**ГБПОУ «Дзержинский педагогический колледж»**

**Учебная дисциплина** «**Основы биомеханики»**

**Курс лекций**

**специальность «Физическая культура»**

**Дзержинск - 2018**

Одобрена предметно – Составлено в

цикловой комиссией в соответствии с ГОС

СПО по специальности

05020 «Физическая

культура»

Протокол№\_\_\_

Рассмотрено на экспертной

комиссии при НМС колледжа

Протокол

№\_\_\_от\_\_\_\_\_\_\_\_

Председатель Заместитель директора

ПЦК\_\_\_\_\_ по научно - методической

работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Автор: Петелин А.С. - преподаватель ДПК, высшей категории.

**СОДЕРЖАНИЕ**

**Пояснительная записка**

**ЛЕКЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «БИОМЕХАНИКА»**

Тема №1.Предмет и метод биомеханики спорта

Тема №2.Биомеханические характеристики тела человека и его движений

Тема№3.Строение и функции биомеханической системы двигательного аппарата

Тема №4.Биомеханика двигательных действий

Тема №5.Биомеханика двигательных качеств

Тема №6.Ситема движений и организация управления ими

Тема №7.Спортивно – техническое мастерство

**Пояснительная записка**

Учебная дисциплина «Биомеханика» является дисциплиной предметной подготовки по специальности «Физическая культура».

Цель курса – познакомить студентов с биомеханическими основами физических упражнений, в частности с основами спортивной техники, вооружить знаниями, необходимыми для эффективного применения физических упражнений в качестве средств физического воспитания и повышения уровня спортивных достижений.

Терминология дана в соответствии с рекомендациями Комитета научно – технической терминологии Академии наук России. В процессе изучения курса биомеханики не проводится детальный анализ отдельных упражнений, т.к. это является задачей программ по соответствующим спортивным дисциплинам. Главное внимание уделено изложению понятий и законов биомеханики и путей биомеханического обоснования спортивной техники, овладев которыми можно успешно изучать любые движения.

Данный курс предназначен для целенаправленной работы студентов в аудитории (самостоятельная работа, текущий и итоговый контроль знаний), а также для подготовки к семинарским занятиям, зачетам по данной учебной дисциплине (контроль знаний).

**Тема 1: Предмет и метод биомеханики спорта**

**План:**

1. Задачи и содержание биомеханики спорта.
2. История развития биомеханики спорта.

**Ключевые понятия:**

1. Механические движения в живых системах.
2. Метод биомеханики.
3. Предмет биомеханики.

Биомеханика – наука о законах механического движения в живых системах.

Живые системы это:

1. целостные организмы (например, человек);
2. их органы, ткани;
3. объединения организмов (например, пара акробатов, противодействие борцов).

Биомеханика спорта как учебная дисциплина изучает движения человека в процессе физических упражнений.

Двигательные действия человека, которые изучаются в биомеханике спорта, включают в себя механические движения (кроме механических движений существуют физическая и химическая формы движения материи).

Механические движения в живых системах проявляются как:

а. передвижение всей биосистемы относительно ее окружения (среды, опоры, физических масс);

б. деформация самой биосистемы – передвижение одних ее частей относительно других.

Двигательная деятельность человека осуществляется в виде двигательных действий, которые организованы из многих взаимосвязанных движений (системы движений).

Двигательные действия осуществляются при помощи произвольных активных движений, вызванных и управляемых работой мышц.

Движения отдельных частей тела объединены в управляемые системы движений, целостные двигательные акты (гимнастические упражнения, приемы игры и т.д.).

Общая задача изучения движения человека в биомеханике спорта – оценка эффективности приложения сил для более совершенного достижения поставленной цели.

Изучение движений в биомеханике спорта, в конечном счете, направленно на то, чтобы найти совершенные способы двигательных действий и научиться лучше исполнять.

Частные задачи в биомеханике спорта состоят в изучении следующих основных вопросов:

1. строение, свойства и двигательные функции тела спортсмена;
2. рациональная спортивная техника;
3. техническое совершенствование спортсмена.

Биомеханика спорта стала бурно развиваться в последние десятилетия – в связи с успехом общей биомеханики.

О.Борели – врач, математик, физик своей книгой «О движении животных» (1679 год) положил начало биомеханике, как отрасли науки.

Основные направления в развитии биомеханики: механическое, функционально-анатомическое и физиологическое, сосуществующие и поныне.

1.Механический подход к изучению движений человека, прежде всего, позволяет определить количественную меру двигательных процессов.

2.Функционально-ананомическое направление, созданное в нашей стране трудами П.Ф.Лесгафта, И.М.Сеченова, М.Ф.Иваницкого и другими, характеризуется преимущественно описательным анализом движений в суставах, определением участия мышц в сохранении положения тела и в его движениях.

3.Физиологическое направление в отечественной школе биомеханики складывалось под влиянием учения о высшей нервной деятельности. Обширные исследования регуляторных механизмов ЦНС и нервно-мышечного аппарата дают представления об исключительной сложности и совершенстве процессов управления движениями.

Н.А.Бернштейн установил важный принцип управления движениями. Управление движениями осуществляется посредством:

а. приспособления импульсов (команд) нервной системы по ходу движения к конкретным условиям его выполнения;

б. устранение отклонения от задачи движения (коррекция).

Биомеханика спорта в нашей стране представляет собой дальнейшее развитие биомеханики физических упражнений, созданной П.Ф.Лесгафтом во второй половине XIX века. В 1877 году П.Ф.Лесгафта начал читать этот предмет на курсах по физическому воспитанию.

В 1927 году этот предмет получил название «Теория движения», а в 1931 году переименован в курс «Биомеханика физических упражнений».

С 30–х годов в институтах физической культуры в Москве, Ленинграде, Тбилиси, Харькове и других городах развернулась научная работа по биомеханике спорта. После выхода в 1939 году учебного пособия «Биомеханика физических упражнений» (под редакцией Е.А.Котиновой) биомеханическое обоснование спортивной техники стало входить во все учебники по видам спорта.

С 1958 года во всех институтах физкультуры биомеханика стала обязательной учебной дисциплиной.

Подготовка спортсменов высокой квалификации сейчас немыслима без глубокого биомеханического обоснования спортивной техники и методики ее совершенствования.

**Контрольные вопросы к теме № 1**

1. Что изучает биомеханика спорта?
2. Что такое живые системы?
3. Как проявляются механические системы в живых системах?
4. Какие задачи решает изучение движения человека в биомеханике спорта?
5. Что такое метод биомеханики?
6. Чем характеризуется биомеханика как наука?
7. Основные направления в развитии биомеханики?
8. Посредством чего осуществляется управление движениями?

