уровень спортивного долголетия спортсменов.
2. Формирование служб реабилитационного сопровождения соревновательной деятельности, в т.ч. с учетом гендерного признака специалистов (должны присутствовать специалисты одинаковой специализации мужского и женского полов в соответствии с гендерной особенностью сопровождаемой команды) позволит повысить результативность команд и отдельных спортсменов, в т.ч. при проведении соревнований за пределами Республики Беларусь.
3. Четкое определение спорта, как профессионального и экономического вида деятельности в законодательстве и других нормативных актах,

позволит шире реализовать принципы социальной защиты и в т.ч. реабилитации в отношении профессиональных спортсменов.

4. В настоящее время важнейшим аспектом в развитии комплексной реабилитации в спорте, является изучение эпидемиологии ограничений жизнедеятельности и социальной недостаточности спортсменов, завершивших активную профессиональную карьеру.
5. Разработка технологий спортивной и постспортивной реабилитации позволит повысить уровень социальной защищенности спортсменов, в т.ч. завершивших профессиональную спортивную карьеру.

Тема 15. Спортивная стоматология. Современные стоматологические аспекты в спортивной медицине

1. Спортивная стоматология
2. Краткие анатомо-физиологические особенности зубочелюстной системы
3. Особенности зубочелюстной патологии у спортсменов
4. Средства гигиены полости рта

1. Спортивная стоматология

Стоматологическое здоровье является неотъемлемой частью системного здоровья спортсменов и необходимо для хорошей физической работоспособности атлетов. Профилактика заболеваний полости рта на сегодняшний день становится важной частью медицинских и гигиенических программ врачебного контроля в спорте. Все чаще этим занимается перспективное направление медицины – спортивная стоматология.

Спортивная стоматология – это отдельная специфическая область медицинской науки и практики, отвечающая за медико-биологическое обеспечение подготовки спортсменов, профилактику и лечение заболеваний и травм челюстно-лицевой области, и реабилитацию спортсменов после перенесенных травм и заболеваний. Находясь на стыке клинической стоматологии и спортивной медицины спортивная стоматология является молодой, развивающейся областью медицины. Учитывая, что в Республике Беларусь более 22% населения занимается физической культурой и спортом, спортивный стоматолог может играть важную роль в квалифицированном информировании профессиональных и начинающих спортсменов, тренеров и родителей о важности профилактики, в том числе индивидуальной, своевременной диагностике и лечении патологических состояний полости рта.

2. Краткие анатомо-физиологические особенности зубочелюстной системы

Зубочелюстная система представляет собой совокупность органов, объединенных анатомически и выполняющих ряд важных для организма функций: пищеварение, дыхание, формирование речи и др. Она представлена:

1. Скелетом, состоящим из челюстных, носовых и скуловых костей;

2. Зубами (органы, предназначенные для откусывания, раздробления, расжевания пищи);

3. Органами, предназначенными для захватывания пищи и замыкания ротового отверстия (губы, мимическая мускулатура);

4. Органами, принимающими участие в формировании пищевого комка и обеспечивающими его продвижения в глотку (язык, щеки твердое и мягкое небо, язычок);

5. Жевательной и мимической мускулатурой;

6. Тремя парами слюнных желез;

7. Височно-нижнечелюстным суставом.

Все органы челюстно-лицевой области находятся в тесной взаимосвязи между собой. У человека 32 зуба (по 16 на каждой челюсти), которые располагаются на верхней и нижней челюсти. Нижняя челюсть в отличие от верхней подвижна благодаря височно-нижнечелюстному суставу. По форме и функции различают резцы, клыки, малые коренные и большие коренные зубы. У каждого зуба имеются выступающая над десной коронка, охваченная десной шейка и находящийся в зубной лунке корень.

Большинство зубов имеют только один корень, некоторые — два или три.

