

[Введите текст]

Практическое занятие. Тема 3. Морфологические изменения костной системы спортсменов. Влияние физических нагрузок на состояние прерывных соединений костей (суставов)

Адаптационные реакции организма на физические нагрузки никогда не ограничиваются их влиянием на одну какую-то систему, так как между отдельными системами существует четко выраженная взаимосвязь.

Не менее важным фактором служит закон о том, что для различных органов или различных функциональных показателей переход от стимуляции к торможению функциональной активности происходит при неодинаковом уровне тренировочных нагрузок.

Структуры, возникшие в ходе адаптации к тренировочным нагрузкам, могут по своему вкладу в жизнедеятельность на изученный отрезок времени существенно отличаться. Тренировочные нагрузки у лиц различных конституциональных (соматических) типов и вариантов биологического развития имеют различную «энергетико-пластическую» стойкость к перестройке. Иногда организм как бы «жертвует» своей структурой ради сохранения функции.

Например, рациональная форма адаптации длинной трубчатой кости к нагрузке проявляется расширением эпифизов, диафиза и костномозговой полости, долгим сохранением потенциального продольного роста. При этом на наружной поверхности кости остеобласты активно строят кость. Костеобразование превышает костеразрушение, а на внутренней стороне (со стороны полости кости) преобладает костеразрушение. Резкого утолщения костеобразования не происходит. Увеличив свой наружный размер, кость, в соответствии с законами механики, повышает прочность при той же или сходной толщине компактного вещества. Эта форма адаптации наиболее экономична; наблюдалась она при естественно возникающей с возрастом у взрослых людей убыли костного вещества. На микроскопическом уровне она проявляется образованием остеонов большого диаметра, тонкостенных и с широким внутренним каналом.

Нерациональная форма адаптации кости характеризуется сохранением наружных поперечных размеров или же их уменьшением – за счет уменьшения поднадкостенного костеобразования или активизации костеразрушения. Стенка диафиза утолщается при отложении нового костного вещества со стороны костномозговой полости, что ведет к сужению костномозгового канала. Рост костей в длину тормозится при более раннем исчезновении зоны роста. Этот процесс требует большей затраты костного вещества для обеспечения необходимого уровня прочности. Уменьшение костномозговой полости сужает вместилище для костного мозга и, возможно, нарушает питание костного вещества. Нерациональная форма адаптации менее надежна и ведет к ее срыву. Она служит причиной костного травматизма и преждевременного старения суставов.

Слабым звеном сустава является хрящ. Убыль его клеток не компенсируется в обычных условиях образованием новых. Механическая

[Введите текст]

перегрузка сустава нередко ведет к истончению суставного хряща. При этом последний утрачивает свои буферные свойства, амортизирующие функции, а лежащий под ним участок кости подвергается постоянной перегрузке и травмируется. Дальнейшее изменение сустава может идти с возникновением по краям суставной поверхности костных выростов – остеофитов, что завершается деформирующим артрозом. Иногда над хрящевой пластинкой могут образоваться кистовидные разрежения. Образование остеофитов можно считать рациональным, так как костные разрастания по краям имеют компенсаторное значение, и только увеличившись, они создают неприятные болевые ощущения. Стирания костей с возрастом у спортсменов различных специализаций дает ясное представление о «спортивных деструкциях».

Приведем исследования костей у спортсменов с динамическими, статическими и статодинамическими (ударными) нагрузками, полученными А.П. Козловым на весьма репрезентативном материале с применением методов рентгенографии и рентгенофотометрического анализа.

При сравнении среднего показателя плотности костей запястья, выстроенных в порядке возрастания, автор получил следующий ряд (табл.):

Средняя плотность костей запястья у спортсменов 1 разряда – КМС (7-9 лет спортивного стажа) в порядке возрастания (в %)				
№ п/п	Правая	Левая	Коэффициент асимметрии	Специализация
1	67,8	65,6	+25	Футболисты
2	67,6	67,5	+	Боксеры
3	69,3	67,5	+2,6	Гимнасты
4	70,6	70,9	-0,4	Тяжелоатлеты
5	77,0	77,0	0	Пловцы
6	77,5	76,4	+1,1	Волейболисты
7	79,8	77,7	+2,6	Лыжники
8	88,4	85,9	+2,9	Фехтовальщики
9	90,2	89,5	+0,8	Борцы
10	91,1	90,6	+0,8	Хоккеисты

Примечание. «+» правая кисть; «-» левая кисть.
Приведенные данные свидетельствуют о влиянии конкретного вида спорта на плотность костей.

Ясно, что различные по характеру и длительности нагрузки вызывают и различную плотность костей. Нагрузки статодинамического характера (хоккеисты, фехтовальщики, борцы, лыжники) приводят к большим изменениям в плотности костей, чем нагрузки статического или динамического характера.

[Введите текст]

Анализировать изменения в костной ткани у спортсменов без учета характера рабочих нагрузок, пола, спортивного стажа, региона проживания не допустимо.

Структурные изменения в костной системе под влиянием физических нагрузок 2 часа

Кость – это орган опоры и движения тела, который имеет сложное строение, которое отображает его функцию и развитие.

Изучение адаптационных изменений, которые происходят в костной системе под влиянием занятий спортом, имеет не только теоретическое, но и практическое значение. Многочисленные наблюдения показали большую пластичность и способность к перестройке костной системы при изменении условий как внутренней, так и внешней среды организма. Методом меченых атомов (по P^{32} , Ca^{45}) установлено: ежедневно в организме происходит синтез от 10 до 20% минеральных веществ костной ткани.

Под влиянием занятий спортом в скелете, кроме прогрессивных изменений, которые увеличивают его прочность и надежность, могут появляться передпатологические и патологические изменения в виде костных выступов - остеофитов, участков разрежения костной ткани и др. Зная о подобных изменениях скелета, тренеры могут предупреждать их, корректируя соответствующим образом тренировочные нагрузки.

Для изучения изменений, которые происходят в костной системе под влиянием физических нагрузок, используются разные методы.

- Антропометрический метод позволяет количественно определить тотальные и парциальные размеры костей, а также их изменения в процессе занятий спортом. Для определения абсолютной массы костной ткани пользуются формулой Матейки: $O = L \times C^2 \times K$ где O - абсолютная масса костной ткани (кг); L - длина тела (см); C^2 - квадрат средней величины диаметров дистальных эпифизов плеча, предплечья, бедра и голени; K - коэффициент, который равняется 1,2.

С целью сравнения развития костного компонента у лиц, которые имеют разные показатели веса тела, рядом с абсолютными величинами определяются и относительные, которые исчисляются в процентах от веса тела. Для этого абсолютная величина исследуемого компонента веса тела делится на массу тела и умножается на 100.

- С помощью рентгенологического метода можно прижизненно изучить изменения формы, величины и внутреннего строения кости в процессе занятий спортом.
- Экспериментальным методом можно выучить на животных изменения костной ткани и отдельных костей под влиянием нагрузок разной величины и интенсивности как на микро-, так, и на макроскопическом уровнях.
- Метод исследования механических свойств костей состоит в изучении плотности, упругости и эластичности костной ткани. П.Ф. Лесгафт, проведя ряд экспериментов, установил, что сопротивление

[Введите текст]

костей таза в среднем составляет 1254,36 кг. Сейчас известно, что бедренная кость в вертикальном положении выдерживает давление в 1,5 тонны, а большеберцовая кость – до 1,8 тонны. Эти данные свидетельствуют о большой прочности и надежности костной системы.

- При использовании метода меченых атомов, М.Г. Привес показал, что после двух недель тренировки у животных радиоактивный фосфор (P32) накапливается больше в костях, расположенных ближе к плоскости опоры, получающих большую нагрузку и, как следствие, подвергаются большей перестройке.

- При использовании гистологических и гистохимических методов с помощью светового и электронного микроскопов можно изучить структурную перестройку костной ткани на клеточном уровне.

Адаптационные изменения в костной системе спортсменов

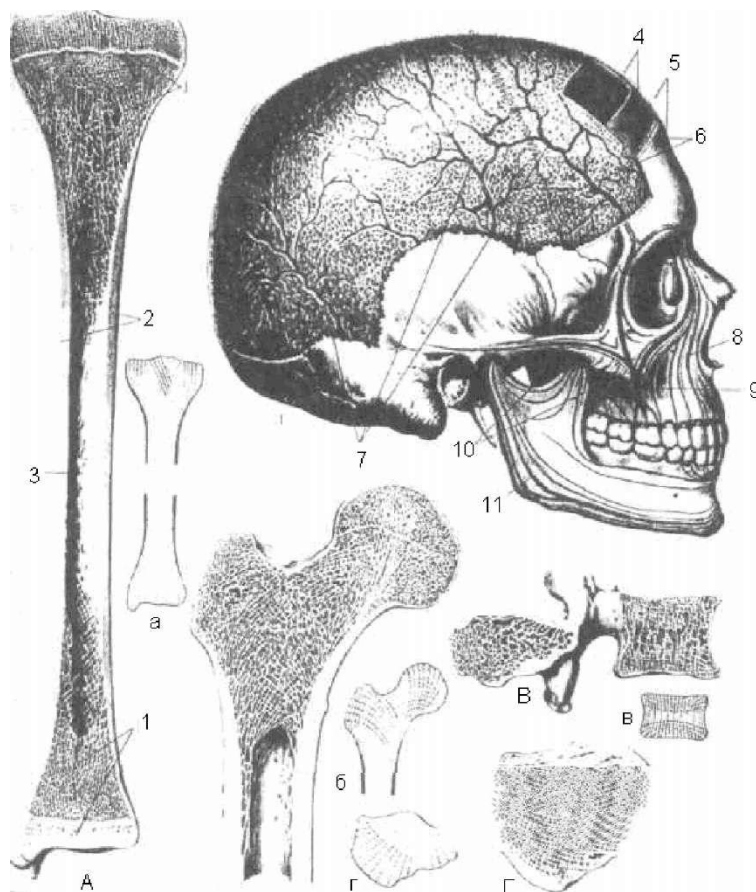


Рис. 1. Структура разных по форме костей
А, а - большеберцовая кость; Б, б - проксимальный эпифиз большеберцовой кости; В, в-поясничный позвонок; Гг-пяточная кость; Д - череп. 1 - губчатое вещество, 2 - компактное вещество, 3 - костно-мозговая пустота, 4 - внутренняя пластинка, 5 - внешняя пластинка, 6-диплоэ, 7, 8, 9,10, 11 - диплоидные каналы.

Савка В. Г. И со авт.- 2005

Адаптационные изменения в костной системе спортсменов проходят на разных уровнях ее организации: молекулярном, клеточном, тканевом, органном и системном.

На молекулярном уровне, в костной ткани увеличивается синтез белков, мукополисахаридов, ферментов и других органических веществ, повышается отложение неорганических веществ, которые обеспечивают высокую степень плотности костной ткани. Увеличение количества мукополисахаридов в костной ткани находится в прямой зависимости от интенсивности нагрузки: чем она интенсивнее, тем большее количество мукополисахаридов определяется в костях.

На тканевом уровне, отмечается повышенная остеонизация костной ткани. Э. А. Клебанова отмечает, что на тренировку костная ткань

[Введите текст]

реагирует, прежде всего, образованием новых остеонов, которые являются зрелыми, дифференцированными структурами, располагающие достаточным запасом прочности. Вместе с этим происходит разрушение старых остеонов и образование большого количества новых костных пластин, более упругих. Итак, все клеточные элементы костной ткани - остеобласты, остеоциты и остеокласты, функционально взаимосвязанные в процессе ее перестройки.

На органоном уровне, во всех костях скелета отмечаются такие адаптационные изменения:

- химического состава;
- формы;
- внутреннего строения;
- роста и времени окостенения.

Химический состав костей под влиянием нагрузок несколько изменяется в сторону

увеличения содержимого неорганических веществ (кальция, фосфора). Преобладание минерального компонента сопровождается увеличением плотности костной ткани до $1,55 \text{ г/см}^3$.

Форма костей скелета значительно изменяется в связи с повышенной мышечной деятельностью. В местах прикрепления сухожилий мышц образуются гребни, бугры, шершавости. Они тем больше, чем сильнее развиты мышцы. Так, например, у пловцов в связи с гипертрофией дельтовидной мышцы увеличивается диафиз плечевой кости, хирургическая шейка сглаживается; у бегунов наблюдается утолщение большеберцовой кости в участке ее бугристости и малоберцовой - в участке ее головки. Значительные изменения претерпевают позвонки. Четырехугольная форма наблюдается преимущественно у пловцов, клинообразная форма с клином, который суживается кпереди - у штангистов, гребцов, велосипедистов, а с клином, который суживается кзади - у борцов, которые выполняют сложные приемы на фоне «моста» в партере.

Морфологические изменения в строении костной системы спортсменов затрагивают: а) надкостницу, б) компактное и губчатое вещество и в) костномозговые пустоты.

Надкостница костей, в процессе занятий физическими упражнениями, утолщается, вследствие повышенной функции ее внутреннего (костеобразующего) слоя.

Компактное вещество костей, как правило, у спортсменов утолщается. Симметричное утолщение компактного слоя костей конечностей отмечается у пловцов, бегунов, штангистов, футболистов. В таких видах спорта, как теннис, метание, где верхние конечности человека подвергаются различным нагрузкам, наблюдаются асимметричные изменения толщины компактного слоя костей. У теннисистов изменения компактного слоя происходят на правой конечности, у фехтовальщиков рабочая гипертрофия наблюдается преимущественно в верхней правой конечности в плечевой кости и в участке первой пястной кости, а в нижней конечности в участке

[Введите текст]

бугра пяточной кости (в связи с выпадами и ударами пяткою в опорную поверхность).

На данное время известно три вида строения губчатого вещества кости: мелкоячеистое, крупноячеистое, крупноячеистое. У людей, не занимающихся спортом, губчатое вещество эпифизов костей имеет периферическую зону с относительно мелкими ячейками и центральную - с более крупными.

Большие спортивные нагрузки, как правило, приводят к увеличению размеров ячеек губчатого вещества. Эпифизарные отделы трубчатых костей приобретают более однородную крупноячеистую структуру, уже без распределения губчатого вещества на периферическую и центральную зоны.

Костно-мозговые пустоты костей спортсменов, в связи с утолщением компактного слоя, уменьшаются. На рентгенограммах она иногда имеет вид узкой щели между двумя тенями хорошо развитого компактного вещества.

Рост костей непосредственно связан с процессом окостенения и длится до тех пор, пока не образуются синостозы в участке эпифизарных хрящей. Ростовая зона, как правило, мало реагирует на нагрузку, хотя при определенном дозировании динамической нагрузки размеры сегментов конечностей несколько увеличиваются, а при нагрузках преимущественно статического характера, возможно, некоторое укорочение костей.

Рассматривая костную систему на уровне целостного организма, можно констатировать, что под влиянием регулярных физических нагрузок оптимального характера все адаптационные изменения в ней протекают, как благоприятные, прогрессивные и имеют характер гипертрофии. Рентгенологически рабочая гипертрофия костей у юных спортсменов отмечается через 6-7 месяцев после начала тренировок, а у спортсменов среднего и старшего возраста - через 1-1,5 года. Общие адаптационные изменения происходят во всех костях скелета, а локальные - в наиболее нагруженных его отделах. При прекращении физической нагрузки наблюдается обратное развитие рабочей гипертрофии.

Чрезмерные физические нагрузки действуют угнетающе на костную систему и приводят к задержке роста костей, декальцификации, уменьшению прочности.

Итак, установлена зависимость морфофункционального состояния костной ткани от двигательной активности организма. Изменения, которые наблюдаются в костной системе спортсменов, отражают морфофункциональную перестройку, обусловленную прогрессивными сдвигами в организации опорно-двигательного аппарата под влиянием специфической спортивной деятельности.

Изучение приспособительных изменений, которые происходят в соединениях костей под влиянием занятий спортом, имеет большое практическое и теоретическое значения. Тренерам необходимы знания об этих изменениях для научного обоснования обучающе-тренировочного процесса и решения вопросов спортивного отбора.