**Литература:**

Аварханов М.А. Биометрия в сфере физической культуры и спорта [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / М.А. Аварханов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2015. — 120 c. — 978-5-4263-0207-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69997.html

Донской Д.Д. Законы движений в спорте [Электронный ресурс] : очерки по теории структурности движений / Д.Д. Донской. — Электрон. текстовые данные. — М. : Советский спорт, 2015. — 178 c. — 978-5-9718-0750-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40926.html>

**Тема 2: Биомеханические характеристики тела человека и его движений**

**План:**

1. Кинематические характеристики.
2. Динамические характеристики.

**Ключевые понятия:**

1. Координаты точки, тела и системы тел.
2. Траектория.
3. Перемещения точки.
4. Момент времени.
5. Темп движения.
6. Ритм движения.
7. Ускорение.
8. Инертность.
9. Масса тела.
10. Момент инерции.
11. Импульс силы.
12. Работа силы.

Биомеханические характеристики – это меры механического состояния биосистемы и ее изменения (поведение).

Биомеханические характеристики описывают тело человека как объект механического движения и определяются через количественные и качественные характеристики.

Количественные характеристики измеряются или вычисляются, они имеют численное значение. Изучая количественные характеристики, дают определение и устанавливают способ измерения.

Качественные характеристики описываются обычно словесно, без точной количественной меры (например, напряженно, свободно, плавно, рывком и т.д.).

**I. Кинематические характеристики**

Кинематика движений человека определяет геометрию (пространственную форму) движений, и их изменения во времени (характер) без учета масс и действующих сил. Она дает в целом только внешнюю картину движений.

Кинематические характеристики тела человека и его движений – это меры положения и движения человека в пространстве и во времени: пространственные, временные и пространственно – временные.

Движения человека и спортивных снарядов можно измерить, только сравнивая их положение с положением выбранного для сравнения тела (тело отсчета), т.е. все движения рассматриваются как относительные.

**1.*Пространственные характеристики***

**Система отсчета** – условно выбранное твердое тело, по отношению к которому определяют положение другого тела в разные моменты времени.

В мире не существует абсолютно неподвижных тел. Но одни из них движутся так, что изменения их скорости несущественны для решения задачи, и ими можно пренебречь (инерциональные системы отсчета). Это такие тела как Земля и тела связанные с ней неподвижно (дорожки, гимнастические снаряды и т.д.).

Другие тела движутся с ускорениями, которые существенно влияют на решение данной задачи – это неинерциальные системы отсчета (скользящая лыжня, раскачивающиеся кольца и т.д.).

С телом отсчета связывают начало и направление измерения расстояния, и устанавливают единицы счета.

Движущееся тело рассматривают либо как материальную точку положения, которую определяют, либо на нем выделяют точку отсчета (определенная точка на теле человека).

Устанавливают единицы измерения расстояния – линейные и угловые. В системе СИ основная линейная единица – метр (м), кратная – км, дальние – см, мм.

Угловые единицы:

а. градус, минута, секунда – при измерении углов (окружность – 360о, градус – 60/, минута – 60// );

б. оборот – при приближенном подсчета поворотов вокруг оси;

в. радиан (для расчетов по формулам) – угол между двумя радиусами круга, вырезающими на окружности дугу, равную по длине радиусу (радиан = 57,1714о).

Пространственные характеристики позволяют определить положения, например, исходное для движения и конечное (по координатам) и движения (по траекториям).

Тело человека рассматривают:

а. как материальную точку, когда перемещение тел намного больше, чем его размеры;

б. твердое тело, когда можно не принимать во внимание взаимные перемещения его звеньев и деформации тканей, когда важно учитывать лишь его размеры, расположения в пространстве;

в. систему тел, когда важны и особенности движения звеньев тел, влияющие на выполнение двигательных действий.

Координаты точки – это пространственная мера местоположения точки относительно системы отсчета.

Положение точки на линии определяет координата, на плоскости две, в пространстве – три координаты.

О А

Положение твердого тела в пространстве можно определить по координатам 3-х его точек, не лежащих на одной прямой.

Положение системы тела (звеньев тела человека) определяют по положению каждого звена в пространстве. Удобно при этом использовать угловые координаты.

Изучая движения нужно определить:

1. исходное положение, из которого движения начинаются;
2. конечное положение;
3. ряд мгновенных, непрерывно сменяющихся промежуточных положений.

Траектория точки – это пространственная характеристика движения: геометрическое место положений движущийся точки в рассматриваемой системе отсчета. На траектории определяют ее длину, кривизну и ориентацию в пространстве.

Траектория – это непрерывная линия, воображаемый след движущийся точки.

В криволинейном движении кривизна (k) – величина, обратная радиусу (R).

k = 1/R

***2.Временные характеристики***

В систему отсчета времени входит определенное начало и единицы времени.

За начало отсчета времени принимают:

а. полночь, полдень;

б. судейское время («секундомеры на ноль»).

В биомеханике за начало отсчета принимается:

а. момент начала движения;

б. момент начала наблюдения.

За единицу отсчета принимают секунду.

Направление течения времени в действительности – ось прошлого к будущему. Исследуя движения можно отсчитывать время и в обратном направлении – к прошлому (за 0,02 с до удара и т.п.).

Временные характеристики раскрывают движение во времени: когда оно началось и закончилось (момент времени), как долго длилось (длительность движения), как часто выполнялось движение (темп), как они были построены во времени (ритм).

Т – момент времени определяют промежутком времени до него от начала отсчета

**Длительность движения**

**Темп движений** - это временная мера их повторности. Он измеряется количеством движений в единицу времени.

N = 1/  t, то есть темп – величина, обратная длительности движений (т.е. чем больше длительность одного движения, тем меньше темп).

**Ритм движений** – это временная мера соотношения частей движений.

***3. Пространственно-временные характеристики***

По пространственно – временным характеристикам определяют, как изменяется положение и движения человека во времени, как быстро человек изменяет свои положения (скорость) и движения (ускорение).

Скорость точки – это пространственно-временная мера движения точки (быстроты изменения ее положения).

V=S/t

Мгновенная скорость – это скорость в данный момент времени или в данной точке траектории.

V средняя – это скорость, с которой точка при равномерном движении, за то же время прошла бы весь рассматриваемый путь.

Скорость тела определяют по скорости его точек.

При поступательном движении линейная скорость всех его точек одинаковы по величине и направлению.

При вращательном движении определяют угловую скорость тела.

W = d /d t (радиан)

d - угловое перемещение

d t – время, за которое производятся угловое перемещение.

Чем больше расстояние от точки тела до оси вращения (т.е. чем больше радиус (R), тем больше линейная скорость.

