



ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СПОРТИВНЫХ КАЧЕСТВ

План лекции

1. Физиологическая характеристика мышечной силы и быстроты движений
2. Физиологические механизмы развития выносливости
3. Физиологические механизмы развития ловкости и гибкости.

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ КАЧЕСТВА

1. - МЫШЕЧНАЯ СИЛА;
2. - БЫСТРОТА;
3. - ВЫНОСЛИВОСТЬ;
4. - ЛОВКОСТЬ;
5. - ГИБКОСТЬ.

- Их развитие зависит:
 - от врожденных особенностей;
 - от тренировки;

Они меньше зависят от сознания, а больше — от биохимических, морфологических и вегетативных изменений в организме.

Мышечная сила



- Сила – это способность за счет мышечного напряжения или сокращения преодолевать внешнее сопротивление.
- Сила - одно из ведущих физических качеств спортсмена (особенно в ациклических видах спорта: т/а. акробатике, спортивной гимнастике и др.).

Мышечная сила

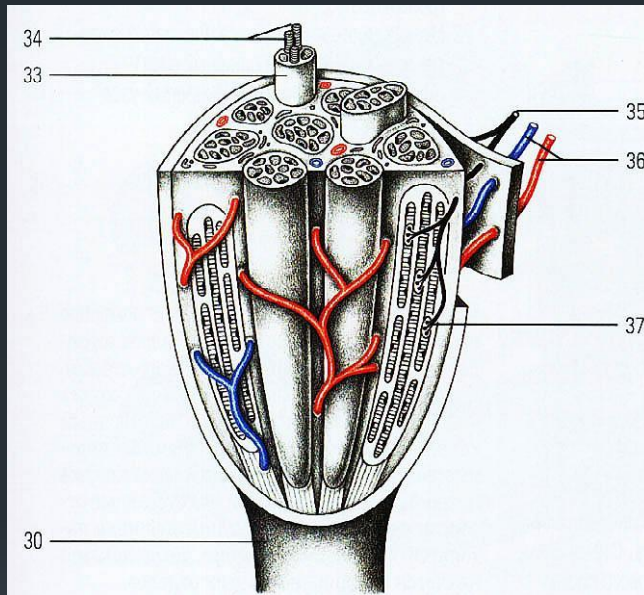
- В соответствии с режимом мышечного сокращения различают:
- статическую силу (изометрическую), при которой мышечное напряжение не сопровождается изменением длины мышц (при статических усилиях - удержании штанги);
- динамическую силу, связанную с изменением длины мышц при динамической работе, например, беге.

Мышечная сила

Также выделяют:

- Максимальную силу (МС), проявляющуюся в полной мере при электрическом раздражении мышц в лабораторных условиях;
- Максимально-произвольную силу (МПС), которая проявляется при предельных произвольных усилиях на тренировках и соревнованиях.

Структура поперечно-полосатых скелетных мышц (схема). Мышечный пучок содержит многочисленные волокна (мышечные клетки с большим количеством ядер).



- 30. Мышечные сухожилия
- 33. Пучок мышечных волокон с оболочкой из соединительной ткани (Perimysium)
- 34. Мышечные волокна
- 35. Мышечные ветви нервов
- 36. Кровеносные сосуды
- Каждое мышечное волокно содержит в себе нервное окончание - глянцевую двигательную пластинку (37)

Максимальная сила (МС)

- МС обусловлена вовлечением в работу всех двигательных единиц (ДЕ) данных мышц (ДЕ – это двигательный нейрон и все мышечные волокна, иннервируемые им).

При развитии МС все ДЕ активируются одновременно, что и приводит к максимальному сокращению всей мышцы.

Т.к. сокращением мышц руководит ЦНС, в экстремальных ситуациях возможно проявление МС.

Максимальная сила

- МС определяется чаще всего методом динамометрии (кистевой или становой).

МС всегда больше МПС.

$МС - МПС = \text{силовой дефицит (СД)}$.