[Введите текст]

Для многих видов спорта первоочередное значение имеет развитие одного из физических качеств - гибкости. В спортивной практике под гибкостью понимают способность выполнять движения с большой амплитудой. Гибкость тела обусловлена суммарной подвижностью в соединениях отдельных костей. К отдельным суставам определение «гибкость» не подходит; правильнее говорить о подвижности в суставах. Возможность выполнять движения с большей или меньшей амплитудой зависит от того, каким способом кости соединены между собой, как построен аппарат, который тормозит движения. Амплитуда движений обусловлена индивидуальными особенностями строения этих соединений у конкретного человека и способностью их адаптироваться к выполняемой функции.

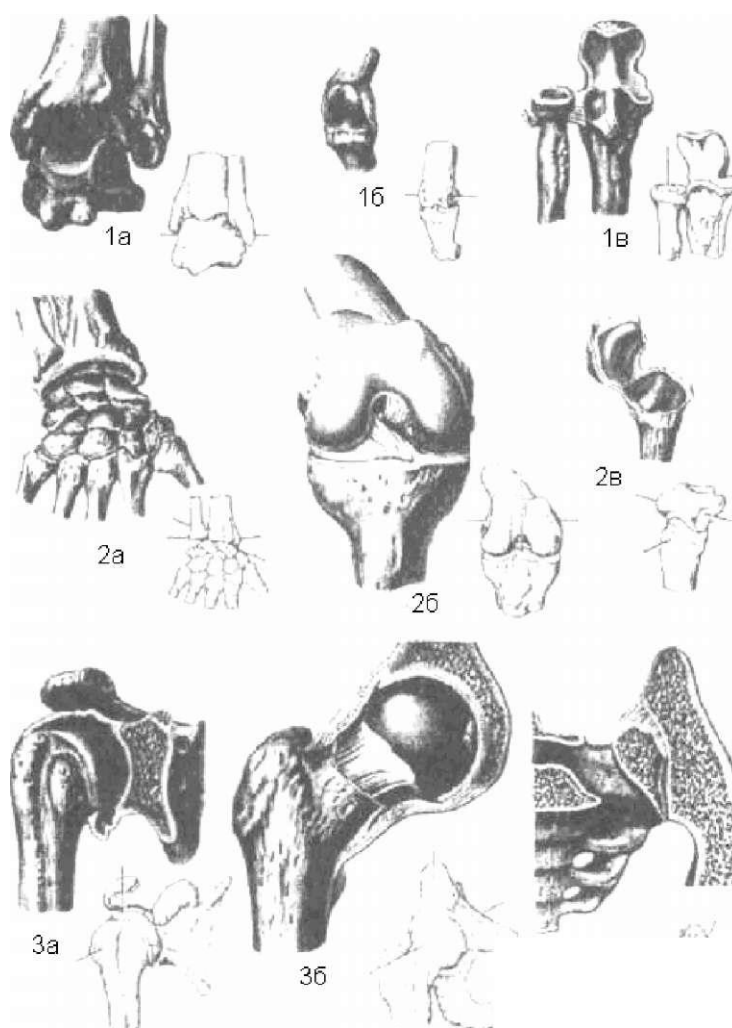


Рис 2 Виды суставов по форме и по числу осей вращения
Одноосные суставы: 1а, 1б - блокообразные суставы, 1в - цилиндрический сустав. Двухосные суставы: 2а - эллипсоидный сустав, 2б - надвыростковый сустав, 2в - седловидный сустав. Трехосные суставы: 3а - шаровидный, 3б - чашевидный, 3в - плоский сустав.
Сакс Б. Г. И соавт.- 2005

[Введите текст]

В таких видах спорта, как спортивная и художественная гимнастика, акробатика, фигурное катание, для овладения рациональной спортивной техникой и достижения высоких спортивных результатов, необходима максимальная подвижность практически всех звеньев тела. В других видах спорта, на фоне общей хорошей или средней подвижности в суставах, максимальная подвижность нужна только в отдельных суставах. Так, для бегунов необходима максимальная подвижность только в суставах ног, которая обеспечивает большую амплитуду сгибательно-разгибательных движений, а как следствие, и длину шага.

По данным некоторых авторов существует «врожденная специализация суставов», которая заключается в том, что у одних детей, которые не занимаются спортом, большая амплитуда сгибания стопы, а у других - разгибания. Эти особенности рекомендуется учитывать при отборе в спорте.

Оценить особенности строения соединения костей можно с помощью рентгенологического метода. Метод исследования объема движений в суставах называется гониометрическим (от греч. *gonia* - угол, *metreo* - измерение), а прибор, с помощью которого измеряются эти углы - гониометром, или угломером.

Главными факторами, которые определяют амплитуду движений в суставах, являются костные ограничители и функциональные тормозные механизмы. Костными ограничителями являются остистые отростки позвонков при разгибании позвоночника, локтевой отросток - при разгибании предплечья, большой вертел - при отводе бедра и др. К функциональным тормозным механизмам принадлежат мягкие ткани: мышцы-антагонисты, связки, которые облегают сустав. Например, клювовидно-акромиальная связка, которая образует сведение плечевого сустава, тормозит отвод плеча, подвздошно-бедренная связка тормозит разгибание бедра при выполнении упражнения шпагат. Но, как правило, тормозами движений являются мышцы, расположенные на стороне, противоположной движениям.

Характерной особенностью тормозных механизмов является способность постепенно замедлять движения. Диапазон действия этих механизмов, в зависимости от регулирующего влияния ЦНС, а также от действия внешних и внутренних факторов, непостоянный и может изменяться. К факторам, которые влияют на подвижность в суставах, принадлежат: температура внешней среды, время суток, взаиморасположение костей в данном суставе, положение костей в соседних суставах, степень тренированности. Подвижность в суставах зависит от пола и возраста индивидуума. Улучшение возбудимости нервной системы приводит к увеличению подвижности в суставах. Так, при эмоциональном подъеме, амплитуда движений больше, чем в состоянии депрессии.

[Введите текст]



Снижение температуры внешней среды уменьшает подвижность в суставах. При повышении температуры воздуха подвижность в суставах, наоборот, увеличивается. Эти явления объясняются рефлекторными воздействиями холода и тепла на тонус мышц. В результате снижения температуры воздуха тонус мышц повышается, и как следствие, увеличивается тормозное влияние мышц-антагонистов. В связи с этим, при снижении температуры окружающей среды, нужно

учитывать время разминки как общей, так и особо специальной (у конькобежцев, например, на участке голеностопного сустава). Во время разминки усиливается работа сердца, повышается артериальное давление, открываются резервные капилляры в мышцах, и улучшается периферическое кровообращение. Это приводит к снижению вязкости мышц, они могут больше растягиваться, в связи с чем, увеличивается подвижность в суставах.

Все системы организма на протяжении суток работают с разной интенсивностью. В ночные часы функции большинства органов значительно снижаются. Эта закономерность, которая называется биоритмами, касается и работы опорно-двигательного аппарата. По данным Б. В. Сермеева, наименьшая подвижность в суставах наблюдается утром, потом она возрастает, достигая максимальных показателей в 12-14 ч., а к вечеру снова снижается. Суточные колебания подвижности в суставах у детей выраженные больше, чем у взрослых; у спортсменов меньше, чем у тех, кто не занимается спортом. Наличие биоритмов необходимо учитывать при перемене спортсменами, на время соревнования, временных поясов (выезжать на соревнование необходимо за несколько дней до их начала для того, чтобы прошла индивидуальная перестройка биоритмов).\

Как уже отмечалось, на величину амплитуды движений в суставах может влиять взаиморасположение костных звеньев в суставе. Например, отвод бедра проходит с большей амплитудой, если оно было предварительно супинировано. При таком положении исключается участие большого вертела как механического ограничителя движений в тазобедренном суставе. Супинация и пронация голени больше достигается при сгибании ноги в коленном суставе в связи с тем, что расслабляются его боковые связки, которые являются ограничителями движений голени вокруг вертикальной оси при выпрямленной ноге.

На величину амплитуды движений в суставе влияет взаиморасположение костей в соседних суставах в связи с натягиванием мышц-антагонистов.

[Введите текст]

Например, разгибание кисти возможно с большей амплитудой при согнутых пальцах, чем при разогнутых, так как в последнем случае натягиваются мышцы-сгибатели пальцев, которые тормозят движения. Амплитуда изгиба бедра при согнутой ноге в коленном суставе будет большая, чем при разогнутой, так как в последнем случае натаскивают мышцы задней поверхности бедра, которые тормозят движение.

Адаптационные изменения связочно-суставного аппарата спортсменов различных специализаций.

Под влиянием спортивной тренировки происходит морфофункциональная перестройка соединений костей, степень которой в основном зависит от объема и характера выполняемых движений. Перестройка соединений костей происходит не только в направлении увеличения амплитуды движений, необходимой для овладения рациональной техникой и достижения высоких спортивных результатов. В суставах, которые не тренируются, или в тех суставах, в которых через специфические особенности вида спорта, костные звенья должны быть жестко закрепленные, амплитуда движений уменьшается. В этих случаях морфофункциональная перестройка направлена на уменьшение избыточной подвижности в суставах.

Адаптация суставов морфологически проявляется в изменении формы и площади суставных поверхностей, в структурных изменениях суставных хрящей, связок и других мягких тканей, которые окружают суставы. Эта перестройка больше выражена при длительных целенаправленных тренировках в детском и юношеском возрасте, когда происходит моделирование суставных поверхностей в нужном направлении, а мягкие ткани становятся более эластичными и крепкими. Так у фехтовальщиков, баскетболистов и спортсменов, которые занимаются художественной гимнастикой и ручным мячом, т.е. у тех, у кого спортивная специализация нуждается в большой подвижности кисти, лучезапястный сустав по форме приближается к шаровидному. У лиц, которые занимаются спортивной гимнастикой, он имеет форму вытянутого эллипса и характеризуется большей конгруэнтностью суставных поверхностей. Такое строение лучезапястного сустава обеспечивает необходимую прочность, и он лучше приспособлен к постоянному действию большой нагрузки при работе спортсмена на снарядах.

У гимнастов (согласно наблюдениям О. Н. Аксеновой) наблюдается уплощение вертлужной впадины, которое уменьшает конгруэнтность суставных поверхностей тазобедренного сустава. Уменьшение конгруэнтности способствует увеличению подвижности в суставе.

У футболистов высоких разрядов наблюдается обызвествление суставной губы и краевые костные разрастания вертлужной впадины. Эти явления нужно рассматривать как компенсаторно-приспособительные реакции скелета к выполнению определенных движений. Согласно этим изменениям, увеличивается опорная поверхность для головки бедра, а также прочность

[Введите текст]

тазобедренного сустава. Для футболистов характерным является значительное развитие амортизирующего аппарата тазобедренного сустава, к которому относятся связка головки бедра. О степени развития этой связки можно относительно судить по размерам на рентгенограммах ямки вертлужной впадины, в которой залегает связка. У футболистов данная ямка имеет большие размеры, сравнительно с неспортсменами и спортсменами других специализаций.

Использование во время тренировки только силовых упражнений приводит к уменьшению подвижности в суставах, к укреплению мышечно-связочного аппарата. При этом мышечные, коллагеновые, эластичные волокна значительно утолщаются, количество клеточных элементов в сухожилиях уменьшается, коллагеновые волокна в сухожильных пучках размещаются более плотно.

Адаптационные изменения могут выявляться в перераспределении подвижности в сопредельных суставах. При изучении подвижности стопы у штангистов и борцов, отмечены уменьшение подвижности в голеностопном суставе, при компенсаторном увеличении подвижности в таранно-пяточно-челночном суставе.

При чрезмерных нагрузках, технически неправильных тренировках или при недостаточном уровне приспособительных реакций организма, в двигательном аппарате спортсмена могут появляться препатологическое и патологические изменения. Преимущественно они встречаются в суставах, которые несут большую нагрузку. Например, у штангистов может отмечаться уменьшение высоты и деформация межпозвоночных дисков, сужение межпозвоночных отверстий.

Средства и методы увеличения подвижности в суставах должны быть направлены на преодоления структурных ограничителей и функциональных тормозных механизмов движения. Тренировки, направленные на развитие подвижности в суставах, целесообразно начинать в 10-14 лет, так как в этом возрасте мягкие ткани наиболее эластичны и хорошо подвергаются растяжению. Под влиянием целенаправленных многолетних занятий происходят изменения всех компонентов сустава, в том числе и формы суставных поверхностей. Исследования показали, что можно и нужно параллельно развивать силу мышц и подвижность в суставах, и что упражнения на растяжение мышц не влияют отрицательно на их силу.

Итак, для того чтобы добиться наибольшей активной подвижности в суставах, нужно всесторонне развивать пассивную подвижность и силу мышц, которые обеспечивают движения в данных суставах

Практическое занятие. Тема 4. Адаптация скелетной мускулатуры к динамическим и статическим нагрузкам

Мышцы – это разнородная ткань, которая состоит из мышечных волокон, соединительнотканых, нервных и сосудистых элементов, которые в комплексе обеспечивают ее главную функцию – сокращение

[Введите текст]

Функции поперечнополосатых мышц: 1) перемещение организма в пространстве; 2) перемещение частей тела; 3) поддержание осанки; 4) один из результатов мышечного сокращения - производство тепла.

Мышечные волокна состоят из миофибрилл. Каждая миофибрилла мышечного волокна диаметром около 1 мкм состоит в среднем с 2.500 протофибрилл, которые представляют собой удлинённые полимеризованные молекулы белков миозина и актина. В состоянии покоя тонкие длинные актиновые нити входят своими концами в промежутки между толстыми и более короткими миозиновыми нитями. При сокращении мышечного волокна указанные нити не укорачиваются, а начинают скользить одни между другими: нити актина засовываются в промежутки между миозиновыми. Отдельное мышечное волокно способно развить напряжение 100-200 мг. Учитывая, что общее количество мышечных волокон у человека около 15-30 млн., они могли бы развить напряжение 20-30 тонн, если бы все одновременно тянули в одну сторону.

В организме человека, по микроскопическому строению выделяют **неисчерченную, исчерченную и сердечную** исчерченную мышечную ткань. Скелетных мышц в организме человека 639 + 1 сердечная мышца. Они составляют около 44 % общей массы тела.

Большие физические нагрузки, характерные для современного спорта, предъявляют повышенные требования ко всем системам организма спортсмена, в том числе и к скелетным мышцам. Изучение изменений, которые происходят в мышцах под влиянием разнообразных двигательных режимов на макроскопическом и микроскопическом уровнях, имеют большое теоретическое и практическое значения, так как изменения в строении мышц влияют на их функциональные возможности.

Изучение изменений в мышечной системе осуществляется разными методами. Наиболее распространенные из них такие:

- антропометрический метод, который разрешает оценить степень развития мышц и их динамику, а также изменения мышечного компонента в весе тела спортсмена на основе измерения периметров плеча, предплечья, бедра и голени;
- функциональный (динамометрический) метод, который разрешает определить силу мышц;
- микроскопический метод, с помощью которого анализируется внутренняя перестройка мышечной ткани под влиянием физических нагрузок, в основе которой лежит их рабочая гипертрофия.

Определение абсолютного количества мышечного компонента в массе тела определяется по формуле:

$$M = L \times r^2 \times K$$

где **M** - абсолютное количество мышечной ткани (кг); **L** - длина тела (см); **r** - средняя величина радиусов плеча, предплечья, бедра и голени в местах наибольшего развития мышц за вычитанием кожно-жирового слоя; **K** - коэффициент, который равняется **6,5**.

[Введите текст]

Величина радиусов указанных сегментов исчисляется, исходя из обводов:

$$Q = 2яг, \text{ где } Q - \text{ обвод того или другого сегмента тела.}$$

Гипертрофия мышечной системы является неотъемлемым компонентом большинства приспособительных реакций здорового организма и выявляется у человека при всех видах физической работы. Систематические физические нагрузки в процессе занятий спортом приводят к тому, что гиперфункция мышц закрепляется соответствующей структурной перестройкой. Этот процесс получил название рабочей гипертрофии.

Среди морфологических признаков, которые характеризуют гипертрофию мышц, нужно отметить увеличение объема и веса органа, объема (длины и толщины) его клеточных элементов. Увеличение количества мышечных волокон не обязательная характеристика гипертрофии мышц, хотя и нередко сопровождает ее.