Основная масса зуба образована дентином. В области коронки дентин покрыт эмалью, а в области шейки и корня — цементом. Внутри зуба имеется полость, состоящая из полости коронки, переходящей в узкий канал корня зуба, который открывается отверстием на верхушке. Через это отверстие в полость зуба, содержащую пульпу, проходят сосуды и нервы.

Корень зуба окружен соединительно-тканым периодонтом, фиксирующим зуб в зубной альвеоле.

У человека зубы прорезываются в два периода. У новорожденного зубов нет. В первый период (от 6 мес. до 2 лет) появляются 20 молочных зубов — по 10 на каждой челюсти. Во второй период (от 6-7 до 20 и даже 30 лет) вырастают 32 постоянных зуба. Так называемый зуб мудрости появляется не у всех либо прорезается не полностью. Это связано с индивидуальными особенностями развития человека.

Строение зубов обусловлено выполняемой ими функцией. Резцы имеют долотообразную коронку, располагаются спереди по четыре на верхней и нижней челюстях. Клыки — длинные, глубоко сидящие зубы. Резцы и клыки имеют простые одиночные корни, служат для откусывания пищи. Сзади от клыков с каждой стороны на каждой челюсти находятся по два малых и три больших коренных зуба. У малых коренных зубов корень чаще одиночный (у первых малых коренных зубов верхней челюсти — два корня), у больших коренных зубов верхней челюсти по три корня, а нижней челюсти — по два корня. Жевательная поверхность бугристая. С их помощью пища дробится и размельчается.

Зубы являются составной частью жевательно-речевого аппарата который по современным воззрениям представляет собой комплекс взаимодействующих и взаимосвязанных органов, принимающих участие в жевании, дыхании, образовании голоса и речи.

В этот комплекс входят:

- твердая опора — лицевой скелет и височно-нижнечелюстной сустав;
- жевательные мышцы;

- органы, предназначенные для захватывания, продвижения пищи, формирование пищевого комка, для глотания, а также звукоречевой аппарат: губы, щеки, небо, язык, зубы;
- органы раздробления и размельчения пищи – зубы;
- органы, служащие для смягчения пищи и ферментативной ее обработки – слюнные железы полости рта.

Зубы находятся в окружении различных анатомических образований. Они образуют на челюстях метамерные зубные ряды, поэтому участок челюсти с принадлежащим ему зубом обозначают как зубочелюстной сегмент. Выделяют зубочелюстные сегменты верхней челюсти и нижней челюсти.

В зубочелюстной сегмент входят:

- зуб;
- зубная альвеола и принадлежащая к ней часть челюсти, покрытая слизистой оболочкой;
- связочный аппарат фиксирующий зуб к альвеоле;
- сосуды и нервы.

Совокупность структур, обеспечивающих прикрепление зуба к зубной альвеоле (цемент корня, периодонт, стенка зубной альвеолы, десна) составляет поддерживающий аппарат зуба, или пародонт.

Зубной орган - это совокупность зуба и пародонта, то есть зуб, зафиксированный в зубной альвеоле.

Выступающие части (коронки) зубных органов, располагающихся в челюстях, образуют зубные ряды - верхний и нижний.

Зубная дуга - это линия, проведенная через вестибулярные поверхности режущих краев коронок. Верхний ряд зубов образует верхнюю зубную дугу эллиптической формы, а нижний - нижнюю зубную дугу параболической формы.

Десна - это слизистая оболочка, покрывающая альвеолярные отростки в области зубных ячеек с вестибулярной, язычной и небной поверхностями и охватывающие зубы в области шейки. В десне различают две части: альвеолярная часть, или прикрепленная и краевая часть, или свободная. Между двумя этими частями десны имеется неглубокая десневая борозда. Слизистая оболочка десны плотно срастается с надкостницей альвеолярных отростков, так как отсутствует подслизистый слой.

Коронка зуба покрыта эмалью – самой твердой тканью человеческого тела. Наиболее толстый её слой находится в области бугров зуба. По направлению к пришеечной области толщина эмали постепенно уменьшается. Наряду с высокой прочностью эмаль хрупка, полупрозрачна.