- чем больше мышц вовлечено в сокращение, тем обычно силовой дефицит больше, так как ЦНС не способна полностью скоординировать их работу.

С ростом тренированности МПС приближается к МС (СД снижается, т.к. совершенствуется регуляция ЦНС).

- 
- В практике спорта часто пользуются понятием — **относительная мышечная сила**, которая равна $\text{МПС} / \text{вес тела в кг}$.
 - Это показатель силовой выносливости.

Динамическая сила

- Динамическая сила разделяется на медленную и взрывную.

Медленная сила проявляется, когда мышечное напряжение не ограничивается рамками времени. Тренируется обычно этот вид силы. Она составляет 70-80% от МПС.

- Взрывная сила – сила, развиваемая в минимально короткий срок.

Взрывная сила

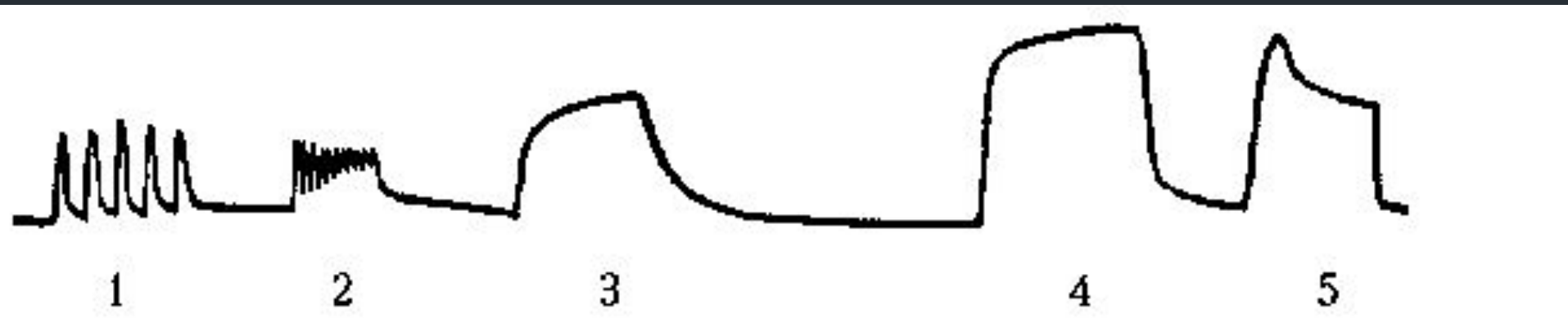
Определяется скоростно-силовыми возможностями человека.

- Важна:
- - в беге на короткие дистанции — при стартовом разгоне;
- - в прыжковых видах спорта;
- - в спортивных метаниях;
- - для ударов: бокс, кикбоксинг и др.

Взрывная сила больше чем МС зависит от наследственности.

Виды сокращения мышцы

1. Одиночное сокращение
2. Зубчатый тетанус
3. Гладкий тетанус
4. Оптимум
5. Пессимум



Развитие мышечной силы



Имеют значение:

- 1. Внутримышечные факторы;
- 2. Особенности нервной регуляции;
- 3. Психофизиологические механизмы.

1. Внутримышечные факторы



Включают морфологические, биохимические и функциональные особенности мышечных волокон:

- физиологический поперечник: больше мышечных волокон (миофибрилл) в мышце – больше ее сила;
- композиция – состав мышечных волокон: соотношение медленных и быстрых (красных и белых) мышечных волокон;
- предварительная растянутость мышц: чем больше растяжение, тем больше сокращение.

Виды рабочей гипертрофии мышц

- миофибриллярная гипертрофия – увеличивается количество миофибрилл – растет мышечная масса.

Свойственна быстрым (белым или гликолитическим) мышечным волокнам, преобладающим у спортсменов силовых и скоростно-силовых видов спорта.