Гипертрофия мышц при повышенных физических нагрузках развивается как следствие их гиперфункции. В процессе приспособительных реакций происходят морфологические преобразования на разных уровнях структурной организации скелетных мышц: органном, клеточном и субклеточном. Увеличение интенсивности сокращения мышц закономерно ведет к активизации процессов энергообразования и синтеза белка. Активное энергообразование характеризуется значительным повышением потребления кислорода на единицу массы мышечной ткани, а также ростом окислительного фосфорилирования, т.е., аэробного ресинтеза аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Поскольку энергия используется не только для интенсификации мышечной деятельности, но и для повышенного синтеза белков (сократительных), происходит также мобилизация анаэробного пути ресинтеза АТФ за счет распада гликогена и креатинфосфата (КФ), которые содержатся в миоцитах. Вслед за активизацией синтеза в энергообразующих структурах (митохондрии), возрастает синтез белка и увеличивается масса функционирующих структур - миофибрилл. Итак, в основе гипертрофии мышц лежит увеличение массы цитоплазмы мышечных волокон и количества миофибрилл, что приводит к увеличению диаметра каждого волокна. При этом в мышцах активизируется синтез нуклеиновых кислот и белков, и повышается содержание веществ, которые обеспечивают энергией - АТФ и КФ, а также гликогена.

Перестройка мышц под влиянием статических и динамических нагрузок

Изменения в мышцах под влиянием нагрузок, преимущественно статического характера отличаются от изменений под влиянием нагрузок преимущественно динамического характера.

При статических нагрузках вместе с ростом объема мышц увеличивается поверхность их прикрепления к костям, удлиняется сухожильная часть, увеличиваются внутримышечные соединительнотканые прослойки эндомизия.

При микроскопическом исследовании наблюдается увеличение трофического аппарата мышечного волокна (саркоплазмы, ядер,

[Введите текст]

митохондрий). В связи с увеличением количества саркоплазмы, каждое отдельное мышечное волокно утолщается, многочисленные ядра приобретают округлую форму. Но сократительный аппарат мышечного волокна (миофибриллы) развит относительно меньше и размещается рыхло. Длительное сокращение мышечных волокон и интенсификация в них метаболических процессов

способствуют увеличению количества кровеносных капилляров, которые образуют густую узкопетлистую сеть. Двигательные бляшки на поперечнополосатых мышечных волокнах увеличиваются преимущественно в поперечных размерах.

При нагрузках преимущественно динамического характера вес и объем мышц также увеличиваются, но меньше, чем при статических нагрузках. В мышцах происходит удлинение мышечной части и укорочение сухожильной. Мышечные волокна чаще размещаются почти параллельно к продольной оси мышцы. При микроскопическом исследовании видно, что количество миофибрилл возрастает, ядра вытягиваются, их количество кое-что увеличивается, двигательные бляшки вытягиваются вдоль мышечного волокна. Количество нервных волокон в мышцах, которые выполняют преимущественно динамическую функцию, в 4-5 раз больше, чем в мышцах, работа которых связана в основном с выполнением статической функции. С увеличением количества нервных элементов возрастает количество нервных импульсов, которые поступают в работающую мышцу.

При систематических умеренных физических нагрузках, мышцы увеличиваются в размерах, на прикосновение становятся плотными, упругими. При микроскопическом исследовании видно улучшения их кровоснабжения, отдельные мышечные волокна гипертрофируются. Увеличение объема мышц происходит не только благодаря увеличению размеров мышечных волокон, но и благодаря увеличению их количества. Возрастает площадь прикосновения мышечных волокон с нервными элементами. В мышечных волокнах наблюдается выраженная продольная исчерченность.

После предельных физических нагрузок должен быть достаточный период отдыха для восстановительных процессов в мышцах. В противоположном случае в организме развивается хроническое переутомление или перетренированность. При перетренированности, морфологические проявления в мышцах проходят в двух направлениях: с одной стороны, наблюдается распад мышечных волокон, с другой - продолжает развиваться рабочая гипертрофия мышечной ткани (в зависимости от степени перетренированности преобладают те или другие процессы). При распаде мышечных волокон двигательные бляшки уменьшаются в объеме, в результате чего уменьшается контактирующая поверхность мышечных и нервных волокон. Поступление нервных импульсов в мышцу снижается, и как следствие, ухудшаются функциональные свойства мышц. Капиллярная сеть в мышцах сужается, в мышечных волокнах уменьшается продольная исчерченность, отдельные

[Введите текст]

волокна подвергаются дистрофии, в некоторых случаях можно наблюдать фрагментацию отдельных мышечных волокон. На месте мышечных волокон, которые распались, образуется соединительная ткань.

Итак, под влиянием физических нагрузок в мышечной системе происходит сложная структурная перестройка, в основе которой лежит рабочая гипертрофия мышечной ткани. Различные виды спортивной деятельности выдвигают к определенным группам мышц, которые значительно больше выполняют характерную для данного вида спорта работу, особые требования. Поэтому у спортсменов разных специализаций наблюдается неодинаковое развитие скелетных мышц, а соответственно, и их силовых качеств. Нарушение двигательного режима, которое связано с перетренированностью спортсмена, сопровождается предпатологическими и патологическими изменениями в мышечной ткани.

Структурно-функциональные особенности двигательных единиц мышц

В структуре мышечной ткани выделяют два типа мышечных волокон - медленного сокращения (МС) и быстрого сокращения (БС). МС-волокна обладают такими свойствами: имеют медленную скорость сокращения, большое количество митохондрий, высокую активность окислительных ферментов, низкую активность гликолитических ферментов и АТФ-азы, хорошую васкуляризацию, высокий потенциал накопления гликогена. Они хорошо адаптируются к малоинтенсивной работе с адекватным для них потреблением кислорода.

БС-волокна имеют менее развитую сеть капилляров, меньшее количество митохондрий, высокую активность гликолитических ферментов и АТФ-азы, сниженную активность окислительных ферментов. Они хорошо адаптируются к работе скоростно-силового характера, но быстро утомляются.

В одних и тех самых мышцах содержатся БС- и МС-волокна. БС-волокна содержат фермент АТФ-азу, который расщепляет АТФ с образованием большого количества энергии, которая обеспечивает быстрое сокращение волокон. В МС-волокнах активность АТФ-азы низкая, в связи с чем энергообразование в них осуществляется медленнее.

Выделяют две подгруппы БС-волокон: БСа и БСб. БСа - окислительно-гликолитические волокна, которые быстро сокращаются. Они характеризуются высокими сократительными свойствами и одновременно обладают большим сопротивлением к усталости. Именно эти волокна подвергаются тренировке на выносливость. БСб - классический тип волокон, которые быстро сокращаются, их работа связана с использованием анаэробных источников энергии, прежде всего гликолиза.

[Введите текст]

Говоря о пропорциях разных мышечных волокон у человека, нужно отметить, что у мужчин и у женщин несколько больше МС-волокон (по данным разных авторов - от 52 до 55 %). Среди БС-волокон преобладают волокна типа БСа (30-35%), количество БСб -волокон меньше -12-15%.

Характеристика мышечных волокон разного типа				
Тип волокон	Скоростные возможности	Силовые возможности	Аэробные возможности	Спортивная деятельность
МС	Низкие	Низкие	Высокие	л/а - стайерские дистанции (10-км), шоссейные велогонки, 5-10 коньки
БСа	Высокие	Высокие	Посредственные	Силовые единоборства, л/а - ср дистанции, многоборье, плавание 100 м
БСб	Высокие	Высокие	Низкие	Спринт, метания, прыжки, шта 500 м - коньки, 50 м - плавание

Соотношение волокон разного типа можно определить лабораторным путем (микроскопическим методом, после соответствующего крашения срезов), а также тестированием и пробными циклами тренировки (определяется прирост силы, скорости и выносливости).

У спортсменов высокого класса наблюдаются разные соотношения мышечных волокон в мышцах, которые несут основную нагрузку в данном виде спорта. У бегунов-спринтеров отмечается высокий процент БС-волокон; у лыжников, бегунов на длинные дистанции преобладают МС-волокна; у бегунов на средние дистанции отмечается относительно равномерное распределение БС- и МС-волокон. Z. Caunsilman отмечает четкую зависимость между количеством БС- и МС-волокон в мышечной ткани и спортивными достижениями на спринтерских и стайерских дистанциях. Он указывает, что у выдающихся спортсменов не просто преобладают БС- или МС-волокна, а часто отмечается подавляющее большинство соответствующих волокон.

Изменения в мышечных волокнах под влиянием физических нагрузок Рассматривая гипертрофию мышечных волокон, как один из основных путей адаптации мышц, следует заметить, что гипертрофия МС-волокон, связанная, прежде всего, с увеличением миофибрилл, увеличением количества и плотности митохондрий, способствует повышению выносливости, а гипертрофия БС-волокон способствует повышению скоростного потенциала в мышце. Гипертрофия мышц связана с изменениями, в числе которых, прежде всего, нужно отметить увеличения резервов актиновых и, особенно, миозиновых нитей, увеличение количества миофибрилл и кровеносных капилляров в волокне.

[Введите текст]

Принципиально важным для спортивной практики есть вопросы возможности преобразования волокон одного типа у волокна другого типа. Структура и функциональные возможности мышечных волокон разного типа предопределяются особенностями их нервной импульсации, которая и определяет, будет данное волокно иметь свойства МС- или БС-волокна. Если БС-волокна стимулировать по принципу импульсации МС, то в них повышается активность окислительных ферментов. И, наоборот, стимуляция МС-волокон по принципу БС приводит к повышению активности гликолитических ферментов. Если процентное соотношение количества БС- и МС-волокон, детерминировано генетически и слабо подвергается влиянию тренировки, то изменение объема тех или других волокон легко может быть обеспечена тренировками определенного направления. Например, гипертрофии БС-волокон способствуют разные упражнения: с дополнительной нагрузкой, с использованием специальных тренажеров, целенаправленные действия в борьбе, удары в футболе, броски в гандболе, спринтерский бег.

В результате интенсивной и продолжительной тренировки, направленной на развитие выносливости, отмечаются структурное и функциональное изменения БС-волокон. Изменения активности аэробного и анаэробного путей обмена качественно напоминают метаболические трансформации, которые отмечаются в результате искусственного стимулирования мышц. Но адаптационные изменения выражены значительно меньше, чем в тех случаях, когда обеспечивается постоянная стимуляция.

Итак, тренировка на выносливость существенно повышает возможности окислительного пути энергообеспечения не только БСа-, но и БСб-волокон. Более того, тренированные на выносливость БСа- волокна, по своим окислительным свойствам, могут даже превзойти показатели МС-волокон, характерные для нетренированного человека. Вместе с тем, никакой специальной тренировкам, связанной с развитием выносливости, невозможно достичь в БС-волокнах таких изменений, которые характерны для хорошо тренированных МС-волокон. И, при прочих равных условиях, спортсмены с большим количеством МС-волокон будут иметь преимущество на длинных дистанциях над спортсменами, у которых таких волокон меньше.

Способность человека дифференцировать интенсивность мышечного сокращения путем включения минимально необходимого количества двигательных единиц, находится в числе важных реакций адаптации мышц. Не менее важной для эффективной тренировки и соревнований в разных видах спорта является реакция адаптации, связанная с увеличением способности ЦНС к мобилизации двигательных единиц в мышцах.

Движения при мышечной работе и их характер зависят, с одной стороны, от импульсов, которые поступают из коры головного мозга, с

[Введите текст]

другой – от импульсов, которые поступают в центр из периферии от проприорецепторов мышц.

Эффект длительной адаптации к физическим нагрузкам силового характера проявляется в резком увеличении количества двигательных единиц, которые втягиваются в работу. Так, у нетренированных людей количество двигательных единиц, которые могут быть мобилизованы при максимальных силовых нагрузках, преимущественно не превышает 25-30 %, а у хорошо тренированных к силовым нагрузкам процент двигательных единиц, которые привлекаются к работе, может превышать 80-90 %. В основе этого явления лежит адаптация центральной нервной системы, которая приводит к повышению способности моторных центров мобилизовать большее количество мотонейронов и к усовершенствованию межмышечной координации.

Вторым направлением адаптации мышц есть улучшение межмышечной координации, связанное с усовершенствованием деятельности мышц-синергистов и антагонистов, которые в значительной мере определяют экономичность работы. Систематические тренировки приводят к устранению избыточного напряжения мышц-антагонистов при выполнении различных упражнений и одновременно обеспечивают эффективную координацию деятельности мышц синергистов в достижении конечного заданного эффекта.

Существует два относительно самостоятельных механизмы повышения силы. Первый связан с морфофункциональными изменениями в мышечной ткани – гипертрофией мышечных волокон, увеличением количества сократительных элементов мышц (миофибрилл). Второй предусматривает усовершенствование способности нервной системы мобилизовать большее количество двигательных единиц и улучшение межмышечной координации, которая приводит к увеличению работы без увеличения объема мышц.

В результате суммарной перестройки морфологических, биохимических и физиологических механизмов, которые определяют эффективность приспособления организма человека к работе силового характера, сила мышц может увеличиться в 2-4 раза

Практическое занятие. Тема 5. Морфологические перестройки в нервной системе в процессе тренировки. Изменения структуры нейронов, их отростков, синапсов и периферических нервов

Влияние физических упражнений на нервную систему

Систематические занятия физкультурой улучшают общее состояние нервной системы на всех ее уровнях (кора головного мозга, подкорка, нервно-мышечный аппарат), приводят к глубокой перестройке ее функций.

Спортивная тренировка положительно влияет на нервные процессы — их силу, подвижность, уравновешенность. Тренированный спортсмен способен путем волевых усилий мобилизовать резервные силы организма, чтобы достичь победы. Изумительны способности тренированных

[Введите текст]

спортсменов быстро переключаться на разного рода мышечную деятельность. Тренировка ведет к ограничению чрезмерной возбудимости нервной системы, что отражается на всесторонней деятельности человека: он становится более дисциплинированным в своих движениях (движения точны, четки, уверенны).

Большое значение имеют адаптационно-трофические воздействия коры головного мозга, осуществляемые посредством вегетативной иннервации. Трофическая функция нервной системы отражается на функциональном состоянии систем и органов через симпатическую и парасимпатическую иннервации и мозжечок.

Организм хорошо тренированного спортсмена характеризуется повышенной лабильностью, большой способностью устанавливать в более короткий срок свою деятельность на более высоком уровне, что связано с функциональным совершенствованием центральной нервной системы в процессе тренировки, т. е. выработки временных связей на мышечную деятельность. В процессе упражнений увеличивается сила, уравновешенность и подвижность основных нервных процессов. Благодаря этому быстрее и успешнее устанавливаются условные рефлексы.

Большинство тренированных людей относится к сильному и подвижному типу нервной системы. Под влиянием физических упражнений совершенствуются нервные процессы, которые помогают человеку успешнее настроиться на предстоящую деятельность. Мобилизация всех сил и возможностей особенно удается квалифицированным спортсменам. Подобная настройка организма обнаруживается в отношении самых разных функций организма – дыхание, кровообращение, обмен веществ. Изменение функционального состояния мозга, двигательного аппарата и вообще всех органов при физических упражнениях связано с повышением лабильности тканей.

Двигательный навык

Образование двигательного навыка является одним из центральных вопросов в понимании влияния тренировки на центральную нервную систему. Все спортивные двигательные навыки представляют собой произвольные движения. Процесс образования двигательного навыка протекает по типу сложного, комплексного условного двигательного рефлекса. В основе овладения двигательным навыком лежит образование двигательного стереотипа. Двигательный навык представляет собой приобретенную форму реакции или деятельности организма, выработанную путем упражнений по механизму временных связей.

В процессе "воспитания движением" совершенствуется деятельность центральной нервной системы, так как освоение двигательных навыков, приобретение

мастерства в них связаны с развитием тончайших координационных процессов с

[Введите текст]

выработкой условных рефлексов. По мере совершенствования функциональных возможностей организма улучшается течение процессов возбуждения и торможения,

что и лежит в основе быстроты, ловкости и экономности затрат энергии при выполнении сложных движений.