V вращательного движения твердого тела (в радианах) равна отношению линейной скорости каждой точки к ее радиусу (при постоянной оси вращения). Угловая скорость для всех точек тела, кроме лежащих на оси, одинакова.

V 1 / r 1 = V 2 / r 2 = V n / r n = W

следовательно, линейная скорость равна

V = W \* r

W – угловая скорость,

r – радиус.

Ускорение точки – изменение ее скорости о времени.

Различают ускорение тела линейное (в поступательном движении), и угловое (во вращательном движении).

а =  V / t – линейное ускорение;

Е = a / r – угловое ускорение; (измеряется в радианах в сек 2

а – линейное ускорение точки;

r - радиус вращения точки

Следовательно, а = Е \* r – линейное ускорение.

**II. Динамические характеристики**

Для раскрытия механизма движения человек и движимых им тел используют динамические характеристики. К ним относятся:

а. инерционные (особенности тела человека и движимых им тел);

б. силовые (особенности взаимодействия звеньев тела и других тел);

в. энергетические (состояния и изменения работоспособности биомеханических систем).

1. ***Инерционные характеристики.***

Свойство инертности тел раскрывается в первом законе Ньютона: «Всякое тело сохраняет свое состояние покоя или равномерного и прямолинейного движения до тех пор, пока внешние приложенные силы не изменят это состояние».

Любые тела сохраняют скорость неизменной при отсутствии внешних воздействий одинаково. Это свойство, не имеющее меры, и предлагается называть инерцией.

Разные тела изменяют скорость под действием сил по-разному. Это свойство, следовательно, имеет меру и называется инертностью.

Инертность – свойство физических тел, проявляющееся в постепенном изменении скорости с течением времени под воздействием сил.

Масса тела – это мера инертности тела при поступательном движении. Она измеряется отношением величины приложенной силы к вызываемому ускорению.

m = F / a

m – масса тела

F – сила

a – ускорение

Измерение массы тела основано на втором законе Ньютона: «Изменение движения прямо пропорционально извне действующей силе и происходит по тому направлению, по которому эта сила приложена».

Масса тела зависит от количества вещества. Одна и та же сила вызовет большее ускорение у тела с меньшей массой, чем у тела с большей массой.

Момент инерции тела – это мера инертности тела при вращательном движении. Момент инерции тела относительно оси равен сумме произведений масс всех материальных точек тела на квадраты их расстояний от данной оси.

J =  m i \* r i 22; J = M \* L2

Инерционное сопротивление увеличивается с отдалением частей тела от оси вращения пропорционально квадрату расстояния. Поскольку материальные точки в теле расположены на разных расстояниях от оси вращения, для ряда задач удобно вводить понятие «радиус инерции».

Радиус инерции тела – это сравнительная мера инертности данного тела относительно его разных осей. Он измеряется корнем квадратным из отношения момента инерции (относительно данной оси) и массы тела.

***2.Силовые характеристики.***

Известно, что движение тела может происходить как под действием приложенной к нему движущей силы, так и без движущей силы (по инерции), когда приложена только тормозящая сила.

**Сила** – это мера механического действия одного тела на другое. Численно она определяется произведением массы тела на его ускорение, вызванное данной силой.

F = m \* a (на основании второго закона Ньютона)

Это применимо только к поступательному движению. Изменение вращательного движения зависит не от силы, а от момента силы.

**Момент силы** – это мера вращательного действия на тело. Он определяется произведением модулей силы на ее плечо.

M2 F= F \* d

Момент силы положительный, когда сила вызывает поворот тела против часовой стрелки, отрицательный – по часовой стрелки. Сила проявляет свое вращающее действие, когда она приложена на ее плечо.

F

d руки сгибаются

Fm – сила мышц

d – плечо

Fn – сила (переменная), воздействующая непосредственно на сустав – толкает сустав вверх.

**Импульс силы** – мера воздействия силы на тело за данный промежуток времени (в поступательном движении).

**Количество движения** – это мера поступательного движения тела, характеризующая его способность передаваться другому телу в виде механического движения.

K=m\*v

K – количество движения

m – масса тела

V – скорость

***3. Энергетические характеристики***

Работа силы – это мера действия силы на тело при некотором его перемещении под действием этой силы.

Если сила направлена в сторону движения, то она совершает положительную работу, навстречу – отрицательную.

A = F\*S

A – величина работ

F – сила

S – пройденный путь

А тяж. = P\*h

А тяж. – работа силы тяжести

Р – вес тела

h – разность высот начального и конечного положения

При опускании тела работа силы тяжести положительна, при подъеме – отрицательна.

Мощность силы – это мера быстроты приращения работы силы.

Мощность – величина численно равная работе, совершенной в единицу времени.

N = A/t

A – работа

t – время

Кинетическая энергия (энергия движения) – это энергия, которой обладает тело вследствие своего движения.

Ек = mV2/2

Энергия, которая определяется взаимным положением тел или частей одного и того же тела называется потенциальной энергией. En = m g h

В движениях человека одни виды движений переходят в другие. При этом энергия также переходит из одного вида в другой. Уравнение сохранения энергии: Ek1 + En1 = Ek2 + En2

Химическая энергия в мышцах переходит в механическую потенциальную, которая переходит в кинетическую энергию движущихся звеньев тел и внешних сил.

**Контрольные вопросы к теме № 2**

1. Что является системой отсчета расстояния в биомеханике?
2. Что входит в систему отсчета времени?
3. Какие положения позволяют определять пространственные характеристики?
4. Что определяют временные характеристики?
5. Как определить скорость точки, тела, системы тел?
6. Чем определяются инертность и инерция?
7. В каком случае выполняется работа силы?
8. Как определить мощность силы?
9. Чему равна полная механическая энергия?

**Литература:**

Донской Д.Д. Законы движений в спорте [Электронный ресурс] : очерки по теории структурности движений / Д.Д. Донской. — Электрон. текстовые данные. — М. : Советский спорт, 2015. — 178 c. — 978-5-9718-0750-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40926.html>

Каймин М.А. Общая теория циклических локомоций (на примере ходьбы и легкоатлетических локомоций) [Электронный ресурс] : монография / М.А. Каймин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский городской педагогический университет, 2013. — 216 c. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26537.html>

**Тема 3: Строение и функции биомеханической системы**

**двигательного аппарата**

**План:**

1. Биокинематические цепи.
2. Биодинамика мышц.
3. Биомеханическая система.

**Ключевые понятия:**

1. Биокинематические пары и цепи.
2. Звенья тела.
3. Костные рычаги.
4. Мышечное сокращение.
5. Сила тяги мышцы.
6. Мышечные инерции.
7. Биомеханическая система.