- саркоплазматическая гипертрофия – связана с увеличением объема саркоплазмы (количества митохондрий, гликогена, миоглобина, факторов гликолиза, креатинфосфата и увеличением капиллярной сети).

К этому виду предрасположены медленные (красные) мышечные волокна. СГ преобладает при работе на выносливость.

2. Особенности нервной регуляции

Нервная регуляция обеспечивает развитие силы за счет:

1. - увеличения частоты нервных импульсов от нейронов спинного мозга к скелетным мышцам - сила сокращения возрастает (*количество нервных импульсов зависит от состояния ЦНС, а также степени мотивации – эмоционального взрыва*);
2. - активации многих двигательных единиц **МЫШЦЫ** (*ДЕ – это двигательный нейрон и все мышечные волокна, иннервируемые им*);
3. - синхронизации активности возможно большего числа ДЕ с их одновременным сокращением;



4. - межмышечной координации.

Максимальная сила выявляется при возбуждении в работе нужных мышц (необходимых для работы) и одновременном торможении ненужных мышц.

3. Психофизиологические механизмы

На мышечную силу также влияет:

- изменение функционального состояния организма (бодрость, сонливость, утомление и пр.);
- мотивация и эмоции спортсмена;
- биоритмы организма.

Аутогенное торможение мотонейронов – Когда растяжение мышцы превышает критический уровень, то мотонейрон соответствующей мышцы затормаживается, мышца расслабляется, напряжение падает, защищая ее от травмы. При росте тренированности, аутогенное напряжение снижается, способствуя увеличению силы мышечного аппарата. Оно может быть снижено также фармакологическими средствами.

На начальном периоде развития мышечной силы очень высока роль ЦНС, когда мышечная масса почти не растет, а сила увеличивается. Далее у спортсменов сила растет за счет гипертрофии мышц. Предел обусловлен генетически.

Важную роль в развитии силы играют мужские половые гормоны (тестостерон), увеличивая синтез сократительных белков в мышцах. У мужчин его уровень в 10 раз больше, чем у женщин – отсюда роль АНАБОЛИКОВ.

Быстрота

- Быстрота – способность совершать наибольшее количество движений в единицу времени или совершать движения в минимальный отрезок времени.

Формы проявления быстроты.

1. Общая скорость однократных движений (прыжка, метания);
2. Максимальный темп движения (в беге);
3. Время двигательной реакции (ВДР) - характеризуется временем реагирования на какой либо раздражитель.

Быстрота

Различают два вида двигательных реакций:

- — простая, когда спортсмен реагирует движением на заранее известный раздражитель (выход со старта);
- — сложная, когда спортсмен действует в условиях неопределенности раздражителя (спортивные игры, единоборства).

Время двигательной реакции (ВДР)

- Учитывается время от момента подачи сигнала до ответного действия (при тестировании).

ВДР зависит:

- от возбудимости нервного рецептора;
- передачи возбуждения в ЦНС;
- обработки информации на различных уровнях ЦНС вплоть до коры ГМ;
- проведения возбуждения от ЦНС к мышцам;
- возбуждения самой мышцы и ее сокращения.

Время двигательной реакции (ВДР)

- Это время очень мало:
- 500 -800 миллисекунд – у детей 2-3 лет;
- 190 мс – взрослый человек;
- 120 мс – у спортсменов;
- 140 мс – у спортсменок.

Предел функциональных возможностей человека - 80-90 мс.

Время двигательной реакции (ВДР)

На ВДР влияет:

- врожденные особенности;
- текущее функциональное состояние спортсмена;
- мотивация и эмоции;
- спортивная специализация;
- уровень спортивного мастерства;
- количество информации, воспринимаемой спортсменом.

Быстрота

Развитие быстроты определяется след. факторами:

- - скоростью протекания возбуждения в нервных и мышечных клетках;
 - подвижностью (лабильностью) нервных процессов в коре БП ГМ;
 - торможением мышц-антагонистов;
 - типом ВНД (холерики – быстрый темп, флегматики – медленный темп);
 - композицией мышц (белые – большой темп движений);
 - скоростью расслабления мышц.
- Все эти факторы тренируемы. Но предел быстроты и скорость ее нарастания определены генетически. Спринтером надо родиться!