Дентин, по своему строению, напоминает грубоволокнистую костную ткань, состоящую из основного вещества, пронизанного большим количеством дентинных трубочек (каналцев).

Пульпа зуба заполняет полость зуба и подразделяется на пульпу коронки и пульпу корня.

Цемент зуба покрывает на всём протяжении корень зуба.

Скелет жевательного аппарата.

Верхняя челюсть – парная кость располагается в верхнепереднем отделе лицевого черепа. Она относится к числу воздухоносных костей, так как в ней находится обширная полость, выстланная слизистой оболочкой или гайморона

пазуха. Верхняя челюсть способна оказывать большое сопротивление как на сжатие так и на разрыв.

Нижняя челюсть – непарная подковообразной формы подвижная кость лицевого скелета на которой фиксированно большое количество мышц.

К жевательным мышцам относятся 4 мышцы производящие движения нижней челюсти в височно-нижнечелюстном суставе: 1. Жевательная мышца; 2. Височная мышца; 3. Латеральная крыловидная мышца; 4. Медиально крыловидная мышца.

3. Особенности зубочелюстной патологии у спортсменов

Воспалительные заболевания пародонта, кариес зубов и его осложнения (пульпиты и апикальные периодонтиты) широко распространены в стоматологической практике и являются причиной ранней потери зубов, нарушения эстетики, функции жевания и пищеварения, хронической интоксикации организма, нервно-психических расстройств, а также развития очагово-обусловленных заболеваний и сенсбилизации организма, что может вызывать тяжёлые осложнения, приводящие к инвалидизации, а иногда и к летальным исходам. Доказано, что на совокупную долю хронических стоматогенных очагов инфекции приходится более половины всех очагов хронической инфекции организма. Подавляющее большинство авторов, изучающих заболевания полости рта у атлетов, единодушны во мнении, что стоматологическая заболеваемость спортсменов существенно выше, чем среди населения в целом. Возможность патологического влияния стоматогенных очагов на организм спортсменов особенно велика, что связано не только с их высокой частотой, но также с отрицательным влиянием на здоровье интенсивных физических нагрузок. Очаги хронической инфекции, клинически никак не проявляющиеся в покое, при интенсивных физических нагрузках оказывают существенное отрицательное воздействие вследствие усиления кровообращения. Кроме того, в последние десятилетия отмечен выраженный рост иммунных нарушений у спортсменов, во многом способствующих хронизации очагов инфекции. Эти факторы определяют значимость стоматологических болезней как общемедицинской проблемы.

Заболевания пародонта, так же как и кариес зубов, получили очень широкое распространение. По данным ВОЗ, около 95% взрослого населения планеты и 80% детей имеют те или иные признаки заболевания пародонта. Распространённость и интенсивность стоматологической патологии у спортсменов выше, чем в популяции и, особенно, в сравнении с лицами, физически активными, но не занимающимися спортом. Эти показатели у спортсменов растут пропорционально увеличению спортивной квалификации и являются наиболее высокими в видах спорта, тренирующих качество выносливости, и с неблагоприятными условиями внешней среды.

Как известно, рациональные занятия физической культурой повышают неспецифические факторы иммунитета. У высококвалифицированных спортсменов, даже при более высоком уровне гигиены полости рта, чем у не тренированных людей воспалительные заболевания пародонта и кариес зубов регистрируются чаще. Частота и степень выраженности стоматологических