Обучение движениям имеет своим основным содержанием физический образ, то есть системное освоение человеком в процессе специального обучения рациональным

способом управления своими движениями, приобретая таким путем необходимый в жизни фонд двигательных умений и навыков.

Установлена определенная фазность в протекании нервных процессов при формировании двигательного навыка.

Первая фаза (генерализация). Ее особенностью является широкая иррадиация возбудительного процесса в коре больших полушарий. В связи с относительной недостаточностью внутреннего торможения возникшее во многих анализаторах возбуждение широко иррадирует, вызывая генерализацию возбудительного процесса в эффекторных двигательных клетках коры больших полушарий. Такая фаза характерна для начинающих спортсменов, только приступающих к изучению определенного вида спорта. Так, например, движения начинающего конькобежца не согласованы, он делает большое количество лишних движений, причем движения у него неуверенные, он быстро устает, так как затрачивает большое количество энергии. Наблюдают отсутствие согласованности в работе мышечной системы и внутренних органов.

Вторая фаза (концентрация). Она характеризуется значительным развитием внутреннего торможения. В процессе повторных тренировок происходит специализация условно-рефлекторных связей, в результате чего движения уточняются, иррадиация возбудительного процесса ограничивается, лишние, ненужные движения затормаживаются. Во второй фазе формирования двигательного навыка происходит постепенное становление коркового динамического стереотипа. Однако в этой фазе можно наблюдать срыв тормозного процесса. Необычные сильные раздражители, сопровождающиеся сильным возбуждением, могут ослабить тормозные процессы, в результате чего у спортсмена вновь появляются ошибки в выполнении движений, некоторая скованность их, неточность движений. Все это указывает на непрочное закрепление динамического стереотипа.

Третья фаза (стабилизация). Она характеризуется наличием уже закрепленного коркового динамического стереотипа, лежащего в основе двигательного навыка. В этой фазе процессы возбуждения и торможения чередуются в определенной последовательности: они обуславливают точное выполнение движений. Выполняемые движения отличаются точностью, слитностью, экономичностью. Наступает полная согласованность в работе двигательного аппарата и внутренних органов; – при этом значительно повышается общая работоспособность организма. Стоит только посмотреть

[Введите текст]

на мастерское выполнение упражнений высококвалифицированным спортсменом — гимнастом, конькобежцем, лыжником и т. д., чтобы убедиться в высокой слаженности работы всех систем и органов. Не видно ни одного лишнего движения, ритм дыхания, работа сердечно-сосудистой системы составляют полную гармонию. Изумительная «ювелирная» отделка движений поражает своим совершенством и красотой.

В третьей фазе образование двигательного навыка завершается процессом автоматизации движений, в результате чего возникает состояние спортивной формы, при которой устанавливаются наилучшие взаимоотношения в деятельности всех систем и органов. Между мышечной системой, деятельностью внутренних органов и высшими отделами центральной нервной системы достигается наиболее совершенная функциональная связь, создаются новые стойкие очаги возбуждения. Появление таких центров возбуждения в коре головного мозга помогает подавлять другие патологические очаги возбуждения, связанные, к примеру, с болезнью и поддерживающие ее. Так, при некоторых неврозах физкультура заставляет отступить болезнь.

Повышение резистентности организма

Физическая активность расширяет пластичность нервной системы, ее способность приспособлять организм к новой обстановке, новым видам деятельности и исключительно благотворно влияет на психическую деятельность человека: повышается его эмоциональный тонус, появляется бодрость, жизнерадостность, уверенность в себе.

Большую роль играют изменения деятельности желез внутренней секреции при физических упражнениях. В процессе регулярных занятий физкультурой симпатико-адреналовая система перестраивается, совершенствуется и мобилизует большое количество гормонов адаптации. К ним относятся адреналин, норадреналин и кортикостероиды, вырабатываемые корковым веществом надпочечников. Это главные гормоны, управляющие всей энергетикой организма и обеспечивающие его адаптацию в основных фазах стресса.

Особенно много данных имеется об изменении функций надпочечниковых желез в процессе тренировки. Адреналин и кортикоидные гормоны очень важны для обеспечения работоспособности человека. Деятельность желез внутренней секреции регулирует нервная система и обуславливает нормальную функцию всех органов и систем. Гормоны действуют на нервную систему, тонизируя ее, повышая ее функциональные возможности.

Учение о стрессе представляет интерес при оценке влияния физических упражнений и развития устойчивости к вредно действующим факторам. При правильной дозировке нагрузки упражнения повышают устойчивость организма к холоду, действию некоторых ядов, к некоторым инфекциям и даже проникающей радиации в меньшем количестве по сравнению с людьми, не подвергавшимся тренировке.

[Введите текст]

Физическая нагрузка, сама являясь стрессом, но физиологическим, постепенно и дозированно воздействуя на механизмы защиты, тренирует их, развивает, увеличивает резервы. Таким образом, физические упражнения развивают и укрепляют симпатико-адреналовую систему, увеличивая в итоге способность организма противостоять любым экстремальным воздействиям. Повышенный функциональный уровень нейроэндокринной системы при отсутствии стрессовых ситуаций повышает работоспособность человека, увеличивает заряд бодрости и оптимизма.

Регулярные занятия физической культурой тренируют и парасимпатический отдел. Исследованиями установлено, что если раздражать теплом (или холодом) какой-либо участок тела человека, то после удаления раздражителя появляется местное повышение (снижение) кожной температуры. Такую же, но менее выраженную реакцию можно наблюдать и на других, чаще симметричных, участках тела. Через некоторое время температура нормализуется. У спортсмена температурная реакция в месте непосредственного воздействия раздражителя пропорциональна интенсивности наносимого раздражения, на других участках тела она весьма незначительна, а по окончании действия раздражителя очень быстро приходит к норме. У не спортсмена все это проявляется значительно резче, следовательно, его нервная система менее точно реагирует на температурный раздражитель. Это убедительное свидетельство совершенствования функций нервной системы в процессе мышечной тренировки.

Также в результате использования физических упражнений совершенствуются такие звенья нервной системы, как зрение, слух, пространственная ориентация и другие. Человек, занимающийся физкультурой или спортом, образно говоря, лучше видит, больше слышит и тоньше чувствует пространство. У спортсмена точнее глазомер, он четче воспроизводит движение, совершает все действия более экономно, чем не занимающийся физическими упражнениями.

Занимаясь физической культурой, мы приобретаем необходимые в повседневной жизни и в труде двигательные навыки. Развивается ловкость, быстрота и сила движений нашего тела. Совершенствуется управление движениями, которое осуществляется центральной нервной системой. При занятиях физическими упражнениями образуются все новые и новые условные рефлексы, которые закрепляются и складываются в длинные последовательные ряды. Благодаря этому организм приобретает способность все лучше и лучше приспосабливаться к большим и более сложным физическим нагрузкам, благодаря этому мы можем все легче и экономнее осуществлять движения – наш организм, как принято говорить, тренируется.

В результате тренировки улучшается работа и строение всех органов нашего тела и прежде всего высших отделов центральной нервной системы. Увеличивается подвижность нервных процессов возбуждения и торможения в коре больших полушарий головного мозга и в других отделах нервной системы, т. е. процесс возбуждения легче переходит в процесс торможения и наоборот. Организм поэтому быстрее реагирует на всевозможные внешние и

[Введите текст]

внутренние раздражения, в том числе и на раздражения, идущие к мозгу из сокращающихся мышц, в результате чего движения тела становятся более быстрыми и ловкими.

У тренированных людей нервная система легче приспосабливается к новым движениям и новым условиям работы двигательного аппарата.

Практическая работа. Тема 6. Воздействие систематических физических нагрузок на иммунную систему (селезенку, тимус, лимфатические узлы). Эндокринная система спортсменов

Иммунитет (от латинского *immunitas* - освобождение от чего-либо) - это защита организма от веществ и существ, несущих признаки генетически чужеродной информации. К ним относятся микроорганизмы, вирусы, грибки, простейшие, различные белки, клетки, в том числе и свои собственные - стареющие и модифицированные, злокачественные и пересаженные. Иммунитет связан с оплодотворением, участвует в эмбриональном развитии, защищает человека после родов, осуществляет механизм развития, принимает участие в обмене веществ и т.д.

Иммунитет – это система организма, направленная на поддержание генетической целостности клеточного состава живых существ.

Механизмы иммунитета удивительно точны: они способны выделить чужеродную клетку, содержащую всего один нуклеотид, отличающийся от генома собственного организма.

Иммунитет передается по наследству, это генотипическое явление. В связи с этим он имеет видовую специфичность, и у разных животных и у человека иммунитет различается, но в популяциях одного вида по выраженности и характеру проявления он довольно однотипный и отличается только степенью индивидуального проявления. Общим свойством любого наследственного иммунитета является то, что по напряженности он превосходит приобретенный иммунитет и незначительно меняется в процессе жизни - в этом смысле слова его можно считать абсолютно устойчивым.

Основоположниками иммунологии являются Л. Пастер, И. Мечников, П. Эрлих. В 1881 г. Л. Пастер разработал принципы создания вакцин из ослабленных микроорганизмов с целью предупреждения развития инфекционных заболеваний. И. Мечников создал фагоцитарную теорию иммунитета. В 1908 г. И Мечников и П Эрлих независимо друг от друга были удостоены Нобелевской премии за работы по теории иммунитета

Иммунный статус человека - это совокупность лабораторных показателей, характеризующих количественную и функциональную активность клеток иммунной системы. Под "нормальным" состоянием иммунного статуса подразумеваются параметры иммунной системы, определяемые у практически здоровых лиц различных половозрастных групп. Для оценки иммунного статуса используются различные наборы тестов. Р.В. Петровым и соавторами (1984) была предложена трехэтапная схема иммунологического обследования. На первом этапе выявляются грубые дефекты в работе иммунной системы, а далее производится углубленная диагностика иммунологической недостаточности с

[Введите текст]

выявлением уровня или конкретного звена иммунной системы, где имеется нарушение. В различных вариантах принцип поэтапного иммунологического обследования широко используется. Исследуется наличие специфических антител, проводятся количественная и функциональная оценка клеточных, гуморальных и неспецифических факторов иммунного ответа, иммунологические и иммуногенетические исследования. При обследовании практически здоровых лиц это позволило создать параметры так называемой нормы - нормограммы. Такой подход используется для установления пораженного звена иммунитета.

И все же вопрос оценки состояния иммунной системы у здоровых людей до сих пор остается открытым. Обусловлено это тем, что для правильного понимания принципов работы иммунной системы необходим учет нескольких положений. Во-первых, любой организм является, с точки зрения иммунолога уникальным, то есть генетически индивидуальным, и несет в себе только ему присущий набор антигенов. Во-вторых, любой организм в процессе своей жизни постоянно заботится о своей генетической "чистоте", то есть сохраняет свою индивидуальность, поскольку ее утрата (например, злокачественное новообразование) может привести к гибели. И наконец, в-третьих, надо иметь в виду, что любой организм находится в окружении постоянно меняющегося потенциально "враждебного" мира, наполненного самыми различными ксенобиотиками, бактериями, вирусами. Кроме того, на него оказывают влияние самые различные средовые факторы. Именно на иммунную систему в первую очередь ложится защита внутренней среды организма от всего многообразия внешнего мира.

Следовательно, иммунная система должна быть также многообразна в плане адаптации и защиты и достаточно подвижна для оперативного реагирования на внешние факторы. Для адекватного включения и функционирования иммунологических механизмов компоненты этой системы обладают большой лабильностью. Большая подвижность (изменчивость) системы свидетельствует о ее значительной функциональной активности. Такая точка зрения наиболее полно сформулирована Р.В. Петровым (1981) в концепции иммунологических мобилей, согласно которой нормальное функционирование иммунной системы является результатом сложного взаимозависимого процесса, включающего взаимодействие ее отдельных системообразующих компонентов. При этом позитивный эффект работы системы заключается в максимальной адаптации. Но остается вопрос: как оценить состояние иммунного статуса у здорового человека? Ведь при иммунологическом обследовании можно получить, по крайней мере три варианта результатов или их комбинаций: в одном случае иммунологические показатели не будут выходить из границ нормограммы, в другом - превышать или, наоборот, быть ниже нормативных показателей. И при этом перед нами человек, признанный, по данным углубленного медицинского обследования, практически здоровым.

Методологической основой оценки системы иммунитета является обязательный комплекс, направленный на идентификацию основных компонентов иммунной системы: фагоцитоза, клеточного и гуморального

[Введите текст]

иммунитета. Обязательным является изучение: 1) абсолютного числа лейкоцитов и лимфоцитов; 2) фагоцитоза - поглотительной способности нейтрофилов; 3) гуморального иммунитета - содержания IgG, IgA, IgM, IgE и уровня В-лимфоцитов; 4) субпопуляции Т-клеток - процента и абсолютного количества CD3-, CD4- и CD8-клеток; 5) активации иммунной системы - уровня антител к тиреоглобулину, тринитрофенолу и ревматоидного фактора.

Иммунитет - это защитная способность организма противостоять болезнетворным микробам и вирусам, а также инородным телам и веществам. Результатом этой реакции является возникновение невосприимчивости организма к повторному воздействию этого же возбудителя.

Различают клеточный и гуморальный иммунитет.

Клеточный иммунитет осуществляют Т-лимфоциты и фагоциты. Т-лимфоциты обнаруживают в организме болезнетворные бактерии, клетки, пораженные вирусами, а также чужеродные белки, клетки и ткани. Вступив в контакт с ними, Т-лимфоциты выделяют особые вещества, вызывающие их уничтожение, или передают информацию фагоцитам. Фагоциты напрямую взаимодействуют с чужеродными клетками, переваривая их.

Гуморальный иммунитет осуществляют В-лимфоциты, вырабатывающие особые вещества - антитела. Выделяют естественный и искусственный гуморальный иммунитет.

Врожденный естественный иммунитет сформирован у плода к моменту рождения и обусловлен наличием в крови антител.

Приобретенный естественный иммунитет возникает после перенесенных инфекционных заболеваний, например, кори, коклюша, ветрянки и др. К некоторым инфекционным заболеваниям, например, гриппу, он создается на непродолжительное время, а к ангине - не развивается вообще.

К искусственному иммунитету относятся активный и пассивный иммунитет.

Искусственный активный иммунитет создается под действием вакцины. Вакцина - культура ослабленных микроорганизмов, формирующих иммунитет против заболевания, которое они вызывают. Вакцинация спасла миллионы людей от полиомиелита, кори, дифтерии, сибирской язвы и многих других инфекционных заболеваний.

Для срочной борьбы с возбудителями инфекционных заболеваний используют готовые антитела - сыворотки. Лечебная сыворотка - препарат антител, образовавшихся в крови животного, которое раньше специально заражалось этим возбудителем. Введение лечебной сыворотки помогает организму бороться с инфекцией, пока его собственная иммунная система не начнет вырабатывать достаточное количество антител. Это - *искусственный пассивный иммунитет*.

Для предотвращения инфекционных заболеваний и их тяжелых последствий следует соблюдать правила вакцинации.

Практическая работа. Тема 9. Исследование силы и силовой выносливости мышц

Тема. ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЫ И СИЛОВОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ МЫШЦ

Вопросы:

1. Сила мышц. Факторы, определяющие силу мышц.
2. Исследование максимальной произвольной силы кисти руки с использованием электронного кистевого динамометра. Динамометрия статической мышечной выносливости кистей рук

1 вопрос.

Сила мышц – это максимальное напряжение, развиваемое мышцами при их возбуждении, если мышцы сокращаются в изометрическом режиме.

Сила мышцы – способность мышцы преодолевать или противодействовать внешним силам, которые действуют на организм за счет мышечного напряжения.

Сила – способность организма развивать максимальные мышечные напряжения для преодоления сил сопротивления соперника, спортивного снаряда или внутренних сопротивлений, возникающих за счет биомеханических особенностей движений.

- а) **статическая** (изометрическая) сила – проявляется при статических усилиях,
- б) **динамическая** (в том числе взрывная) сила – проявляется при динамической работе.