2. Физиологические механизмы развития выносливости

- Выносливость — это свойство организма выполнять длительную работу без снижения ее интенсивности и эффективности, а также преодолевать развивающееся утомление без снижения работоспособности.
- Выносливость всегда специфична, т.е. соответствует определенному виду работы.

Выносливость

- Выделяют общую и специальную выносливость.
- Общая – характеризует способность длительно выполнять любую циклическую работу умеренной мощности;
- Она зависит от доставки кислорода к работающим мышцам и, главным образом, определяется работой кислород-транспортной системы.

ВЫНОСЛИВОСТЬ

- Специальная – проявляется в конкретных видах двигательной деятельности.
- К ней относятся:
 - - скоростная выносливость;
 - - скоростно-силовая;
 - - силовая;
 - - статическая выносливость.

- 
- Физиологическая основа выносливости – уровень аэробных возможностей человека (за счет использования O_2 и энергии окислительных реакций).

- 
- Выделяют также АЭРОБНУЮ и АНАЭРОБНУЮ выносливость.

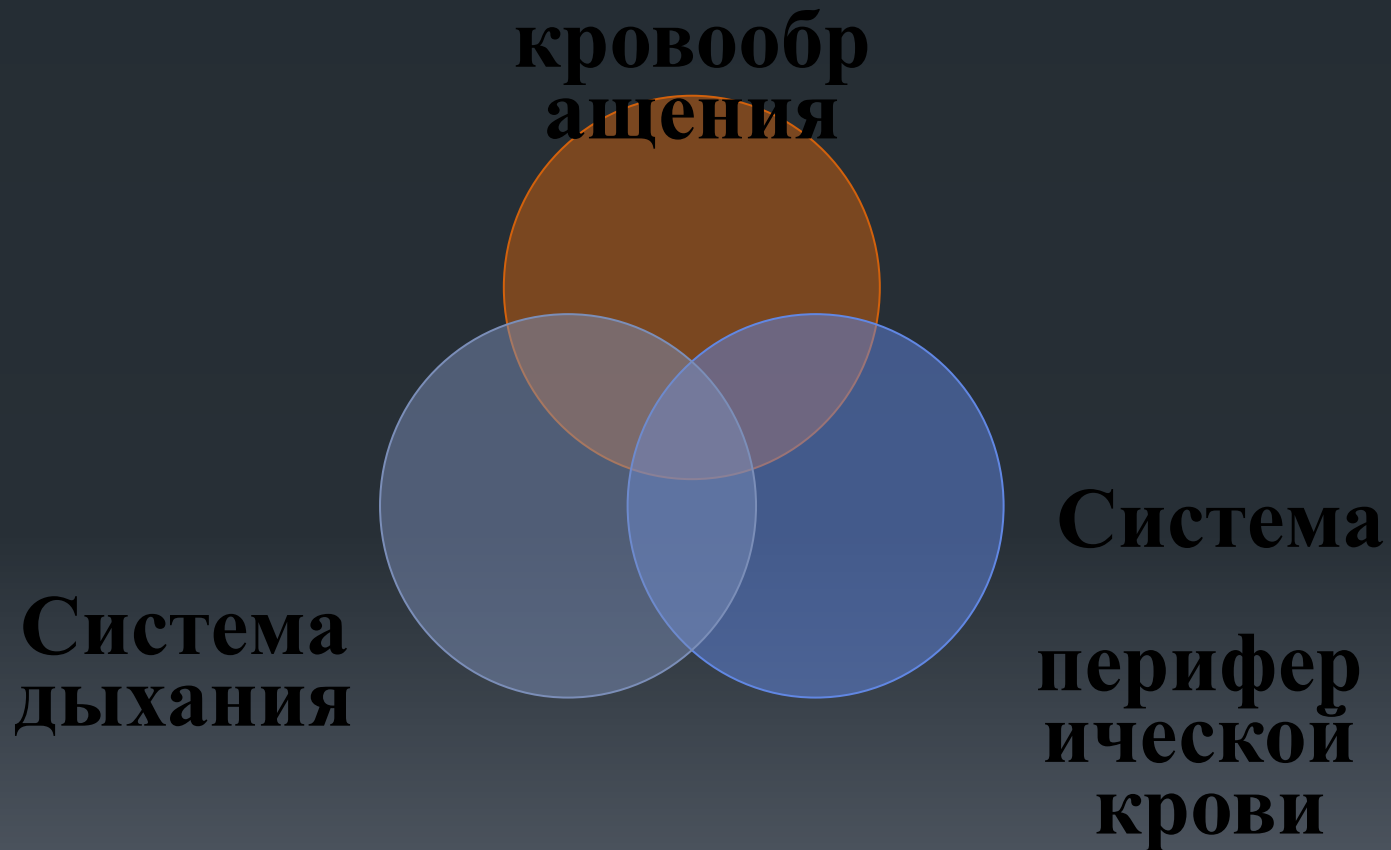
ВЫНОСЛИВОСТЬ



Факторы определяющие аэробную выносливость

- Аэробная мощность человека, определяемая по величине МПК - максимального потребления кислорода;
- Аэробная емкость – общая величина потребления кислорода за всю работу;