заболеваний обусловлена не только направленностью тренировочного процесса, но и состоянием неспецифической резистентности организма спортсменов. Факторами неспецифической защиты являются кожа и слизистые оболочки человека, защитная функция которых весьма чувствительна к интенсивной физической нагрузке. При исследовании факторов неспецифической защиты ротовой полости спортсменов (при перетренированности) отмечается: снижение активности лизоцима слюны (наименьшие ее значения отмечались у лыжников и пловцов, а наиболее высокие – у легкоатлетов и в игровых видах спорта), снижении уровня иммуноглобулинов sIgA, IgG, IgM в слюне, снижение уровня pH ротовой жидкости (наиболее низкий уровень pH отмечен у пловцов и лыжников, а наиболее высокий – у представителей гребли), повышение уровня общего белка ротовой жидкости, который является косвенным признаком воспаления (наибольшее содержание общего белка установлено также у пловцов и лыжников, а наименьшее – у представителей игровых видов спорта и в художественной гимнастике).

Даже при удовлетворительном уровне гигиены полости рта у спортсменов в состоянии перетренированности происходит существенное ухудшение состояния пародонта. Так, обострение хронического катарального гингивита у спортсменов в состоянии перетренированности происходит в 2,8 раза чаще, чем у спортсменов без этого состояния и в 3,5 раза чаще, чем у лиц, не занимающихся спортом.

У высококвалифицированных спортсменов воспалительные заболевания пародонта диагностируются в 72% случаев, аномалии зубочелюстной системы – в 39%, кариес зубов – в 57,2%, что существенно выше, чем среди лиц, не занимающихся спортом.

Каждый вид спорта обладает совокупностью специфических факторов (распределение физических нагрузок, агрессивные особенности окружающей среды, особенности питания и др.), так или иначе воздействующих на организм спортсменов.

Кариес. Распространенность кариеса у спортсменов является более высокой, чем у лиц, не занимающихся спортом. Большинство исследователей считает, что более высокая распространенность и интенсивность кариеса отмечается в тех видах спорта, где тренировочный процесс направлен на развитие выносливости. Наиболее часто эта патология встречается у представителей лыжного спорта (лыжные гонки), у которых, агрессивным факторам, влияющим на организм являются холодный воздух, ротовое дыхание, спортивные напитки. Также, наибольшая интенсивность кариеса отмечается у представителей плавания (агрессивные факторы: хлорированная вода бассейнов, понижающая уровень pH слюны (способствует также развитию эрозия эмали зуба), задержка дыхания, чрезмерные нагрузки в раннем возрасте), гребли и легкой атлетики (в следствие ротового дыхания). Представительницы художественной гимнастики входят в группу риска по развитию кариеса и связано это с сухим, пыльным воздух в зале, неправильным питанием – низкокалорийные диеты, шоколад, нарушением прикуса. Наиболее благополучными оказались группы единоборств и игровых видов спорта (каппы, применяемые в единоборствах, существенного влияния на возникновение кариеса зубов не оказывают). Множественный кариес наиболее часто диагностируется в таких видах спорта, как лыжные гонки – 66,6%, художественная гимнастика – 60,1%, легкая атлетика – 60%. Вместе с тем,

необходимо отметить, что в единоборствах множественный кариес отмечается реже – у 49,4% спортсменов, что сравнимо с не тренированными людьми.

Хронические периапикальные очаги инфекции наиболее часто встречаются у представителей лыжных гонок и бегунов на длинные дистанции (агрессивный фактор – ротовое дыхание). Хронические апикальные периодонтиты у представителей единоборств наиболее часто связаны с неудовлетворительной гигиеной полости рта, ношением защитных капп, а также частыми травмами зубов и челюстно-лицевой области.