1.**Строение биомеханической системы двигательного аппарата**

I. Биокинематические цепи.

Биомеханическая система – это упрощенная копия, модель тела человека, на которой можно изучить закономерности движений.

Биомеханическая система состоит из биокинематических цепей.

Соединенные два соседних звена тела образуют пару, которые соединены в цепи.

Биокинематическая пара – это подвижное (кинематическое) соединение двух костных звеньев, в котором возможности движений определяются его строением и управляющим воздействием мышц.

Биокинематическая цепь – это последовательное либо незамкнутое (разветвленное), либо замкнутое соединение ряда биокинематических пар.

С1 С А – В – С – С1 – В1 –А1 – А

АВ - голень левая

В1 В ВС – бедро левое

С, С1 – тазобедренные суставы

А1 А

В незамкнутой цели возможны изолированные движения в каждом отдельно взятом суставе. В замкнутой – невозможны.

Костные рычаги – звенья тела, подвижно-соединенные в суставах находящиеся под действием приложенных сил.

Они служат для передачи движения и работы на расстоянии.

Рычаг имеет следующие элементы: F1

а. точку опоры (о) С е О

б. точки приложения сил (с) F

в. плеча рычага (е)

F и F1 – моменты силы

Сохранение положения и движения звена как рычага зависит от соотношения противоположно действующих моментов сил.

Когда противоположные относительно оси сустава момента сил равны, звено либо сохраняет свое положение, либо продолжает движение с той же скоростью (моменты сил уравновешенны). Если же один из моментов сил больше другого, звено получает ускорение в направлении его действия или торможения.

**2.*Механические свойства мышц.***

Основная функция мышц состоит в преобразовании химической энергии в механическую энергию или силу.

Главными биомеханическими показателями, характеризующими деятельность мышц, являются:

а. сила, регистрируемая на ее конце (эту силу называют натяжением или силой тяги мышц);

б. скорость изменения длины;

При возбуждении мышц, изменяется ее механическое состояние. Оно проявляется в изменении натяжения, длины, мощности, а также других ее механических свойств (упругости, твердости и др.).

Механические свойства мышц сложны и зависят от механических свойств элементов, образующих мышцу (мышечные волокна, соединительные образования и др.) и состояния мышцы (возбуждения, утомления и пр.).

Покоящаяся мышца обладает упругими свойствами: если к ее концу приложена внешняя сила, мышца растягивается, после снятия внешней нагрузки, восстанавливает свою исходную длину. Зависимость между величиной нагрузки и удлинением мышцы не пропорционально. Сначала мышца растягивается легко, а затем даже для небольшого ее удлинения надо прикладывать все большую силу.

Если мышцу растягивать повторно, через небольшие интервалы времени, то ее длина увеличивается больше, чем при однократном воздействии (используется при развитии гибкости).

Длина, которую стремится принять мышца, будучи освобожденной от всякой нагрузки, называется **равновесной** (или свободной) и ее упругие силы равны 0. В живом организме длина мышцы всегда больше равновесной, и поэтому даже расслабленные мышцы сохраняют некоторое натяжение.

Если при длине, превышающей равновесную, мышца сокращается, ее сила выше в начале, чем при последующем уменьшении длины мышцы.

Если к возбужденной мышце, длина которой меньше равновесной, прикладывается большая внешняя сила (например, при постановке ноги на опору в беге), то мышца растягивается и в ней возникают упругие силы.

Для мышц характерна также такое свойство как релаксация - снижение силы упругой деформации с течением времени. Например, при отталкивании в прыжках с места сразу после быстрого приседания прыжок будет дальше, чем при отталкивании после паузы в низшей точки с подседа: после паузы упругие силы, возникшие при быстром приседании вследствие релаксации, не используются.

***3.Механика мышечного сокращения.***

При возбуждении сила тяги мышцы возрастает.

Если величина натяжения мышц равна внешнему сопротивлению, то длина мышцы не изменяется (изотонический режим).

Если натяжение мышцы не равно внешнему сопротивлению, длина мышцы изменяется – анизотонический режим.

При натяжении мышцы, превосходящем внешнее сопротивление, мышца укорачивается (преодолевающий режим). При натяжении, меньшем внешних сил, мышца растягивается, удлиняется (уступающий режим).

Режим, когда мышца, работая в преодолевающем режиме, сохраняет постоянное натяжение (сила – постоянна) называется изотоническим.

Режим, при котором сила мышцы не остается постоянной, называется анизотоническим.

Механические характеристики сокращения зависят от величины сопротивления. При увеличении нагрузки (сопротивления, веса, груза) происходит три изменения:

1. латентный период – увеличивается (время между стимуляцией мышцы и появлением на ее конце механического ответа);
2. величина изменения длины мышцы (укорочение) уменьшается;
3. скорость укорочения падает.

При одной и той же степени стимуляции мышцы ее сила тяги зависит от:

а) длины в данный момент;

б) скорости изменения длины;

в) времени от момента начала стимуляции.

Если мышца сокращается анизотоничнски, то она выполняет работу. При изометрическом сокращении перемещения нет, и поэтому работа (в физическом смысле) отсутствует. Аналогично дело обстоит и с мощностью.

В изометрическом режиме, когда механическая работа равна нулю, вся освобожденная в результате химических реакций энергия превращается в тепло.

В анизотоническом режиме одна часть энергии затрачивается на совершение механической работы, а другая часть переходит в тепловую.

***4Механическое действие мышц.***

Механическое действие мышцы проявляется как тяга, приложенная к местам ее прикрепления.

Сила тяги мышцы зависит от совокупности механических, анатомических, физиологических условий.

Основным механическим условием, определяющем тягу мышцы, является нагрузка, без которой не может быть силы тяги.

Движение звеньев в кинематической цепи как результат приложения тяги мышц зависит от:

а) закрепления звеньев;

б) соотношения сил, вызывающих движение, и сил сопротивления;

в) начальных условий движения (положения звеньев пары и скорость в момент приложения силы тяги мышцы).

Анатомические условия проявления тяги мышцы:

а. строение мышцы;

б. ее расположение (в данный момент движения)

Физиологический поперечник мышцы (площадь сечения через все волокна перпендикулярно их продольным осям) определяет суммарную тягу всех волокон с учетом их взаимного расположения.

Физиологические условия проявления тяги мышцы в основном можно свести к ее возбуждению и утомлению.