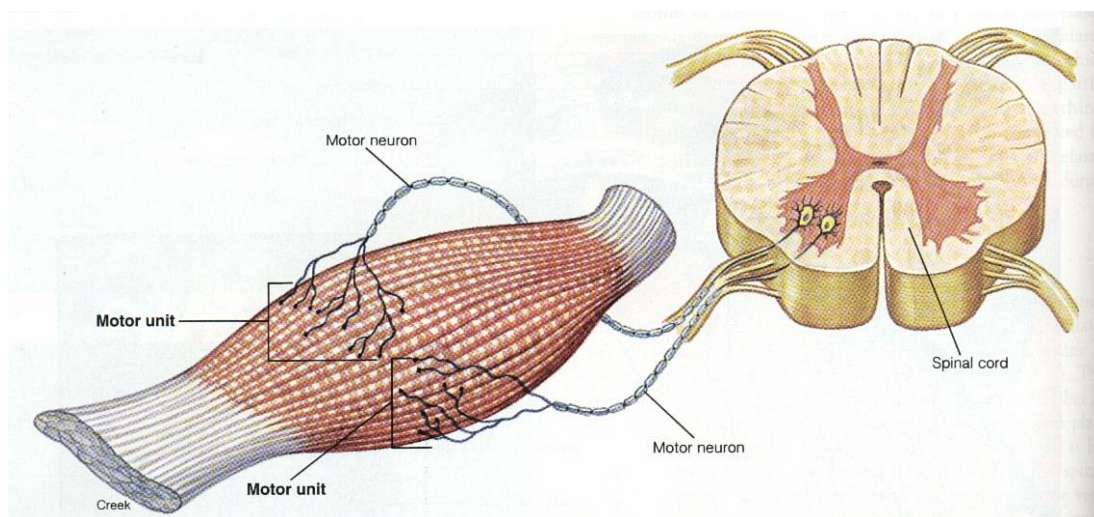
Максимальная произвольная сила – проявляется на тренировке или соревнованиях при предельном произвольном усилии в изометрическом режиме работы.

Сила скелетной мышцы зависит от многих факторов:

Факторы центральной нервной системы.

1. От числа двигательных единиц, возбуждаемых в данный момент времени. Так, если мышца представлена 10 двигательными единицами, а в данный момент активна 1 двигательная единица, то мышца способна развить силу, равную 1/10 от ее максимальной силы. Если 5 двигательных единиц активны, то, соответственно, мышца развивает 50 % от максимума и т.д.

- **Двигательная единица – это мотонейрон, его аксон и иннервируемые этим аксоном мышечные волокна**
- **Каждый двигательный нейрон иннервирует мышечные волокна только одного типа**
- **Количество мышечных волокон, входящих в двигательную единицу, варьирует от двух-трех до нескольких сотен**



[Введите текст]

2. От синхронности работы двигательных единиц. Совпадение во времени импульсации мотонейронов отдельных двигательных единиц называется *синхронизацией*. Чем большее количество двигательных единиц работает синхронно, тем большую силу развивает мышца.

Внутримышечная координация – обеспечивается синхронизацией работы мотонейронов, иннервирующих мышечные волокна, входящих в состав одной мышцы. Это обеспечивает одновременное сокращение работающих мышечных волокон.

Межмышечная координация – высокий уровень достигается согласованной работой двигательных центров мышц синергистов и антагонистов. Высокая межмышечная координация предполагает, что все сгибатели любого сустава сокращаются одновременно, а разгибатели этого же сустава в этот момент расслаблены.

Аутогенное торможение мотонейронов – есть частное проявление внутримышечной координации. При чрезмерном напряжении мышцы происходит излишнее растяжение её сухожилия. Мотонейроны, иннервирующие соответствующие мышцы, затормаживаются. В результате мышечное напряжение далее не нарастает или даже снижается. Это предотвращает разрыв соединительной и мышечной ткани, поломку костей.

С ростом тренированности аутогенное торможение уменьшается. За счёт этого наблюдается дополнительный прирост силы.

Внутри мышцы около 70% волокон работают при напряжении у нетренированных людей. Тренировкой это соотношение можно поднять до 95%.

Центрально-нервные факторы играют значительную роль при развитии силы, поэтому при утомлении или заболеваниях ЦНС силовые показатели резко снижаются, а при сильном эмоциональном возбуждении и мотивации существенно повышаются.

3. От частоты, с которой проходят потенциалы действия по данным аксонам к соответствующим мышечным волокнам. Чем выше частота возбуждающих импульсов, тем больше сила сокращения ее мышечных волокон.

4. От соотношения типов мышечных волокон.

Типы мышечных волокон

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

Количество мышечных волокон каждого типа генетически предопределено и в процессе тренировки не изменяется (возможно лишь увеличение толщины отдельных волокон или некоторое изменение свойств промежуточных волокон).



[Введите текст]

Таблица 1 - Особенности разных типов мышечных волокон

Типы волокон	красные	промежуточные	белые
Количество волокон	10-180	300-800	300-800
Количество миофибрилл	малое	большое	большое
Развитие ретикулума	низкое	высокое	высокое
Сеть капилляров	большая	средняя	низкая
Содержание миоглобина	высокое	низкое	низкое
Митохондрии	много	много	мало
Запасы гликогена	оч. большие	большие	большие
Запасы креатинфосфата	малые	большие	большие
Активность АТФ-азы миозина, КФК, ферментов гликолиза	низкая	высокая	высокая
Активность ферментов аэробного окисления	высокая	низкая	низкая
Скорость сокращения	малая (110мс)	большая (50 мс)	большая (50 мс)
Развитие силы	низкое	умеренное	высокое
Утомляемость	слабая	сильная	сильная
Выносливость	высокая	низкая	низкая

Белые волокна, к ним подходит много нервных окончаний, развивают высокую скорость и силу, но время их работы ограничено быстрым истощением запасов КФ и гликогена. Приспособлены к выполнению физ. нагрузок **анаэробного характера на силу и быстроту**.

Для наращивания силы необходимо, чтобы преобладали быстрые гликолитические мышечные волокна (тип II-B).

5. От поперечного сечения мышцы. Различают геометрическое и физиологическое поперечные сечения мышц. *Геометрическое* перпендикулярно продольной оси мышцы, физиологическое перпендикулярно длине мышечных волокон. *Физиологическое* – сумма поперечных сечений всех волокон – совпадает с *геометрическим* только в мышцах с продольно расположенными волокнами. У мышц с косым расположением волокон физиологическое поперечное сечение больше геометрического. Чем больше физиологическое поперечное сечение мышцы, тем больший груз она в состоянии поднять. По этой причине, сила мышц с косо расположенными волокнами больше силы, развиваемой мышцей той же толщины, но с продольным расположением волокон.

Для сравнения силы разных мышц максимальный груз, который они в состоянии поднять, делят на площадь их физиологического поперечного сечения. Таким образом вычисляют удельную силу мышц (кг/см²).

С ростом тренированности происходит увеличение мышечного поперечника, это называется **рабочей гипертрофией**.

Виды гипертрофии:

[Введите текст]

- I. *Миофибриллярная* – связана с увеличением числа и объема миофибрилл (количество актина и миозина увеличивается в 2 раза). К ней предрасположены быстрые мышечные волокна. Приводит к значительному увеличению силы.
- II. *Саркоплазматическая* – связана преимущественно с увеличением саркоплазмы и увеличением капиллярной сети (увеличивается количество митохондрий, гликогена, КФ, миоглобина). К ней предрасположены медленные (красные) мышечные волокна и промежуточные. Значительного прироста силы не даёт, но повышает выносливость мышц.

Оба вида гипертрофии развиваются при любой направленности тренировочного процесса. Однако миофибриллярная гипертрофия характерна больше для спортсменов, развивающих силовые и скоростно-силовые качества, саркоплазматическая – для спортсменов, развивающих аэробную выносливость.

6. Сила мышцы зависит от *исходной длины*.

Существует некоторая средняя величина L_0 (это длина мышцы в покое в условиях целостного организма, при которой мышца развивает максимальное сокращение.) Если длина будет меньше L_0 , или, наоборот, больше L_0 (перерастянута), то сила, развиваемая мышцей в момент ее возбуждения, будет значительно меньше.

Максимальная сила развивается мышцей в том случае, когда длина саркомера составляет 2,2 – 2,5 мкм. Зависимость силы от ее длины очень важна – особенно для сердечной мышцы (закон Франка-Старлинга).

7. От функционального состояния мышцы. При утомлении мышцы величина ее сокращения снижается.

Практическая работа. Тема 12. Дистанционный мониторинг функционального состояния организма спортсмена

Ключевые слова: психофизиология, система, диагностика, мониторинг, IT-технологии, HR, IBM Watson Analytics, испытуемые.

В некоторых случаях нам нужно постоянно оценивать состояние спортсменов, которые работают в сложных условиях внешней среды и к ним трудно добраться. Спортивных групп у нас много. Держать врача возле каждой удаленной группы затруднительно (непросто найти нужного специалиста, готового долгое время работать вдалеке от социума и семьи за небольшие деньги). Госпитализация заболевшего спортсмена связана с необходимостью дополнительных затрат (транспортировка к «цивилизации», замена новым спортсменом). Возможным решением проблемы могло бы стать наличие у нас оборудования или устройства, которое позволяло бы одному врачу дистанционно осуществлять контроль за несколькими спортивными группами одновременно».

Задача: необходимо создать устройство (систему), позволяющее дистанционно отслеживать уровень продуктивности спортсменов и состояние их здоровья, чтобы можно было своевременно принимать решения по персоналу спортивных групп:

1 · кого необходимо заменить (не подходит для сложных условий труда);

- кого следует перевести временно на другой вид тренировки;
- кому требуется госпитализация;

[Введите текст]

- кому необходим отдых (отгул, отпуск);
 - кому нужна консультация (коррекция состояний).
2. Это устройство должно позволять специалисту также оценивать:
- готовность спортсмена работать с информацией и принимать решение самостоятельно (предстоит интеллектуальная деятельность – способен ли сейчас работать эффективно или нет);
 - готовность спортсмена к физическим нагрузкам (готов ли сейчас к нагрузкам или нет);
 - сможет ли спортсмен в том состоянии, в котором он находится сейчас, быстро адаптироваться к новым условиям среды или деятельности.

3. Результаты применения мониторинга позволяют:

- экономить на издержках (транспортировка заболевших сотрудников, поиск новых сотрудников на места выбывших, снижение количества ложных вызовов медиков на места, уменьшение количества медиков в штате компании);
- оптимизировать деятельность спортсменов и улучшать качество производственных процессов (если вовремя проводить корректирующие мероприятия с персоналом, то можно поддерживать нужный уровень производительности труда и мотивацию у сотрудников).

4. Для оценки состояний сотрудников нужно использовать методы, принятые в психологии и психофизиологии. Поскольку система должна выполнять диагностику и мониторинг дистанционно, то, следовательно, получать нужные данные можно через тесты, анкеты, опросники. Все измерения, связанные с наличием стационарного оборудования (анализы крови, электрокардиограф, электроэнцефалограф и пр.) или присутствием рядом специалиста (функциональные пробы), придется исключить.

5. Сбор дополнительных данных, которые нам нужны, должен производиться с помощью неинвазивного метода. Для этого подходят датчики и носимые устройства, которые лучше не создавать самим, а использовать те, которые уже имеются на рынке. Также нужно понять, что лучше подходит – датчики, фитнес-трекеры, умные часы.

6. Для обработки данных можно использовать систему искусственного интеллекта (СИИ). СИИ позволит исключить ошибки, связанные с человеческим фактором при работе с данными (субъективная оценка состояния сотрудника), и даст возможность оперативно оценивать большое количество сотрудников. Самостоятельно создавать СИИ не нужно, можно использовать [IBM Watson](#)

Были взяты за основу труды И.П. Павлова, Б.М. Теплова, В.Д. Небылицина, В.М. Русалова, В.С. Мерлина, П.К. Анохина, Е.П. Ильина, А.А. Ухтомского, С.Э. Мурика.

Изучив их работы и получив дополнительные консультации у специалистов (медицинских работников, практикующих психотерапевтов, научных сотрудников – психологов и физиологов), была разработана концепция, которой впоследствии и придерживались, проектируя программно-аппаратный комплекс для дистанционного мониторинга.

[Введите текст]

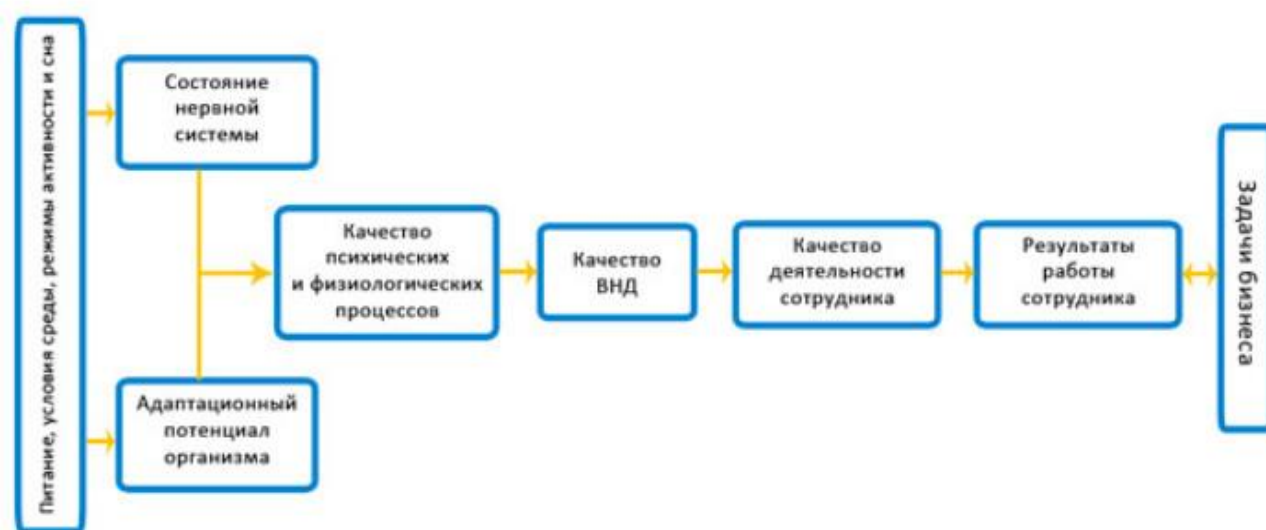


Рис. 2. Концепция «Результативность и продуктивность»

Выполнение поставленных задач зависит от результативности сотрудника. Результативность сотрудника (спортсмена) зависит от его психоэмоциональных и психофизиологических состояний. Состояния сотрудника зависят от условий внешней среды, рациона питания, режима активности и сна.

Основное, что планировалось измерять в ходе исследований и разработок, – это изменение состояний психики и физиологии человека. О качестве изменений психики и физиологии можно судить по изменениям состояния нервной системы (Н.С.) и уровня адаптационного потенциала организма.

Показатель адаптационного потенциала дает представление о том, насколько легко нервная система будет переходить из одного состояния в другое. Показатель состояния Н.С. позволяет предположить, куда с наибольшей вероятностью пойдет реакция дальше (возбуждение или торможение).

Созданное web-приложение имеет три уровня доступа в дистанционную систему:

- **администратор** (может вносить специалистов и пользователей в систему, предоставлять специалистам доступ к данным, создавать тесты и анкеты, делать рассылку push-уведомлений пользователям);
- **специалист** (может видеть данные по пользователям);

[Введите текст]

· **пользователь** – спортсмен (может регистрироваться в системе, подключать носимые устройства, проходить тестирование, отправлять специалисту текст и изображение).

Web-приложение используется для определения индивидуальных особенностей пользователя системы (образ жизни, анамнез, результаты тестов). Индивидуальные особенности позволяют определить начальную точку отсчета для отслеживания динамики дальнейших изменений в состояниях пользователя.

Определение индивидуальных особенностей и подключение носимого устройства к системе производится один раз перед началом обслуживания пользователя в системе. Дальнейшая коммуникация специалиста с пользователем системы происходит через мобильное приложение. Все поступающие от пользователя данные отображаются в кабинете специалиста.