Зубочелюстные аномалии (нарушение прикуса). В группе спортсменов зубочелюстные аномалии регистрируются чаще, чем у не тренированных людей, в среднем, 39% против 22%. Это связано с тем, что раннее начало занятий спортом приводит к множественным нарушениям в организме. В том числе, под действием неадекватных для детского организма нагрузок нарушается правильное формирование зубов. Одной из причин зубочелюстных аномалий у спортсменов, по мнению ряда авторов, является преобладание ротового дыхания при выполнении интенсивных тренировочных нагрузок и соединительнотканная дисплазия. Основная масса зубочелюстных аномалий отмечается у представительниц художественной гимнастики. Нарушения прикуса, наличие диастемы, аномальное и скученное положения зубов в зубной дуге установлено в 70% случаев. Прежде всего это связано с отбором в данный вид спорта детей, отличающихся максимальной гибкостью и подвижностью в суставах, что является одним из основных признаков синдрома соединительнотканной дисплазии, которая сочетается с зубочелюстными аномалиями, поскольку большинство тканей челюстно-лицевой области имеют соединительнотканное происхождение, в том числе, ткани дентина, пульпы, цемента, апикального периодонта и пародонта.

Наиболее часто катаральный генерализованный гингивит отмечается у лыжников (33,3%) и легкоатлетов (25%). Причем, в группе лыжников отмечается самый высокий индекс РМА. Реже эта патология диагностируется у представителей художественной гимнастики и гребли. В целом же, заболеваемость хроническим катаральным гингивитом (и локализованным, и генерализованным) у спортсменов составляет 72% и достоверно превышает таковую в контрольной группе (57,9%). Наибольшая кровоточивость (по анализу индекса кровоточивости) отмечается у спортсменов при занятиях плаванием и лыжами, причем, в группе пловцов более чем у половины спортсменов она оценивается в 4 балла, а при занятиях лыжами такая оценка отмечается почти в 2 раза реже. Наименьшая кровоточивость установлена у представителей игровых видов спорта, где рассматриваемый показатель находится на уровне контрольной группы.

В связи с тем, что плавание и лыжные гонки относятся к видам спорта с преимущественным развитием выносливости на фоне высокоинтенсивных нагрузок, можно предположить, что именно это является причиной столь высокого индекса кровоточивости в данных группах спортсменов. Несомненно, что влияние на слизистую ротовой полости оказывают и присущие этим видам спорта агрессивные факторы внешней среды, а именно: хлорированная вода в плавании, холодный воздух, ротовое дыхание и спортивные напитки в лыжных гонках. Хронический гипертрофический гингивит – частое заболевание

культуристов и спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, связанное с приемом анаболических препаратов.

Воспалительные заболевания пародонта наиболее часто отмечаются у лыжников и пловцов. У представителей единоборств развитие пародонтитов происходит в результате применения защитных капп, ротового дыхания, бруксизма и неудовлетворительной гигиены полости рта.

Бруксизм наиболее часто встречается у спортсменов, которые занимаются силовыми видами спорта. В связи с таким дефектом нарушается работа мышц, которые отвечают за движение нижней челюсти. Бруксизм ведет к рассасыванию костной ткани, стираемости зубов, нарушению циркуляции крови в пародонте. Сильное трение между челюстями в сочетании с ношением каппы приводит к появлению трещин в зубах.

Таким образом, у спортсменов болезни полости рта встречаются чаще, чем у не тренированных людей. При хорошей гигиене полости рта у спортсменов – воспалительные заболевания пародонта встречаются чаще, обострение хронических заболеваний протекает тяжелее связанное со снижением функций местной неспецифической иммунной защиты. У высококвалифицированных спортсменов и в состоянии перетренированности обострения хронических заболеваний сопровождается более выраженными клиническими нарушениями, чем у спортсменов без данного синдрома и у лиц, не занимающихся спортом, то есть клинические проявления заболевания связаны с функциональным состоянием пациентов.

Наибольшая часть стоматологических заболеваний приходится на представителей лыжного спорта. Лыжники входят в группу риска по развитию кариеса, воспалительных заболеваний пародонта и хронических периапикальных очагов. У пловцов установлено повышение индекса кровоточивости. У представителей единоборств выявлена низкая гигиена полости рта и, как следствие, выраженное воспаление пародонта. Представительницы художественной гимнастики входят в группу риска по развитию зубочелюстных аномалий.