Существуют разновидности работы мышц, которые определяются сочетанием изменений их силы тяги и длины.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Сила тяги мышцы | Длина мышцы | | |
| уменьшается | постоянная | увеличивается |
| Увеличивается | 1. Движения до отказа. | Усиление фиксации | Торможение до остановки |
| Постоянная | Изотоническое преодоление | Постоянная фиксация | Изотоническое уступление |
| Уменьшается | Разгон до максимума скорости | Ослабление фиксации | Притормаживание с уступлением |
| Вид работы | Преодолевающая | Статическая | Уступающая |

***5.Групповые взаимодействия мышц.***

Действие мышц в биокинематических целях в нормальных условиях никогда не бывает изолированным. Мышцы участвуют в движениях группами при сложном взаимодействии как между группами, так и внутри их.

Рабочие тяги мышц (динамическая работа) обуславливают выполнение движений, а опорные тяги мышц (статическая работа) создают необходимые условия для этого.

Мышцы, осуществляющие движения подвижных звеньев, обеспечивающие активные движения, создают рабочие тяги.

Звенья тела, соприкасающиеся с опорой (опорные звенья) сохраняют свое положение и связь с ней благодаря опорным тягам мышц.

Мышцы, окружающие сустав, функционируют, образуя совместно функциональные группы:

а. совместного действия – синергистов;

б. противоположного действия – антогонисты.

Согласованная тяга синергистов и антогонистов превращает неодноосный сустав в биодинамически полносвязанный механизм с определенным направлением движения и скоростью звена.

Мышцы – антогонисты, участвуя в движениях, выполняют уступающую работу: растягиваясь они тормозят движение.

**6.*Свойства биомеханической системы.***

Биомеханическая система характеризуется процессами двигательной деятельности, ее энергообеспечения и управления двигательными действиями.

Механическая энергия биомеханической системы имеет два источника: подводятся извне (работа внешних сил) и изнутри (превращение химической энергии в механическую).

При движениях в биомеханических системах происходят деформации:

а. позная – перемены позы как взаимного расположения звеньев под действием внутренних и внешних сил;

б. мышечная – изменение длины и поперечника мышц при их сокращении и растягивании мышц.

в. внутренняя – смещение мягких и жидких тканей при ускорениях, что вызывает появление внутренних сил инерции и трения.

Расход энергии на позную деформацию является эффективным на остальные – непроизводительный расход (рассеивание энергии).

Приспособительная активность в переменных условиях обуславливает эффективность движений благодаря соответствию нервных импульсов из ЦНС внешнему окружению, начальным условиям движений (тяге мышц, положению и скорости звена), состоянию организма к двигательной задаче.

Переменные условия:

а. внешние силы (снаряды, отягощения, среда).

б. силы мышечных тяг увеличиваются и уменьшаются, изменяются их плечи, вращающие моменты.

в. пассивные внутренние сопротивления (упругие силы, вязкие, трения, инерционные реактивные силы (центробежные при вращении инерционное сопротивление и напор звеньев при их разгоне и торможении).

Таким образом, для соответствия движения двигательной задачи, необходимо управлять этим движением с учетом всех условий (внешних и внутренних), что возможно благодаря приспособительной активности нервной системы.

**Контрольные вопросы к теме № 3**

В какой последовательности звенья тела образуют цепи?

1. Какие бывают биокинематические цепи?
2. Для чего служат костные рычаги?
3. Какова зависимость между увеличением длины мышц?
4. Что такое длина покоя мышц?
5. Что такое изометрический режим мышечного сокращения?
6. При каких сокращениях мышцы выполняется работа?
7. Во что превращается энергия сокращения мышцы?
8. От чего зависит сила тяги мышцы?
9. Чем определяются разновидности работы мышц?
10. Какие функциональные группы образуют мышцы, окружающие сустав?

**Литература:**

Аварханов М.А. Биометрия в сфере физической культуры и спорта [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / М.А. Аварханов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2015. — 120 c. — 978-5-4263-0207-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69997.html

**Тема 4: Биомеханика двигательных действий**

**План:**

1. Геометрия масс тела.
2. Составные движения в биокинематических цепях.
3. Силы в движениях человека.
4. Бионергетика двигательных действий.
5. Биомеханика дыхательных движений.

**Ключевые понятия**:

1. Общий центр массы тела человека (ОЦМ).
2. Центр объема тела.
3. Центр поверхности тела.
4. Деформация тела.
5. Суставные силы и суставные моменты.
6. Сила упругой деформации.
7. Сила тяжести тела.
8. Реакция опоры.
9. Выталкивающая сила.
10. Нормальная реакция среды.
11. Сила трения.
12. **Геометрия массы** **тела**

Геометрия массы тела (распределение масс тела) характеризуется такими показателями как вес (масса) отдельных звеньев тела, положение центров масс отдельных звеньев и всего тела, моменты инерции и др.

В биомеханике различают центры масс отдельных звеньев тела (например, голень) и центр массы всего тела. У человека, стоящего в основной стойке, ОЦМ находится примерно на уровне второго крестцового позвонка. При изменении позы ОЦМ смещается и в некоторых случаях (наклоны) может находиться вне тела человека.

Центр объема тела – точка приложения равнодействующей силы гидростатического давления (сил Архимеда) и находится на 2 – 6 см выше ОЦМ.

Цент поверхности тела – точка приложения равно действующей силы действия среды (воздуха, воды) и зависит от позы и направления потока среды.

Движение, обусловленное движениями ряда звеньев в биомеханике называют **составным.** Например, скорость кисти при броске мяча является результатом движений ног и туловища, а также движений в суставах руки. В зависимости от направления скоростей движения звеньев тела человека могут быть возвратно-вращательными, возвратно-поступательными и круговыми. Силы, приложенные к звеньям тела человека, действуя динамически, (т.е. вызывая ускорения) различаются:

- тормозящие (направлены противоположно направлению скорости);

- движущие (силы, которые совпадают с направлением скорости);

- отклоняющие (перпендикулярно к направлению скорости и увеличивающие кривизну траектории);

- возвращающие силы (также перпендикулярно, но уменьшающее траекторию).

**II. Силы в движениях человека.**

Все силы, которые приложены к телу человека, делят на внешние (опора, снаряды, среда и т.п.) и внутренние, которые возникают при взаимодействии частей тела человека друг с другом.

1. ***Внешние силы.***

Все силы, которые действуют извне на тело человека, возникают при контакте с соответствующими внешними телами (кроме силы тяжести).

Сила инерции внешнего тела – это мера действия на тело человека со стороны внешнего тела, ускоряемого человеком. Она равна массе ускоряемого тела, умноженной на его ускорение

F ин = - m \* a

Сила инерции внешнего тела при ускорении его человеком направлена в сторону, противоположную ускорению.

Сила упругой деформации – это мера действия деформированного тела на другие тела, вызывающие эту деформацию. Упругие силы зависят от свойств деформированного тела, а также вида и величины деформации (действие батута на тело спортсмена).