Созданное мобильное приложение позволяет пользователю заполнять опросники и отправляет информацию на сервер. Таким образом осуществляется мониторинг (отслеживание изменений в состояниях психики и физиологии – субъективная оценка изменений в состояниях пользователей системы).

Также в приложении существует функция вызова специалиста call-центра – кнопка «SOS». Экстренный вызов (если человеку стало плохо, то он нажимает «SOS», и по месту его локации высылается «скорая помощь»).

Подходы, которые применялись при разработке анкет:

1. Запись должна фиксировать наблюдаемый факт в том виде, в котором он существовал реально, не подменяя его описанием личных впечатлений и суждений наблюдателя.

2. Запись должна фиксировать не только наблюдаемый факт, но и ту окружающую обстановку, в которой он происходил.

3. Запись должна по возможности полно в соответствии с поставленной целью отражать изучаемую реальность.

Анкета должна отвечать требованиям:

- обеспечивать получение требуемой информации;
- иметь устойчивые критерии и надежные шкалы оценок;
- формулировка вопросов должна быть понятна опрашиваемому.

За основу анкет были взяты [примеры](#) (опросники, тесты, анкеты) других авторов, валидные и проверенные временем, которые измеряют параметры очень близкие к тем, которые нужны.

Были созданы анкеты, которые позволяют оценивать изменения состояний по направлениям:

- изменение когнитивных способностей;
- изменение уровня мотивации;
- изменение физиологических состояний;
- изменение продуктивности;
- изменение психоэмоциональных состояний.

Далее была использована IBM Watson Analytics, позволяющая находить:

[Введите текст]

- поиск зависимостей между параметрами;
- определение прогностической силы.

Что использует IBM Watson Analytics для обработки данных:

- дисперсионный анализ, корреляционный анализ, регрессионный анализ;
- коэффициент корреляции определяется автоматически с учетом качества данных (представлены данные только из одного типа шкал или данные представлены из разных видов шкал).

Используя данную систему можно понять, как независимые переменные (условия среды, рацион питания, режим активности и сна) влияют на зависимые переменные (когнитивные способности, эмоциональные и физиологические состояния, состояния утомления, состояния мотивации), и как выявленные взаимосвязи можно использовать в будущем, если созданную нами систему будут использовать не только для диагностики и мониторинга, но и для коррекции состояний пользователей системы.

В процессе манипулирования переменными (изменение рациона питания и режима активности) были выявлены функциональные связи:

- углеводная диета способствует появлению импульсивного поведения;
- высокая активность ухудшает когнитивные способности.

Эти взаимосвязи можно использовать для коррекционного воздействия на пользователей системы, чтобы менять их психофизиологические состояния (меняя независимую переменную, изменяем зависимую переменную).

В ходе проведенных исследований было выявлено, что метеозависимость существует. У некоторых участников экспериментов прослеживалась четкая взаимосвязь: изменение атмосферного давления или влажности воздуха влияло на их физическое самочувствие, когнитивные способности, уровень утомления. Также обнаружилось, что количество и качество сна зависит от времени отхода ко сну.

Полученные результаты помогут разработать собственную систему коррекции психофизиологических состояний (способ коррекции психофизиологических состояний человека через изменение состояний Н.С. и адаптационного потенциала организма).

Итоги

Программно-аппаратный комплекс для дистанционной диагностики и мониторинга психофизиологических состояний человека, можно использовать для решения задач HR-службы:

- дистанционная оценка состояний сотрудников – готовность к нагрузкам и определенному виду деятельности;
- оценка продуктивности сотрудников;
- профилактика заболеваний.

Полученные в ходе исследования результаты (выявленные зависимости между переменными и оценка их прогностической силы) можно

[Введите текст]

использовать для коррекции психофизиологических состояний человека в таких направлениях, как:

- **спорт и фитнес (цели – адаптация к нагрузкам и профилактика перетренированности);**

- **медицина (цели – дистанционное сопровождение клиентов в послеоперационный период, сопровождение клиентов с депрессивными расстройствами для отслеживания начала рецидивов).**

А разработанные анкеты для мониторинга можно использовать во время проведения других исследований с целью изучения взаимосвязей между независимыми переменными (условия среды, режим активности и сна, рацион питания) и зависимыми (определенные состояния психики и физиологии человека).

Анкеты позволяют измерять необходимые параметры для дальнейшей комплексной оценки изменений: когнитивные способности, адаптационный потенциал, состояние нервной системы, уровень мотивации.

Перспективы использования разработки в бизнесе

Полученную систему дистанционной диагностики и мониторинга психофизиологических состояний человека можно модернизировать, чтобы использовать в крупных компаниях, увлеченных идеями диджитализации HR-процессов (то такое диджитализация? Простыми словами, это оцифровка текста, звука и видео. Она позволяет переводить огромный объем информации в единицы и нули — язык, понятный компьютеру.) или **Corporate wellness**, (Хронические заболевания сотрудников обходятся компаниям в миллионы долларов. Если невыход на работу напрямую ведет к потерям (или присутствие на работе больных сотрудников) представляет не меньшую угрозу для производительности. Мы уже не говорим о хронических болезнях, таких как сердечно-сосудистые заболевания, рак и диабет, иногда приводящих к смерти. Многие из этого можно предотвратить, внедряя программы corporate wellness в вашей компании, корпоративные оздоровительные программы могут в прямом смысле привести к снижению совокупных затрат, повышению производительности и привлечению новых талантливых работников). в которых готовы внедрять соответствующие инновации (поддержание необходимой производительности труда и личной эффективности, профилактика заболеваний, цифровой портрет сотрудника).

Разработка подходит для решения следующих задач:

- эффективная адаптация сотрудников к стрессам и нагрузкам;
- поддержание необходимого уровня мотивации и производительности труда;

- подбор персонала под виды деятельности с учетом индивидуальных особенностей (когнитивные способности, мотивация, уровень адаптационного потенциала, свойства нервной системы).

Однако существуют ограничения в использовании системы, о которых стоит упомянуть. Так, в ходе тестирования программно-аппаратного комплекса было выявлено, что при **отсутствии осознанного подхода к заполнению анкет и прохождению тестов, при отсутствии со стороны**

[Введите текст]

пользователя заинтересованности в том, чтобы система помогала ему создавать и поддерживать необходимые психофизиологические состояния, ценность разработки теряется.

Нет мотивации к заполнению анкет и прохождению тестов – нет качественных данных. Нет качественных данных – теряется дальнейший смысл их обработки в СИИ, так как на выходе получим информацию, которую нельзя будет использовать для прогнозирования и коррекции состояний.

Решением этой проблемы может стать повышение уровня мотивации и заинтересованности сотрудников в данной разработке (позиционирование системы в компании как «привилегии» для лучших сотрудников, как «поощрения» или «дополнительного бонуса»). То есть услуга по сопровождению с помощью программно-аппаратного комплекса должна быть для сотрудников бесплатной и предоставляться только избранным.

Практическое занятие. Тема 11. Физиологические механизмы адаптации к физическим нагрузкам. Резервные возможности организма человека

1. Понятие о физиологической адаптации.
2. Динамика функций организма при адаптации и ее стадии.
3. Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам.
4. Срочная и долговременная адаптация.
5. Понятие о физиологических резервах организма. Их виды.
6. Влияние мышечной деятельности на резервы систем организма.

Понятие о физиологической адаптации

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

Значение проблемы адаптации в спорте определяется прежде всего тем, что организм спортсмена должен приспосабливаться к физическим нагрузкам в относительно короткое время. Именно скорость наступления адаптации и ее длительность во многом определяют состояние здоровья и тренированность спортсмена. В этой связи значительный научный интерес для практики спорта представляет разработка системного обоснования адаптации организма в процессе достижения высшего спортивного мастерства. Вместе с тем общеизвестно, что морфофункциональные особенности организма человека, сформировавшиеся в течение длительного периода эволюции, не могут изменяться с такой же быстротой, с какой изменяются структура и характер тренировочных и соревновательных нагрузок в спорте. Несоответствие во времени между этими процессами может приводить к возникновению функциональных расстройств, которые проявляются различными патологическими нарушениями.

Динамика функций организма при адаптации и ее стадии

[Введите текст]

Определение функциональных изменений, возникающих в период тренировочных и соревновательных нагрузок, необходимо прежде всего для оценки процесса адаптации, степени утомления, уровня тренированности и работоспособности спортсменов и является основой для совершенствования восстановительных мероприятий.

О влиянии физических нагрузок на человека можно судить только на основе всестороннего учета совокупности реакций целостного организма, включая реакции со стороны центральной нервной системы, гормонального аппарата, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, анализаторов, обмена веществ и др. Следует подчеркнуть, что выраженность изменений функций организма в ответ на физическую нагрузку зависит прежде всего от индивидуальных особенностей человека и уровня его тренированности. Изменения функциональных показателей организма спортсменов могут быть правильно проанализированы и всесторонне оценены только при рассмотрении их в отношении к процессу адаптации.

Приспособительные изменения (адаптационные) в здоровом организме бывают двух видов:

- изменения в привычной зоне колебаний факторов среды, когда система функционирует в обычном составе – это обычные физиологические реакции, поскольку эти сдвиги не связаны с существенными физиологическими перестройками в организме и не выходят за пределы физиологической нормы.

- изменения при действии чрезмерных (непривычных) факторов с включением в функциональную систему дополнительных элементов и механизмов, т.е. отличается значительным использованием физиологических резервов и перестройкой функциональных систем, в связи с чем их целесообразно называть адаптационными сдвигами

Общий адаптационный синдром (канадский ученый Ганс Селье, 1960) – совокупность защитных реакций организма человека или животных, возникающих в условиях стрессовых ситуаций.

В адаптационном синдроме выделяется три стадии:

1. **стадия тревоги**, обусловленную мобилизацией защитных сил организма;

2. **стадия резистентности**, связанную с приспособлением человека к экстремальным факторам среды

3. **стадия истощения**, возникающую при длительном стрессе, что может привести к возникновению заболеваний и даже смерти.

В динамике адаптационных изменений у спортсменов выделяется четыре стадии:

1. **физиологического напряжения** организма характеризуется преобладанием процессов возбуждения в коре головного мозга и распространением их на подкорковые и нижележащие двигательные и вегетативные центры, возрастанием функции коры надпочечников, увеличением показателей вегетативных систем и уровня обмена веществ. На уровне двигательного аппарата характерным для этой стадии является

[Введите текст]

увеличение числа активных моторных единиц, дополнительное включение мышечных волокон, увеличение силы и скорости сокращения мышц, увеличение в мышцах гликогена, АТФ и креатинфосфата. Спортивная работоспособность – неустойчива. Основная нагрузка ложится на регуляторные механизмы. За счет напряжения регуляторных механизмов осуществляется приспособление физиологических реакций и метаболизма к возросшим физическим нагрузкам. При этом в некоторых случаях изменения функций организма могут носить выраженный характер.

2. адаптивности в значительной мере тождественна состоянию его тренированности. Другими словами, в основе развития тренированности лежит процесс адаптации организма к физическим нагрузкам. Физиологическую основу этой стадии составляет вновь установившийся уровень функционирования различных органов и систем для поддержания гомеостаза и в конкретных условиях деятельности. Определяемые в это время функциональные сдвиги не выходят за рамки физиологических колебаний, а работоспособность спортсменов стабильна и даже повышается.

3. дизадаптации организма развивается в результате перенапряжения адаптационных механизмов и включения компенсаторных реакций вследствие интенсивных тренировочных нагрузок и недостаточного отдыха между ними.

Процесс дизадаптации по сравнению с процессом приспособления развивается, как правило, медленнее, причем сроки его наступления, продолжительность и степень выраженности функциональных изменений при этом отличаются большой вариативностью и зависят от индивидуальных особенностей организма. Стадия дизадаптации характеризуется еще и тем, что отсутствуют признаки активации нервной и эндокринной систем и имеет место некоторое снижение общей функциональной устойчивости организма. Это состояние может быть отнесено к пред-болезненному. При дизадаптации наблюдаются эмоциональная и вегетативная неустойчивость, раздражительность, вспыльчивость, головные боли, нарушение сна. Снижается умственная и физическая работоспособность.

Процесс дизадаптации является результатом того, что биосоциальная плата за адаптацию к интенсивным тренировочным и соревновательным нагрузкам вышла за пределы физиологических резервов организма и выдвинула перед ним новые проблемы. Конечный исход дизадаптационных расстройств может протекать с достаточной еще способностью к восстановлению всех функций организма и работоспособности, что чаще всего и наблюдается у спортсменов.

В других случаях дизадаптация будет иметь скрытые дефекты, которые выявляются только с течением времени под влиянием или очень высоких нагрузок, или какой-то дополнительной вредности. И, наконец, дизадаптация может закончиться стойкими неблагоприятными изменениями функций организма, снижением или утратой спортивной работоспособности. Очевидно, стадия дизадаптации по своим патофизиологическим основам в

[Введите текст]

значительной мере соответствует состоянию перетренированности спортсменов.

4. *реадаптации* возникает после длительного перерыва в систематических тренировках или их прекращении совсем и характеризуется приобретением некоторых исходных свойств и качеств организма. Физиологический смысл этой стадии – снижение уровня тренированности и возвращение некоторых показателей к исходным величинам. Можно полагать, что спортсменам, систематически тренировавшимся многие годы и оставляющим большой спорт, требуются специальные, научно обоснованные оздоровительные мероприятия для возвращения организма к нормальной жизнедеятельности.

Естественно, основными, имеющими принципиальное значение в спорте следует считать две первые стадии. Применительно к общей схеме адаптации такие стадии свойственны людям в процессе приспособления к любым условиям деятельности.

Следует иметь в виду, что возникшие в процессе длительных и интенсивных физических нагрузок структурные изменения в миокарде и скелетных мышцах, нарушенный уровень обмена веществ, гормональные и ферментативные перестройки, своеобразно закрепленные механизмы регуляции к исходным значениям, как правило, не возвращаются. За систематические чрезмерные физические нагрузки, а затем за их прекращение организм спортсменов в дальнейшем платит определенную биологическую цену, что может проявляться развитием кардиосклероза, ожирением, снижением резистентности клеток и тканей к различным неблагоприятным воздействиям и повышением уровня общей заболеваемости.

При адаптации к чрезмерным для данного организма физическим нагрузкам в полной мере реализуется общебиологическая закономерность, которая состоит в том, что все приспособительные реакции организма к необычным факторам среды обладают лишь относительной целесообразностью. Иными словами, даже устойчивая, долговременная адаптация к физическим нагрузкам имеет свою функциональную или структурную цену.

Цена адаптации может проявляться в двух различных формах:

1) в прямом изнашивании функциональной системы, на которую при адаптации падает главная нагрузка,

2) в явлениях отрицательной перекрестной адаптации, т. е. в нарушении у адаптированных к определенной физической нагрузке людей других функциональных систем и адаптационных реакций, не связанных с этой нагрузкой.

Прямая функциональная недостаточность может реализоваться в условиях остро возникшей большой нагрузки, при которой наблюдаются прямые повреждения структур сердца, скелетных мышц, нарушения

[Введите текст]

ферментной активности и другие изменения, являющиеся как итогом самой нагрузки, так и возникающей при этом стресс-реакции (Пшенникова М. Г., 1986). Эта цена срочной адаптации ярко проявляется при первых нагрузках нетренированных людей и устраняется правильно построенным тренировочным процессом и развитием адаптированности.

Цена адаптации в значительной мере зависит от вида физических нагрузок, к которым происходит приспособление. Так, например, у тяжелоатлетов высокотренированных к статическим силовым нагрузкам, наблюдается снижение выносливости к динамической работе; утомление при таких нагрузках у них развивается быстрее, чем у нетренированных здоровых людей. Одновременно у тяжелоатлетов в противоположность людям, тренированным на выносливость, обнаружено снижение плотности капилляров в скелетных мышцах и отсутствие роста массы митохондрий.

На фоне высокой тренированности у штангистов, борцов и других спортсменов нередко наблюдается снижение резистентности к действию холода и простудным заболеваниям, нарушение клеточного и гуморального иммунитета.) У высокотренированных на выносливость спортсменов отмечаются нарушения функций желудочно-кишечного тракта, печени и почек, что является следствием ограниченного кровоснабжения этих органов в период длительной мышечной работы.