- Порог анаэробного обмена (ПАНО) – переход к использованию анаэробных источников энергии, что менее выгодно для организма.

Кислород транспортная система



МПК (показатель аэробной мощности) зависит от:

- 1) функциональных возможностей кислород-транспортной системы;
- 2) функциональных возможностей утилизации мышечной системой кислорода (содержание миоглобина, дыхательных ферментов);
- 3) функциональных возможностей ЦНС: ее влияния на мышечную и межмышечную регуляцию, систему терморегуляции;
- 4) функциональных возможностей ВНС: усиления СНС во время работы и ПНС в процессе отдыха (брадикардия покоя: у марафонцев до 44-46 уд/мин.);
- 5) функциональных возможностей ЖВС: увеличения функциональной активности гипофиза и надпочечников в выработке адренокортикотропного гормона (АКТГ), соматотропного гормона (СТГ), кортикостероидов (КС).

Перестройки в сердце при развития выносливости

1. Увеличение сердца в размерах – «спортивное сердце», за счет:

- - увеличения толщины мышцы сердца – гипертрофии миокарда
- во всех видах спорта, но в большей степени – в скоростно-силовых;
- - расширения камер сердца (тоногенная дилатация) - за счет удлинения миоцитов – только в тренировках на выносливость.

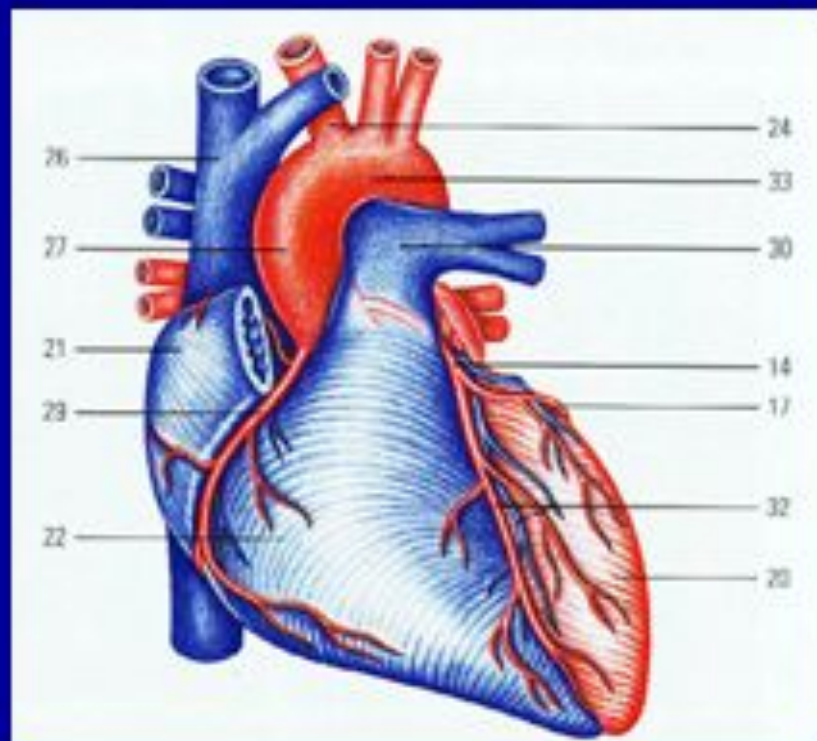
Поэтому работа сердца под нагрузкой становится более эффективной:

- сердечный выброс (УОК) увеличивается в 2-3 раза;
- сокращение происходит за вдвое укороченное время;
- происходит более полное опорожнение полостей сердца;

2. Увеличение числа капилляров, отходящих от коронарных артерий, улучшающих питание сердечной мышцы и утилизацию молочной кислоты.

Сосудистый пучок сердца

(вид спереди)



- 14. правая коронарная артерия,
- 21. правое предсердие,
- 22. правый желудочек
- 23. левая коронарная артерия
- 26. верхняя полая вена
- 30. легочной ствол
- 33. дуга аорты

Перестройки в системе дыхания

1. увеличение ЖЕЛ до 6-7 литров и более;
2. глубины дыхания (ДО) - до 50% ЖЕЛ;
3. легочной вентиляции (ЛВ);
4. силы и выносливости дыхательных мышц, что увеличивает объем вдыхаемого воздуха;
5. диффузионной способности легких (газообмена) - из-за увеличения альвеолярной поверхности и количества протекающей крови.

Изменения в системе крови

- увеличение ОЦК в среднем на 20% и снижение ее вязкости;
 - увеличение венозного возврата крови к сердцу;
 - снижение периферич. сопротивления току крови;
- Все это облегчает движение крови.**

- увеличение кол-ва эритроцитов и гемоглобина;
- снижение содержания молочной кислоты (лактата) под нагрузкой, так как:
 - *- при развитии выносливости в мышцах преобладают медленные волокна, использующие лактат как источник энергии;*
 - *- увеличивается емкость буферных систем крови (ее щелочных резервов).*

Изменения в скелетных мышцах

При развитии выносливости мышцы получают больше кислорода и улучшается его использование за счет следующих изменений:

- Увеличивается содержание медленных мышечных волокон до 80-90%;
- Рабочая гипертрофия протекает по саркоплазматическому типу (в саркоплазме накапливаются запасы гликогена, липидов, миоглобина, увеличивается число и размеры митохондрий);
- Увеличивается капиллярная сеть мышц (их кровоснабжение);
- Мышечные волокна при длительной работе включаются посменно, имея время для восстановления.

Изменения в обмене веществ

- Жиры раньше включаются в энергообмен, уменьшая потребность в глюкозе. Поэтому снижается риск развития гипогликемии.
- *Увеличивается диффузия различных веществ через капиллярную сеть в тканях;*
- *Возрастает артерио-венозная разница (ABP) по O₂;*
- *Повышается способность митохондриального окисления ПВК в цикле Кребса;*
- *Значительно возрастает способность к ресинтезу аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ);*
- Улучшается терморегуляция организма: более раннее «включение» потовых желез, интенсивность потения соответствует мощности работы.

3. Физиологические механизмы развития ловкости и гибкости

- Ловкость представляет собой сложный комплекс способностей, обеспечивающих совершенство управления движениями и их координацию.
- Это качество хорошо развивается в процессе жизни и при спортивной тренировке.
- Гибкость – больше находится под генетическим контролем. Поэтому важен спортивный отбор и ее развитие с ранних лет.