Сила тяжести – это мера его притяжения к Земле.

Реакция опоры – это мера противодействия опоры действию не нее тела, находящегося с ней в контакте. Она равна силе действия тела на опору, направлена в противоположную сторону и приложена к этому телу.

Силы действия среды:

Выталкивающая сила – это мера действия среды на погруженное в нее тело. Она измеряется весом вытесненного объема жидкости и направлена вверх.

F вытал. > P тяж. = тело всплывает, наоборот – тонет.

Лобовое сопротивление – это сила, с которой среда препятствует движению тела относительно нее. Его величина зависит от площади поперечного сечения тела, его обтекаемости, плотности и вязкости среды, а также относительной скорости среды.

Нормальная реакция среды - это сила, действующая со стороны среды на тело, расположенное под углом к направлению его движения (реакция среды при гребке направлена перпендикулярно силе лобового сопротивления).

Сила трения – это мера противодействия движущемуся телу, направленному по касательной к соприкасающимся поверхностям. Сила трения равна произведению нормального давления на коэффициент трения:

T = N \* k тр

Делится на трение скольжения и трение качения.

***2. Внутренние силы***

В теле человека внутренние силы могут действовать статически, вызывая только напряжение в тканях и динамические, вызывая движения звеньев и изменяя позу.

Различают внутренние силы:

а. активного действия. Силы мышечной тяги, приложенные к костям скелета, служат источником энергии движения(сохраняют позу, управляют движениями и т.д.).

б. пассивные механические позы, которые не вызваны биологическими процессами.

- При наличии опоры звенья тела человека всегда своим весом действуют на удерживающие их соседние звенья.

- При ускорениях звеньев к статическому весу прибавляются (или вычитаются из него) силы инерции звеньев.

- Существуют силы трения, обусловленные взаимным смещением органов и тканей в местах их контакта (в суставах, между мышцами и т.п.).

Поскольку в любом движении, тормозя звено и останавливая его, растягиваются мышцы – антагонисты, то всегда возникают упругие силы.

***3.Роль сил в движения человека.***

Все силы, приложенные к двигательному аппарату человека, составляют систему сил внешних и внутренних. Система внешних сил проявляется чаще как силы сопротивления, для преодоления которых затрачивается энергия движения и напряжения мышц человека.

Различают рабочие сопротивления (например, преодоление веса штанги – цель) и вредные сопротивления, которые в принципе неустранимы (трение лыж по снегу). Внешние силы могут использоваться человеком и как движущие (упругие силы, инерционные и т.п.).

Человек преодолевает силы сопротивления мышечными силами и соответствующими внешними силами и совершает как бы две части работы:

1. работу на преодоление всех сопротивлений (рабочих и вредных);
2. работу, направленную на сообщение ускорений своему телу или перемещения внешних объектов (ядра и т.д.).

В биомеханике **сила действия человека** - это сила воздействия на внешнее физическое окружение, передаваемого через рабочие точки тела.

Тормозящими силами, входящими в сопротивление, могут быть все внешние и внутренние силы, в том числе и мышечные.

Только реактивные силы (силы реакции опоры и трения) не могут быть движущими силами: они всегда остаются сопротивлениями (как вредными так и рабочими).

Задачи совершенствования движений, повышения их эффективности сводятся к повышению результата ускоряющих сил и снижению действия вредных сил. Это особенно важно в спорте.

**III. Биоэнергетика двигательных действий**

В двигательных действиях происходит превращение одних видов энергии в другие (химической в механическую и тепловую) и преобразование механической энергии (кинетической в потенциальную и наоборот).

Подвод энергии в биомеханическую систему совершается в результате:

а. превращения химической энергии в механическую потенциальную напряженной мышцы;

б. перехода внешних сил в кинетическую энергию биомеханической системы и потенциальную энергию деформированных мышц и перемещаемого тела.

Энергия расходуется на:

1. производительную работу;
2. непроизводительные затраты, связанные с ее превращением и рассеиванием энергии;
3. преобразование ее при накоплении в растянутой мышце.

***1. Энергия возвратных движений***

Возвратные движения включают фазу прямого движения (с торможением) – подготовительную и фазу обратного движения (с разгоном) – рабочую, которые разделены критической точкой на траектории.

Если возвратное движение происходит с паузой в критической точке, то за время паузы не сохраняется полностью потенциальная упругая энергия, мышцы могут расслабиться (релаксация) и отталкивание (или удар) получится намного слабее. Нередко возможно и рационально делать возвратное движение, используя криволинейную траекторию. Замах тогда переходит в удар (например, в теннисе) без остановки в движении по кривой с постепенным переключением активности одних мышц на другие.

Энергетически наиболее целесообразно:

1. тормозить звено упругими силами, чтобы лучше использовать «упругую отдачу» мышц. Необходимо только чтобы растягивание тормозящих мышц делали внешние силы (например, сила тяжести и сила инерции тела в тройном прыжке).
2. включать сократительные элементы в критической точке;
3. поддерживать активное сокращение только в фазе разгона обратного движения.

***2. Режим колебательных движений.***

Рациональный режим колебательных движений включает упругую отдачу мышц в сочетании с сохранением и резонансным (дающим отзвук) накоплением энергии в мышцах путем совершенствования управления энергетикой.

Колебательный режим часто используется в циклических движениях.

В каждом цикле колебательных движений имеются потери энергии. Если их не восполнять, то колебания становятся затухающими, при помощи восполнения - стабильными, при подведении энергии больше, чем расходуется, возникает резонансный режим, в итоге скорость нарастает.

Совершенствование скоростно-силовых движений, характерных для спортивной техники в одиночных возвратных движениях и в циклических колебательных движениях, основывается на перестроении биоритмики: изменение вклада энергии из разных источников, изменение организации управления энергетикой.

Мышца в этом отношении имеет много функций:

1. генератор механической энергии из химической;
2. трансформатор механической энергии (из потенциальной в кинетическую и обратно);
3. аккумулятор упругой энергии в мышце (в резонансном режиме);
4. двигатель, передающий механические усилия звеньев тел;
5. фиксатор звеньев в суставах;
6. регулятор величины и направления скоростей;
7. упругий амортизатор (создающий обратное движение в возвратном и колебательном режиме);
8. является рецептором сигнализирующим своим органом чувств о положениях и движениях, без чего невозможно полноценное управление ими.