Однако, высокая цена адаптации и феномены отрицательной перекрестной резистентности при таком приспособлении представляют собой возможное, но вовсе не обязательное явление. Наиболее рациональный путь к предупреждению адаптационных нарушений состоит в правильно построенном режиме тренировок, отдыха и питания, закаливании, повышении устойчивости к стрессорным воздействиям и гармоничном физическом и психическом развитии личности спортсмена.

Физиологические особенности адаптации к физическим нагрузкам

Адаптация как общее универсальное свойство живого обеспечивает жизнеспособность организма в изменяющихся условиях и представляет процесс адекватного приспособления его функциональных и структурных элементов к окружающей среде.

Одним из неперемennых условий развития адаптации к физическим нагрузкам является мобилизация и использование физиологических резервов организма.

С физиологической точки зрения **ведущими в тренировке являются повторность и возрастание физических нагрузок**, что за счет обратных биологических связей позволяет совершенствовать функциональные возможности органов и систем и их энергетическое обеспечение на основе механизма саморегуляции организма. С этих позиций тренировка сводится к активизации механизмов адаптации, включению физиологических резервов, благодаря которым организм человека легче и быстрее приспосабливается к повышенным нагрузкам, совершенствуя свои физические, физиологические и психические качества, повышая состояние тренированности.

[Введите текст]

Физиологическая сущность состояния тренированности – это такой уровень функционального состояния организма, который характеризуется совершенствованием механизмов регуляции, увеличением физиологических резервов и готовностью к их мобилизации, что выражается в его повышенной устойчивости к длительным и интенсивным физическим нагрузкам и высокой работоспособности.

Развившееся в процессе тренировки состояние тренированности по своим физиологическим механизмам и морфофункциональной сути соответствует стадии адаптированности организма к физическим нагрузкам.

Адаптация организма к физическим нагрузкам заключается в мобилизации и использовании функциональных резервов организма, в совершенствовании имеющихся физиологических механизмов регуляции.

В основе адаптации к физическим нагрузкам лежат нервно-гуморальные механизмы, включающиеся в деятельность и совершенствующиеся при работе двигательных единиц (мышц и мышечных групп). При адаптации спортсменов происходит усиление деятельности ряда функциональных систем за счет мобилизации и использования их резервов, а системообразующим фактором при этом должен являться приспособительный полезный результат – выполнение поставленной задачи, т. е. конечный спортивный результат

Комплекс функциональных систем, обеспечивающих конечный спортивный результат, формируется организмом спортсмена ради достижения этого результата. Отсутствие результата или систематически недостаточный его уровень могут не только стимулировать формирование данного комплекса, но и разрушать его, прекращать функционирование в зависимости от величины и характера физиологических резервов, воли, мотивации и других факторов. Таким образом, адаптация к мышечной деятельности представляет собой системный ответ организма, направленный на достижение состояния высокой тренированности и минимизацию физиологической цены за это.

В приспособлении организма к любым факторам среды следует выделять два вида адаптации – *срочную*, но несовершенную, и *долговременную*, совершенную.

Срочная адаптация возникает непосредственно после начала действия раздражителя и может реализоваться на основе готовых, ранее сформировавшихся физиологических механизмов и программ.

Очевидными *проявлениями срочной адаптации* являются: увеличение теплопродукции в ответ на холод, увеличение теплоотдачи в ответ на жару, рост легочной вентиляции, ударного и минутного объемов крови в ответ на физическую нагрузку и недостаток кислорода, приспособление органа зрения к темноте, бег человека, обусловленный социально значимой необходимостью, и др.

Особенностью срочной адаптации является то, что деятельность организма протекает не в пределах его возможностей при почти полной мобилизации физиологических резервов, но далеко не всегда обеспечивает

[Введите текст]

необходимый адаптационный эффект. Так, бег неадаптированного человека происходит при близких к предельным величинам ударного объема крови и легочной вентиляции, при максимальной мобилизации гликогена в печени. Быстрое накопление молочной кислоты в крови лимитирует интенсивность физической нагрузки - двигательная реакция не может быть ни достаточно быстрой, ни достаточно длительной.

Таким образом, функциональная адаптивная система, ответственная за двигательную реакцию при срочной адаптации, характеризуется предельным напряжением отдельных ее звеньев и вместе в тем определенным несовершенством самой двигательной реакции.

На уровне нервной и нейрогуморальной регуляции реализуется интенсивное, избыточное по своему пространственному распространению возбуждение корковых, подкорковых и нижележащих двигательных центров, которому соответствует значительная, но недостаточно координированная двигательная деятельность. Этот процесс характеризует начальный этап формирования двигательного навыка.

Со стороны двигательного аппарата срочная адаптация проявляется включением в реакцию дополнительной части двигательных единиц, а также генерализованным вовлечением лишних мышечных групп. В результате сила и скорость сокращения мобилизованных мышц оказываются ограниченными, но максимально достижимыми для данного вида адаптации; координация мышц недостаточно совершенна.

На уровне вегетативных систем обеспечения срочной адаптации к физическим нагрузкам наблюдается максимальная мобилизация функциональных резервов органов дыхания и кровообращения, но реализующихся при это неэкономным путем. Так, увеличение минутного объема крови достигается ростом частоты сердечных сокращений при ограниченном возрастании ударного объема крови. Увеличение легочной вентиляции осуществляется за счет возрастания частоты дыхания, но не глубины дыхания, при этом наблюдается несоответствие между частотой дыхания и движений. В итоге легочная вентиляция все же не избавляет от развития гипоксии и гиперкапнии.

В целом срочная адаптация к физическим нагрузкам характеризуется максимальной по уровню и неэкономной гиперфункцией, ответственной за адаптацию функциональной системы, резким снижением физиологических резервов данной системы, явлениями чрезмерной стресс-реакции организма и возможным повреждением органов и систем. В результате двигательные, т. е. по существу, поведенческие реакции организма оказываются в значительной мере лимитированными.

Долговременная адаптация возникает постепенно, в результате длительного или многократного действия на организм факторов среды.

Принципиальной *особенностью* такой адаптации является то, что она возникает не на основе готовых физиологических механизмов, а на базе вновь сформированных программ регулирования.

[Введите текст]

Долговременная адаптация, по существу, развивается на основе многократной реализации срочной адаптации и характеризуется тем, что в итоге постепенного количественного накопления каких-то изменений организм приобретает новое качество в определенном виде деятельности – из неадаптированного превращается в адаптированный. В результате обеспечивается осуществление организмом ранее недостижимых силы, скорости и выносливости при физических нагрузках, развитие устойчивости организма к значительной гипоксии, которая ранее была несовместима с активной жизнедеятельностью, способность организма к работе при существенно измененных показателях гомеостаза, развитие устойчивости к холоду, теплу, большим дозам ядов, введение которых ранее было смертельным.

Долговременная адаптация характеризуется возникновением в ЦНС новых временных связей, а также перестройкой аппарата гуморальной регуляции функциональной системы – экономичностью функционирования гуморального звена и повышением его мощности. В ответ на ту же самую нагрузку не возникает резких изменений в организме и мышечная работа сопровождается меньшим увеличением легочной вентиляции, минутного объема крови, ферментов, гормонов, лактата, аммиака, отсутствием выраженных повреждений. В результате становится возможным длительное и стабильное выполнение физических нагрузок.

Для того чтобы *срочная адаптация перешла в долговременную*, должна произойти активация синтеза нуклеиновых кислот и белков, образующихся в клетках и обеспечивающих формирование системного структурного следа. Этот след сохраняется при наличии воздействующего фактора. Если же воздействие прекращается, то наступает дезадаптация, или детренированность.

Систематические занятия физкультурой приводят к адаптации человеческого организма к выполняемой физической работе. Так как в основе адаптации лежат изменения мышечных тканей и различных органов в результате тренировок, то все эти изменения определяют тренировочные эффекты. Они проявляются в улучшении разнообразных функций организма и повышении физической подготовленности. Нагрузки, применяемые в процессе физической подготовки, выполняют роль раздражителя, возбуждающего приспособительные изменения в организме.

Тренировочный эффект определяется направленностью и величиной физиологических и биохимических изменений, происходящих под воздействием применяемых нагрузок.

Фазовость протекания процессов адаптации к физическим нагрузкам позволяет выделять три разновидности эффектов в ответ на выполняемую работу:

1. Срочный тренировочный эффект, возникающий непосредственно во время выполнения физических упражнений и в период срочного восстановления в течение 0.5 - 1.0 часа после окончания работы. В это время

[Введите текст]

происходит устранение образовавшегося во время работы кислородного долга.

2. Отставленный тренировочный эффект, сущность которого составляет активизация физической нагрузкой пластических процессов для избыточного синтеза разрушенных при работе клеточных структур и восполнение энергетических ресурсов организма. Этот эффект наблюдается на поздних фазах восстановления (обычно в пределах до 48 часов после окончания нагрузки).

3. Кумулятивный тренировочный эффект - является результатом последовательного суммирования срочных и отставленных эффектов повторяющихся нагрузок. В результате кумуляции следовых процессов физических воздействий на протяжении длительных периодов тренировки (более одного месяца) происходит прирост показателей работоспособности и улучшение спортивных результатов.

Небольшие по объему физические нагрузки не стимулируют развитие тренируемой функции и считаются неэффективными. Для достижения выраженного кумулятивного тренировочного эффекта необходимо выполнить объем работы, превышающий величину неэффективных нагрузок.

Дальнейшее наращивание объемов выполняемой работы сопровождается, до определенного предела, пропорциональным увеличением тренируемой функции. Если же нагрузка превышает предельно допустимый уровень, то развивается состояние перетренированности, происходит срыв адаптации.

Переход от срочной к долговременной адаптации знаменует собой узловую момент адаптационных процессов, так как именно этот переход делает возможной жизнь организма в новых условиях, расширяет сферу его обитания и свободу поведения в меняющейся среде. Этот момент определяется прежде всего тем, что возникает активация синтеза нуклеиновых кислот и белков, что приводит к избирательному развитию определенных структур, лимитирующей двигательную деятельность. Формируются устойчивые двигательные динамические стереотипы, развивается экстраполяция, повышающая возможность быстрой перестройки ответных реакций при изменениях среды, происходит умеренная гипертрофия в скелетных мышцах, сердце, дыхательных мышцах и других рабочих органах, увеличение массы митохондрий. Существенно увеличивается аэробная и анаэробная мощность организма. Нормализуется гомеостаз организма, уменьшается стресс-реакция. Интенсивность и длительность мышечной работы возрастают.

В процессе адаптации организма обмен перестраивается в направлении более экономного расходования энергии в состоянии покоя и повышенной мощности метаболизма в условиях физического напряжения. Такая перестройка биологически более целесообразна и может явиться общим механизмом физиологической адаптации.

Адаптивные сдвиги энергетического обмена заключаются в переключении с углеводного типа на жировой. Ведущую роль в этом играют

[Введите текст]

гормоны: глюкокортикоиды ускоряют распад белка, активируя превращение аминокислот в глюкозу, а катехоламины вызывают мобилизацию резерва гликогена в печени и активацию липолиза жировой ткани, увеличивая приток кислорода, глюкозы, аминокислот и жирных кислот к работающим тканям.

Таким образом, спортивная тренировка - это активная адаптация, приспособление человека к мышечной деятельности, позволяющее выполнять физическую работу большей интенсивности и длительности. Такая адаптация касается в первую очередь процессов регуляции и координации функций, она сопровождается глубокими физиологическими и биохимическими изменениями в организме.

Учение о физиологических резервах представляет одну из важнейших основ физиологии спорта, так как позволяет правильно оценивать и решать задачи по сохранению здоровья и повышению тренированности спортсменов. Представление о резервных возможностях организма связаны с физиологическим учением К. Бернара, П. Бэра, У. Кеннона о сохранении гомеостаза при действии на организм различных неблагоприятных факторов за счет усиления функций жизненно важных органов и систем с использованием их резервов.

В настоящее время под физиологическими резервами и организма понимается выработанная в процессе эволюции адаптационная и компенсаторная способность органа, системы и организма в целом усиливать во много раз интенсивность своей деятельности по сравнению с состоянием относительного покоя. Физиологические резервы обеспечиваются определенными анатомо-физиологическими и функциональными особенностями строения и деятельности организма, а именно наличием парных органов, обеспечивающих замещение нарушенных функций; значительным усилением деятельности сердца, увеличением общей интенсивности кровотока, легочной вентиляции и усилением деятельности других органов и систем; высокой резистентностью клеток и тканей организма к различным внешним воздействиям и внутренним изменениям условий их функционирования.

В качестве примера проявления физиологических резервов можно указать на то, что во время тяжелой физической нагрузки минутный объем крови у хорошо тренированного человека может достигать 40л, т. е. увеличиваться в 8 раз, легочная вентиляция при этом возрастает в 10 раз, обуславливая увеличение потребления кислорода и выделение углекислого газа в 15 раз и более. В этих условиях работа сердца человека, как показывают расчеты, возрастает в 10 раз.

Функциональные резервы организма включают в себя три относительно самостоятельных вида резервов:

1. **Биохимические** - это возможности увеличения скорости протекания и объема биохимических процессов, связанных с экономичностью и интенсивностью энергетического и пластического обменов и их регуляцией.

2. **Физиологические** представляют собой возможности органов и систем органов изменять свою функциональную активность и

[Введите текст]

взаимодействие между собой с целью достижения оптимального для конкретных условий функционирования организма.

3. **Психические**, интегрирующиеся в систему резервов адаптации организма, могут быть представлены как возможности психики, связанные с проявлением таких качеств, как память, внимание, мышление и т.д., с мотивацией деятельности человека и определяющие его тактику поведения и особенности психологической и социальной адаптации.

Рассматривая систему функциональных резервов адаптации организма, Мозжухин отмечает, что она может быть представлена в виде сложной системы резервов, в которой фундаментом является подсистема биохимических, а вершиной - психические резервы, а ее центральным звеном может быть определена подсистема физиологических резервов, так как она объединяет в единое целое составляющие элементы системы за счет механизмов нейро-гуморальной регуляции.

Физиологические резервы, по мнению автора, включаются не все сразу, а поочередно. Первая очередь резервов реализуется при работе до 30% от абсолютных возможностей организма и включает переход от состояния покоя к повседневной деятельности. Механизм этого процесса – условные и безусловные рефлексы. Вторая очередь включения осуществляется при напряженной деятельности, нередко в экстремальных условиях при работе от 30% до 65% от максимальных возможностей. При этом включение резервов происходит благодаря нейрогуморальным влияниям, а также волевым усилиям и эмоциям. Резервы третьей очереди включаются обычно в борьбе за жизнь, часто после потери сознания, в агонии. Включение резервов этой очереди обеспечивается, по-видимому, безусловно рефлекторным путем и обратной гуморальной связью.

Во время соревнований или работы в экстремальных условиях диапазон физиологических резервов снижается, поэтому основная задача состоит в его повышении. Оно может достигаться закачиванием организма, общей и специально направленной физической тренировкой, использованием фармакологических средств и адаптогенов. При этом тренировки восстанавливают и закрепляют физиологические резервы организма, ведут к их расширению. Еще в 1890 г. И. П. Павлов указывал, что израсходованные ресурсы организма восстанавливаются не только до исходного уровня, но и с некоторым избытком. Биологический смысл этого феномена огромен. Повторные нагрузки, приводящие к суперкомпенсации, обеспечивают повышение рабочих возможностей организма. В этом и состоит главный эффект систематических тренировок. Под влиянием тренирующих воздействий спортсмен в процессе восстановления становится сильнее, быстрее и выносливее, т. е. в конечном итоге расширяются его физиологические резервы.

Мышечная деятельность может вызывать в организме значительные изменения, а может весьма слабо влиять на протекающие в нем процессы. Это зависит от *интенсивности и длительности мышечной работы*. Чем

[Введите текст]

более интенсивна и длительна мышечная нагрузка, чем, соответственно, большие изменения она вызывает в организме.

Длительность нагрузки измеряется в единицах времени (минутах, например). Интенсивность нагрузки измеряется в единицах, оценивающих работу - ваттах, джоулях, калориях и других, сугубо физиологических единицах.