Структура ловкости (ловкостью считают)

**I.Способность
выполнять сложно-
координационные
движения.**

**II. Способность
быстро
переключаться с
одного движения на
другое при
изменении
ситуации**

**III.Способность
быстро осваивать
новые виды
движений.**

Ловкость

Критерии ловкости

- - хорошая координация (статическая и динамическая);
- - точность движений;
- - быстрота выполнения движений.

В основе ловкости

- умение воспроизводить движения;
- хорошая ориентация в пространстве;
- предвидение будущей ситуации;
- быстрая реакция на движущийся объект;
- высокая подвижность нервных процессов;
- умение легко управлять разными мышцами.

Гибкость

- Гибкость — способность выполнять движения с большой или максимальной амплитудой благодаря высокой суставной подвижности, эластичности мышц и связочного аппарата.

Роль гибкости состоит в том, что в отдельных видах спорта это качество определяет результативность выступлений (*фигурное катание, спортивные танцы и т.д.*). Данное качество связано с ограничением энерготрат, увеличением экономичности движений, повышением координации, снижением травматизма (надрывов и разрывов мышц, связок и сухожилий).

Исследование суставной подвижности и растяжимости кожи



Виды гибкости

- Динамическая: упражнения динамического характера нарастанием амплитуды повторных движений ;
- Статическая: в статических упражнениях с фиксацией звеньев тела в крайней точке амплитуды;
- активная гибкость — способность совершать движения с большой амплитудой за счет собственных усилий;
- пассивная гибкость способность их совершать с помощью тренажера, либо партнера (за счет действия внешних сил);
- - динамическая гибкость всегда меньше пассивной;
- - разница между пассивной и динамической амплитудой — резерв гибкости;
- Есть также общая и специальная гибкость:
- общая, - представляющая движения с большой амплитудой в наиболее крупных суставах;
- специальная, - соответствующая технике конкретного вида спорта.

Внешние факторы гибкости

- Пол - у женщин гибкость выражена лучше, т.к. эстрогены увеличивают эластичность связок и мышц;
- Возраст – гибкость развивается до 25 лет (при целенаправленной тренировке) и с возрастом снижается. Оптимальный возраст ее развития – 5-12 лет. При старении в первую очередь снижается гибкость позвоночника.
- Время суток. Минимум гибкости с 8⁰⁰ до 10⁰⁰, максимум - с 12⁰⁰ до 17⁰⁰.
- Температура ° С – холод сковывает мышцы, тонус мышц растет. Поэтому так важен разогрев.
- Утомление. Снижается активная гибкость. Пассивная увеличивается. Уставшие мышцы лучше растягиваются.
- Питание. Вегетарианское питание способствует увеличению тонуса мышц и гибкости.

Внутренние факторы гибкости (церебрально-нервные).

- центрально-нервные — миотонический рефлекс - рефлекс на растяжение *(при растяжении мышц растягивается веретено, которое поставляет импульсы в спинной мозг по афферентному нейрону в задние рога, через вставочный нейрон возбуждение передается на α -мотонейрон)*.

Миотонический рефлекс сильнее всего проявляется при быстрых движениях (на скорость).

Наибольшая травматичность при очень быстрых движениях, мощной импульсации и невозможности остановить инерцию движения.

Внутренние факторы гибкости (периферические)

Внутренние периферические факторы:

- чем больше конгруэнтность суставных поверхностей, тем меньше подвижность;
- форма суставов: наиболее подвижны шаровидные суставы (плечевой и тазобедренный);
- растяжимость и эластичность связок и суставных сумок;
- растяжение и эластичность мышц антагонистов - препятствует движению в суставах.
- сила мышц антагонистов и синергистов. Поэтому важна межмышечная координация, которая улучшается при тренированности.