**Контрольные вопросы к теме № 4**

1. Что такое общий центр массы тела?
2. Какие антропометрические признаки, от которых определяется положение центра тяжести сегментов тела человека?
3. Что такое суставные силы?
4. Как называются силы, противодействующие деформации?
5. Чему равна сила реакции опоры?
6. Какие внутренние силы действуют на человека7
7. За счет чего осуществляется подвод энергии в биомеханическую систему?
8. Какие фазы включены в возвратные движения?
9. Что целесообразно сделать при выполнении скоростно-силового движения?
10. Какие основные типы дыхания существуют?
11. Что включает в себя рациональный режим колебательных движений?

**Литература.**

Аварханов М.А. Биометрия в сфере физической культуры и спорта [Электронный ресурс] :

Донской Д.Д. Законы движений в спорте [Электронный ресурс] : очерки по теории структурности движений / Д.Д. Донской. — Электрон. текстовые данные. — М. : Советский спорт, 2015. — 178 c. — 978-5-9718-0750-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40926.html>

Каймин М.А. Общая теория циклических локомоций (на примере ходьбы и легкоатлетических

Виноградова В.И. Основы биомеханики прыжков в фигурном катании на коньках [Электронный ресурс] : монография / В.И. Виноградова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Советский спорт, 2013. — 217 c. — 978-5-9718-0618-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/40795.html

**Тема 5: Биомеханика двигательных качеств**

**План:**

1. Понятие о двигательных качествах.
2. Биомеханическая характеристика силовых качеств.
3. Биомеханическая характеристика скоростных качеств.
4. Биомеханическая характеристика выносливости.

**Ключевые понятия:**

1. Статическая сила.
2. Динамическая сила.
3. Топография силы.
4. Силовые качества.
5. Скорость одиночного движения.
6. Частота движений.
7. Латентное время реакции.
8. Динамика скорости.
9. Двигательная реакция.
10. Интенсивность, объем, время выполнения.
11. Аэробный и анаэробный режимы работы.
12. Утомление.
13. Запас скорости.

Совокупность двигательных возможностей человека называется моторикой.

Двигательными (или физическими) качествами принято называть отдельные качественно различные стороны моторики человека.

Измерителями таких двигательных качеств как мышечная сила, быстрота, выносливость является сила, скорость и длительность движения.

**I. Биомеханическая характеристика силовых качеств.**

В биомеханике **силой действия человека** называется сила воздействия его на внешнее физическое окружение, передаваемая через рабочие точки своего тела.

Силовые качества характеризуются максимальными величинами силы действия, которую может проявить тот или иной человек.

Итак:

СИЛА – это способность человека за счет мышечных усилий преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать внешним силам.

Сила действия человека может быть представлена в виде вектора и определена:

1. указанием направления;
2. указанием величины;
3. указанием точки приложения.

Виды силы:

1. абсолютная сила мышц;
2. абсолютная сила человека;
3. относительная сила мышц;
4. относительная сила человека.

При выполнении силовых упражнений существуют три режима:

1. преодолевающий, при уменьшении длины мышцы;
2. уступающий, при увеличении длины мышцы;
3. изометрический (статистический) без изменения длины мышцы.

Напряжение мышц зависит от степени волевого усилия, от работы отделов ЦНС и от работы периферических отделов нервной системы.

Сила действия человека зависит от положения его тела. Эту зависимость определяют следующие причины:

1. с изменением положения сустава изменяется длина мышц, от которой зависит сила, проявляемая мышцей. Максимальная сила, проявляемая мышцей, подает пропорционально квадрату уменьшения ее длины.
2. изменение плеча силы тяги мышцы относительно оси вращения.

Плечом силы в механике называется кратчайшее расстояние (перпендикуляр) от оси вращения до линии действия. Чем меньше плечо, тем меньше сила.

При выборе силовых упражнений для развития силы тех или иных мышц необходимо учитывать изменения положения тела.

Пример: приседание со штангой. Чем больше наклон туловища, тем больше нагрузка перераспределяется с мышц ног на мышцы спины.

Топография силы человека:

наиболее развиты мышцы, противодействующие силе тяжести (разгибатели спины и ног, сгибатели рук).

У спортсменов топография зависит от спортивной специализации.

Для развития силовых качеств в спорте широко используют специальные упражнения.

Специальными называются упражнения, предназначенные для совершенствования техники и двигательных качеств, проявляемых при выполнении основного соревновательного движения.

Такие упражнения выполняют свое назначение, если они достаточно близки по структуре движения к соревновательному упражнению.

Они должны удовлетворять так называемому принципу динамического соответствия, т.е. соответствовать соревновательному по следующим критериям:

а. амплитуде и направлению движения;

б. акцентируемому участку рабочей амплитуды движения;

в. величине силы действия (или рабочей тяге);

г. быстроте развития максимальной силы действия;

д. Режиму работы мышц.

Пример: выполнение движения в усложненных условиях (бег по песку, метание утяжеленного снаряда и т.д.)

При выполнении некоторых специальных упражнений одновременно развивается и двигательное качество и совершенствуется техника. Данное методическое направление получило название метода сопряженного воздействия (В.М.Дьячков).

**II. Биомеханическая характеристика скоростных качеств.**

Скоростные качества характеризуются способностями человека совершать двигательные действия в минимальный для данных условий отрезок времени.

Основные факторы быстроты:

1. Скрытый латентный период двигательной реакции (реакция простая и сложная).
2. Скорость одиночного движения.
3. Частота движения.

В некоторых случаях показателем быстроты используют скорость торможения.

В движениях циклического характера:

V = f \* L

V – скорость передвижения.

F – частота.

L – длина шага

Динамикой скорости называется изменение скорости движущегося тела.

Скорость изменения силы называется градиент силы. Для численной характеристики используется один показатель из двух:

1. F max / t max – скоростно-силовой индекс;
2. время достижения силы, равной половине максимальной tо5 max (именно его часто называют градиентом силы, что не совсем точно).

При перемещении собственного тела (а не снаряда) используют коэффициент реактивности. Он равен:

F max / t max \* вес тела спортсмена

Время необходимое для достижения максимальной силы (t max) равно 300 – 400 мс.

**III. Биомеханическая характеристика выносливости.**

Способность выполнять работу длительное время на фоне утомления называется выносливостью.

1. ***Основы эргометрии***

Эргометрия – совокупность количественных измерений физической работоспособности.

Эргометрические показатели:

1. Интенсивность выполнения (обозначается одна из трех механических величин):

а. скорость спортсмена (м/сек);

б. мощность – ватты (например – педалирование на велоэргометре);

в. сила – ньютоны (удержание веса в статистическом положении).

1. Объем выполнения двигательного действия. Обозначается одна из трех механических величин:

а. пройденное расстояние – метры;

б. выполненная работа -джоули (педалирование на велотренажере);

в. импульс силы – ньютон \* секунд. (при удержании веса тела в статистическом положении).