Понять, что такое интенсивность работы, удобно на примере: в течение одной минуты можно идти спокойным шагом или бежать. Во втором случае интенсивность нагрузки будет выше, а длительность в обоих случаях одинакова. Интенсивность нагрузки зависит и от того, какое количество мышечной массы включается в работу. Чем больше это количество, тем интенсивнее работа.

Если нагрузка предельно интенсивна или длительна, то все структуры организма начинают работать на обеспечение такого высокого уровня жизнедеятельности. В этих условиях не остается ни одной системы, ни одного органа (!), которые были бы индифферентны по отношению к физической нагрузке. Одни системы увеличивают свою деятельность, обеспечивая мышечное сокращение, а другие - затормаживают, освобождая резервы организма.

Даже малоинтенсивная мышечная работа никогда не является работой только одних мышц, это деятельность всего организма.

Физиологические системы, увеличивающие свою деятельность во время мышечной работы и помогающие ее осуществлению, называют **системами обеспечения мышечной деятельности**.

Следующие физиологические системы можно назвать **системами обеспечения мышечной деятельности**:

1. Нервная система. Она посылает исполнительные команды к мышцам и внутренним органам, получает и анализирует информацию от них и от окружающей обстановки, обеспечивает согласованное взаимодействие мышц с другими органами. На деятельность нервной системы оказывает влияние система желез внутренней секреции. Вообще-то в физиологии нервную систему не относят к системам обеспечения мышечной деятельности. Ее справедливо считают системой управления мышечной деятельностью, но в нашем случае главное - знать, что нервная система принимает непосредственное участие в мышечной работе.

2. Система крови, которая осуществляет перенос кислорода, гормонов и химических веществ, необходимых для обеспечения сокращающихся мышц энергией, а также вывод продуктов повышенной жизнедеятельности мышечных клеток.

3. Система сосудов, с помощью которой организм регулирует приток крови к работающим мышцам. Сосуды работающих мышц, а также органов, обеспечивающих мышечное сокращение, расширяются, поэтому к ним поступает больше крови. Сосуды неработающих мышц и неработающих органов сужаются, и к ним поступает существенно меньше крови. Эти изменения происходят под управляющим влиянием нервной системы и

[Введите текст]

системы желез внутренней секреции. На сужение и расширение сосудов влияют также продукты обмена, образующиеся в результате мышечного сокращения.

4. Система сердца, которая увеличивает скорость тока крови по сосудам. Благодаря этому кровь успевает доставить работающим мышцам больше кислорода и питательных веществ в единицу времени. Изменения в деятельности сердца регулируются нервной системой, собственными механизмами и гормонами желез внутренней секреции. Системы сердца и сосудов настолько связаны между собой, что их часто объединяют в одну - сердечно-сосудистую систему.

5. Система дыхания, которая обеспечивает большее насыщение крови кислородом в единицу времени. Деятельность системы дыхания регулируется нервной системой, собственными механизмами и системой желез внутренней секреции.

6. Система желез внутренней секреции, которые обеспечивают гормональную поддержку выполняемой работы. Работа желез внутренней секреции регулируется собственными механизмами и нервной системой. Гормоны - это высокоактивные биологические вещества. Без большинства из них организм человека и млекопитающего не может существовать более нескольких часов, после чего наступает смерть. Высокое содержание определенных гормонов в крови позволяет увеличить работоспособность организма в несколько раз. Механизм действия гормонов довольно сложен, поэтому здесь не приводится.

7. Система выделения, к которой можно отнести почки, кожу и легкие. Система выделения осуществляет удаление огромного количества продуктов распада, образующихся в результате мышечной деятельности. Работа системы выделения регулируется собственными механизмами, гормонами желез внутренней секреции и нервной системой.

8. Система терморегуляции. Система терморегуляции обеспечивает отдачу во внешнюю среду большого количества тепла, образующегося в результате сокращения мышц. Таким образом организм предохраняется от перегревания. Деятельность системы терморегуляции управляется собственными механизмами, гормонами желез внутренней секреции и нервной системой.

Деятельность других систем организма, не принимающих участия в обеспечении мышечной работы, на время ее выполнения существенно тормозится вплоть до полного прекращения. Торможению подвергается, например, деятельность пищеварительной системы, высших психических функций нервной системы, большинства органов чувств, половой системы. Во время длительной интенсивной мышечной деятельности тормозятся процессы регенерации (образования) тканей, процессы синтеза в клетках, процессы роста в клетках и тканях и множество других процессов, не имеющих значения для мышечного сокращения.

Торможение процессов роста и развития во время мышечной работы вступает в конфликт с преобладающими процессами в растущем детском

[Введите текст]

организме. Поэтому дети не способны выполнять слишком длительную или интенсивную работу.

После прекращения мышечной работы организм должен привести деятельность систем в соответствие с состоянием покоя, восстановить запас истраченных питательных веществ, окислить и удалить накопившиеся продукты распада, затормозить деятельность ранее работающих мышечных, нервных и других клеток, запустив, таким образом, в них процессы восстановления. Одновременно организму требуется возобновить работу ранее заторможенных функций.

Таким образом, как сама мышечная деятельность, так и ее прекращение для организма является сложным процессом, затрагивающим все его структуры.

Практическое занятие. Тема 14. Адаптация организма спортсмена в зависимости от климатогеографических, экологических, биологических особенностей характерных для страны-пребывания спортсменов

Адаптация - приспособление организма к общеприродным, бытовым, производственным, социальным условиям, все виды врожденной и приобретенной приспособительной деятельности человека и животных. Спортивная деятельность человека, тренировка, есть не что иное, как процесс адаптации.

Временная адаптация может сопровождаться возникновением острого десинхроноза.

Острый десинхроноз – это нарушения суточных (циркадных) ритмов синхронизации основных процессов жизнедеятельности. Проявляется выраженными нарушениями ритма сон – бодрствование изменениями психического статуса и вегето-сосудистыми сдвигами.

Возникает срыв адаптационных возможностей вплоть до 7-10 дня после перемещения в новый часовой пояс.

При пересечении 4-х и более часовых поясов:

Расстройство привычного ритма «день - ночь» - показатели биологических(внутренних) часов у человека в первые дни пребывания на новом месте не совпадают с местным астрономическим временем.

Глубинные нарушения регуляторных процессов: дестабилизация артериального давления, изменения мышечного тонуса, отдельные нарушения функции сердца (изменения ритма и проводимости) Изменение температуры тела, скорость проведения возбуждения по нервным волокнам, снижение физической работоспособности, снижение концентрации гемоглобина.

Комплекс методов профилактики:

Фармакологические мероприятия, заблаговременный выезд, психологическая подготовка, коррекция тренировочного процесса.

Поясная и климатическая адаптация:

[Введите текст]

Первая стадия - начальная (2-4-е сутки) - нарушение суточных ритмов.

Вторая стадия - завершается через 7-10 дней - активная перестройка.

Третья стадия – стабилизация психофизиологических функций.

Мероприятия:

Начинать за 3-5 дней перед перелетом.

Проводятся непосредственно во время перелета.

Особое значение приобретает режим и физическая деятельность в первые и вторые сутки после перелета (принудительны первый ночной сон и первые тренировочные занятия).

За 3-5 дней до отъезда:

- произвести сдвиг ритма сна-бодрствования на 2-3 ч, но не более;
- перед выездом на восток: подъем в 6 ч, отход ко сну – не позднее 21.00;
- оптимальные часы приема пищи: завтрак - 7-7.30 мин, обед - 11-12, ужин - не позднее 18.00;
- перенести максимум нагрузок на первую половину дня;
- используются высокие объемы и интенсивность в связи с тем, что они должны быть значительно снижены в период адаптации;
- за 1-2 дня до вылета тренировочная нагрузка должна быть снижена, так как сам перелет является значительной нагрузкой.

За 5 дней до отъезда и весь период адаптации:

- кислота янтарная 0,1 - 3 раза в день или сукцинат натрия по 0,3 за 1,5 часа до тренировок (Цитофлавин, Реамберин, Эмоксипин, Мексидол, Яна, Синергин);
- адаптогены: женьшень 2-3 капсулы в день, элеутерококк (родиолу розовую - «золотой корень», пантогематоген, ЛАОДЖАН. маточное молочко с женьшенем, ВЕЛКОРНИН, Пантолайф);
- иммуномодуляторы (веторон. вобензм, имудон, арбидол циклоферон, ронколейкин) • ЭНЕРИОН 1 т. 2 р. ДЕНЬ (курс от 20 дн до 1 мес, можно однократно).

С востока на запад:

- вылет в утренние часы с прилетом к вечеру, когда дома уже глубокая ночь и спортсмен хочет спать • воспрепятствовать засыпанию спортсменов во время полета • назначение тонизирующих препаратов через 1-1,5 часа после вылета: сиднокарб, фенотропил по 10-15 мг через каждые 4 часа полета;
- дальнейшего предотвращения сна следует добиваться вплоть до вечера по местному времени;
- легкая тренировка;
- легкий ужин (не переедать);
- за 40-60 минут до сна назначается экстракт валерианы 40-60 мг (2-3 табл.), донормил 1 шипучая таблетка;

[Введите текст]

- желательно спать (лежать) до 7 часов утра по местному времени.

После чего следует провести зарядку с небольшой нагрузкой;

Со второго дня необходимо строго подчинить тренировочные занятия новому суточному ритму, т. е. проводить их в часы, когда планируются соревнования.

С запада на восток

- вылет в вечерние часы;
- нормализация сна в ночное время полета (слабые снотворные типа радедорма в дозе до 10 мг, донормила, сонapakca);
- не переедать в самолете, пища должна быть легкоусвояемой;
- далее 3-4 дня прием препаратов днем и на ночь так же, как и при перелете на запад;
- в первые двое-трое суток после прибытия днем назначают легкие тонизирующие средства типа настойки женьшеня, жидкого экстракта элеутерококка и т.п., а в вечерние часы за 1 час до сна – легкие снотворные.

При тренировках на выносливость

- невысокая реактивность вегетативных функций;
- спортивная работоспособность в первые 2-е суток изменяется незначительно;
- в последующие 2-3 суток ее уровень снижается (4, 5-е сутки). Более длительно протекает вторая стадия (процесс становления нового суточного ритма), что сказывается на сроках всего периода адаптации;
- после кратковременного повышения работоспособности (6-е сутки) следует, как правило, вторичная волна неустойчивого состояния (7-9-й день), заключающаяся в значительных перепадах функционирования систем на фоне тенденции к повышению;
- затем наступает продолжительная стадия улучшения общего состояния и спортивной работоспособности, которая начинается на 11 -12-е сутки адаптации и продолжается до 13-15-х суток).

При тренировках в скоростно-силовых и сложно координационных видах спорта

- выраженный индивидуальный характер;
- высокая реактивность вегетативных функций;
- нарушение координации движений, появление ошибок в течение первой стадии;
- во второй стадии процесс приспособительной перестройки проходит более активно;
- спортивная работоспособность в первые 2-е суток не изменяется;
- на 3-4-е сутки она существенно снижается. В этот период не рекомендуется использовать максимальные нагрузки (по объему, интенсивности и психической и координационной напряженности);

[Введите текст]

- завершается перестройка на 8-10-е сутки после перелета.

При тренировках. спортсменов, занимающихся единоборствами

- повышенная реактивность вегетативных функций;
- выражено нарушение координации и тактических качеств в первые двое суток
- определенное значение имеет степень сгонки веса и предстартовые реакции
- спортивная работоспособность в первые 2-е суток изменяется незначительно
- в последующие 2-3 суток ее уровень снижается (4,5-е сутки);
- если соревновательная деятельность начинается с 1-го или 2-3-го дня после перелета без предварительной акклиматизации, - адаптация к новому часовому поясу замедляется;
- явления острого десинхроноза наиболее выражены у женщин, у которых период прилета в условия нового часового пояса совпадал с предменструальным циклом или с началом менструального;
- молодые спортсменки переносят перелет в новые часовые пояса более остро как по субъективным, так и по объективным показателям;
- "жаворонки", или те, для кого характерно ранее пробуждение, плохо адаптируются к перелетам на запад, в то время как "совы" - к перелетам на восток;
- при возвращении в место постоянного жительства реадаптация протекает в более короткий период, чем адаптация.

Применение физических факторов при перелетах спортсменов на запад и восток через несколько часовых поясов

Целевое назначение процедуры: Нормализация ночного сна
Физиотерапевтическая процедура: Нормализация повышенного уровня вегетативных функций. Электросон с частотой импульсов 10-20 Гц
Йодобромные ванны. Хвойные ванны. Азотные ванны. Время проведения процедуры в зависимости от направления перелета на запад: первая половина дня.

На восток: Вторая половина дня, поздние вечерние часы.

Нормализация пониженного уровня вегетативных функций
Электросон с частотой импульсов 10-20 Гц СМТ на область мышц, II род работы
Хлоридные натриевые ванны Белые и смешанные скипидарные ванны
Углекислые ванны температурой 34-35° С Локальное отрицательное давление Баромассаж Стимуляция ДВМ на область проекции надпочечников
Повышение иммунологической реактивности, профилактика заболеваний:
Общее ультрафиолетовое облучение ДВМ на область проекции щитовидной железы ДВМ на шейно-воротниковую область ДВМ на область проекции надпочечников СМТ паравертебрально на шейно-грудную область.

КЛИМАТО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ СТРЕССОРЫ

ПРИРОДНЫЕ: Тепло, холод, влажность, повышенное содержание кислорода, атмосферное давление, геомагнетизм, смог, средне-, высокогорье, ландшафтное окружение, Сила и скорость ветра.

[Введите текст]

ФИЗИЧЕСКИЕ: Шум, свет, темнота, время.

БИОФИЗИЧЕСКИЕ: Травмы, заболевания, инфекции, мутации.

ЗАДАЧА:

Определить ведущие факторы воздействия на организм спортсмена, которые искажают мышечную работоспособность и двигательное поведение в целом (Ф.З.Меерсон).

Стратегии адаптации спортсменов:

Стратегия острой адаптации. Прибытие на место соревнований накануне стартов, чтобы соревнования приходились на первые 2 дня, когда отрицательное воздействие нового климата не достигли критического уровня. Эта стратегия может быть реализована в скоростно-силовых видах и отдельных спортивных дисциплинах, отличающихся быстротечностью турнирной борьбы.

Стратегия долговременной адаптации. Заблаговременное прибытие с проведением необходимого количества тренировочной работы до старта и проведение специальных мероприятий, ускоряющих развитие адаптации. Для этого требуется не менее 1,5 недель. Это целесообразно при перемене большого числа часовых поясов – до 6 и более. Рекомендована для выносливости и в спортивных многоборьях (л/а, гребля, триатлон, велосипедный спорт).

Стратегия раздельной адаптации. Заблаговременный выезд на «континент соревнований» для тренировок в том же временном поясе, но в более благоприятных климатических условиях. (например, как это было в городах Аделаида, Мельбурн, Брисбен при проведении Олимпиады 2000 в Сиднее. Приезд в Сидней планировался за 2-3 дня до старта). Требуется больших материальных затрат.

Стратегия повторной адаптации.

Неоднократные выезды для тренировок в местность, сходную с предполагаемыми условиями. Полное совпадение поясов не обязательно. Продолжительность UTC не менее 2 недель, число выездов – не менее 2-3 раз, перерывы между ними должны быть 2-4 недели. Этим достигается реакклиматизация. Т.н. «активный тренирующий эффект адаптации».

Стратегия комплексной адаптации. Используются тренировки в горной местности, тренировки с использованием тепло- и барокамер, специальных гипоксикаторов, физиотерапия и фармакологические средства. Т.е. достигается стрессорное воздействие на организм. Очень сложен в организации.

Тема 16. Контроль успеваемости по разделу 1 «Учебная дисциплина «Медико-биологические аспекты физической культуры и спорта»», по разделу 2 «Адаптация сердечно-сосудистой системы спортсменов к физическим нагрузкам», по разделу 3 «Адаптация системы исполнения движений спортсменов» и по разделу 4 «Адаптация систем регуляции к физическим нагрузкам»