В связи с тем, что спортсмены относятся к группе риска по развитию кариеса зубов и его осложнений, воспалительных заболеваний пародонта необходимо: усиление врачебного стоматологического контроля за этой группой лиц, особенно в видах спорта, тренирующих качество выносливости и с неблагоприятными условиями тренировочного процесса; тесное сотрудничество стоматолога, спортивного врача, кардиолога, а также тренера по выбору лечебной тактики и ведения спортсмена со стоматологическими заболеваниями; разработать рекомендации с учётом периода тренировочного цикла и степени патогенности очага; проводить своевременную диагностику и рациональную профилактику стоматологических заболеваний.

Раннее выявление и своевременное, рациональное лечение очагов хронической инфекции являются основой профилактики возможных отрицательных влияний очагов хронической инфекции на организм спортсмена. Тренер должен всегда помнить, что спортсмены, у которых есть очаги хронической инфекции, не должны допускаться к тренировкам до полного их излечения. Как правило, следует проводить осмотр полости рта спортсменов стоматологом один раз в 4 месяца.

4. Средства гигиены полости рта

Прекрасно, когда больного лечат с целью улучшения его здоровья. Ещё прекраснее заботиться о здоровом человеке с целью сохранения его здоровья – золотые слова Гиппократов. Здоровье человека неразрывно связано с гигиеной.

В стоматологии гигиену полости рта разделяют на индивидуальную и профессиональную. Профессиональная гигиена полости проводится врачом-стоматологом на приеме. Частота проведения профессиональной гигиены индивидуальна, но, в среднем составляет, 1 раз в 6 месяцев. Индивидуальная гигиена полости рта – это тщательное и регулярное удаление человеком зубных отложений с поверхностей зубов и десен с помощью различных средств. Правильная и качественная самостоятельная либо индивидуальная чистка зубов является основным залогом стоматологического здоровья.

Средства гигиены полости рта – это любые вещества или средства, предназначенные для контакта с зубами и слизистой оболочкой ротовой полости с целью их очищения и дезодорирования полости рта, но не отнесенные к разряду лекарственных препаратов в силу основных свойств и концентрации составляющих их компонентов.

Средства индивидуальной гигиены полости рта делятся на основные и дополнительные средства. К основным средствам гигиены полости рта относятся: зубная щетка, зубная паста и зубная нить или зубные ершики. К дополнительным средствам гигиены полости рта относятся: ополаскиватели полости рта и зубные эликсиры, ирригаторы для полости рта, щетки для языка, зубочистки, жевательные резинки, пенки и другие.

Зубные пасты представляют собой многокомпонентную систему, состоящую из абразивных, влагоудерживающих, связующих, пенообразующих и других компонентов. Зубные пасты бывают гигиенические и лечебно-профилактические. Гигиенические зубные пасты не содержат активных ингредиентов и предназначены для удаления зубного налета и дезодорирования полости рта. Лечебно-профилактические кроме очищающего и освежающего действий, содержат дополнительные компоненты, которые направлены на профилактику и/или лечение какого-то определенного заболевания. Одним из основных компонентов зубных паст является фтор. Лучшим соединением фтора для зубных паст является аминофторид. Это органическое соединение фтора. Он содержится в таких пастах, как Elmex, Elgyflour и Elgydium. Чистить зубы надо 3 минуты.

Зубная щетка должна быть средней степени жесткости. Свою высокую эффективность показали электрические зубные щетки. Важно помнить, что менять зубную щетку или насадку к электрической зубной щетке необходимо 1 раз в 3 месяца.

Использование зубной нити или зубных ёршиков является обязательным потому, что на контактных поверхностях зуба убрать зубной налет другими способами нельзя. Хотя в последнее время все большую популярность набирают ирригаторы для полости рта, которые хорошо очищают ротовую полость.

Жевательные резинки, не содержащие сахар, являются эффективными средством для механического очищения зубов от остатков пищи. Их надо использовать после еды на протяжении 15 минут.