1. Время выполнения - сек.

В циклических движениях.

Д = а + в \* t max - уравнение № 1

Д – дистанция

t – рекордное время

а и в – коэффициенты или с точки зрения биомеханики:

а - величина дистанции, пройденного за счет запасов энергии, не восстанавливаемых по ходу выполнения двигательного задания;

в – максимальная скорость передвижения, которая может быть достигнута за счет запасов энергии, не восстанавливаемых по ходу выполнения двигательных заданий.

Существуют два источника энергопродукции: аэробный и анаэробный.

Наибольшая величина энергии освобождаемой при мышечной работе, определяется величинами:

а. максимального кислородного долга;

б. кислородной емкости ( t m \* V потреб. кисл., где

t m – время работы

V потреб. кисл. – скорость потребления кислорода л/мин.

Е = а1 + в1 \* tm – уравнение № 2

Е – суммарная величина энергии

t m – предельная продолжительность работы

а1 - аиаэробная энергопродукция (калории или джоули),

в1  - скорость аэробной энергопродукции (кал/мин. или ватты)

Уравнение № 1 совпадает с уравнением № 2. Поэтому принято считать что коэффициент «а» в уравнении № 1 отражает дистанцию анаэробных резервов, а коэффициент «в» - скорость, при которой имеет место МПК (критическую скорость).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид спорта | а (м) | в (м/сек.) |
| Плавание | 40 | 1,60 |
| Бег | 240 | 5,92 |
| Конькобежный спорт | 109 | 11,2 |
| Велосипедный спорт | 206 | 13,5 |

Работа со скоростью ниже критической может продолжаться часами. Превышение скорости быстро приводит к снижению работоспособности.

Известно, что:

V = Д / t m

V – скорость,

Д – дистанция,

t m – время

Подставляем в эту формулу уравнение № 1:

V = Д / t m = а / tm + в – формула № 3

Из формулы видно, что увеличение время действия снижает скорость и наоборот.

***2. Утомление и его биомеханические проявления.***

Утомлением называется вызванное работой временное снижение работоспособности (сенсорное, эмоциональное, физическое).

Утомление при мышечной работе проходит 2 фазы:

1. фаза компенсированного утомления (скорость сохраняется);
2. фаза декомпенсированного утомления (скорость падает).

На фоне утомления изменяется техника движений (изменяется длина шага, частота и т.п.).

Пример:

Спортсмен А пробегает 800 м – 2,10, спортсмен Б – 2,12.

Очевидно, что А более вынослив, чем Б, но А пробегает 100 м за 11,0 сек, Б – за 14,0 сек.

С учетом скоростных способностей спортсмен Б более вынослив, чем А, т.е. существуют 2 вида показателей выносливости:

а. явное (абсолютное);

б. латентное (скрытое), т.е. с учетом развития других физических качеств.

Примеры:

1. коэффициент выносливости

КВ = t дист / t этал \* отрез.

t дист - время преодоления дистанции

t этал - время преодоления эталонного отрезка.

1. запас скорости

ЗС = tg / n – t эт

Разность между средним временем преодоления эталонного отрезка при прохождения дистанции и лучшим временем на этом отрезке.

n - число, показывающее, во сколько раз данный отрезок больше эталона.

Пример:

Дано:

Дистанция 400 м за 48,0 сек

Лучшее время на t этал  = 11,0

1. КВ = tg / t этал = 48/11 = 4.3636
2. n = 400м / 100м = 4
3. ЗС = tg / n - t этал = 48/4 – 11 = 1 сек

***3.Проблема экономизации спортивной техники.***

При выполнении одного и того же двигательного действия, одной и той же работы расход энергии у разных спортсменов будет разным. Чем выше уровень спортсмена, тем меньше энергозатраты.

Экономичность работы нередко оценивают с помощью коэффициентов. Наиболее часто применяют три коэффициента:

1. валовый коэффициент К1 = А / Е,

А – выполнение работы (в джоулях),

Е – затраченная энергия (в джоулях).

2. Нетто – коэффициент

К2 = А / Е – Е n,

Еn – энергия, затрачиваемая в состоянии покоя.

3. Дельта – коэффициент. Сравниваются величины выполненной работы и энергозатрат в двух двигательных заданиях разной интенсивности.

К3 = А 2 – А 1 / Е 2 – Е 1

А 2 и А 1  - величины работы (дж)

Е 2 и Е 1  - энергозатраты (дж)

В циклических локомациях для характеристики экономичности техники используют константу пути – величина энергозатрат, приходящегося на 1 метр пути.

С биомеханической точки зрения есть два различных пути повышения экономичности движений:

1. снижение величин энергозатрат в каждом цикле (например, в каждом шаге);
2. рекуперация энергии, т.е. преобразование кинетической энергии в потенциальную и ее обратный переход в кинетическую (например, шарик металлический катится по неровной поверхности в гору – потенциальная, катится с горы – переходит в кинетическую).

Первый путь реализуется несколькими основными способами:

а. устранением ненужных движений;

б. устранением ненужных сокращений мышц;

в. уменьшением внешнего сопротивления (за счет более совершенного инвентаря и т.п.);

г. выбором оптимального соотношения между силой действия и скоростью рабочих движений (длина и частота шагов).

**IV. Биомеханическая характеристика гибкости.**

Гибкостью называется способность выполнять движения с большой амплитудой.

Измерение углов движения в суставах называется гониометрией (от греческого «гони» - угол, «метр» - мера).

Выделяют активную и пассивную гибкость.

Пассивная гибкость определяется амплитудой, которую можно достичь за счет внешних сил. Показатели пассивной гибкости выше показателей активной гибкости. Разница между пассивной и активной гибкостью называется дефицитом активной гибкости. Гибкость зависит о температуры окружающей среды, разминки, времени суток.

В спорте гибкость надо развивать лишь до такой степени, которая обеспечивает беспрепятственное выполнение необходимых движений. При этом величина гибкости должна несколько превосходить ту максимальную амплитуду, с которой выполняется движение.

**Контрольные вопросы к теме № 5**

1. Что такое двигательные качества?
2. Какова классификация силовых качеств?
3. Как изменяется сила действия человека в зависимости от его положения?
4. Как правильно выбрать положение тела при тренировке силы?
5. От чего зависит показатель силы у спортсменов?
6. Какие биомеханические требования предъявляются к специальным силовым упражнениям?
7. Какие разновидности скоростных качеств выделяют в биомеханике?
8. Что такое динамика скоростей?
9. Какие фазы существуют в двигательных реакциях?
10. Что такое энергометрические показатели?
11. Какими величинами определяется наибольшая величина энергии, освобождаемой при мышечной работе?
12. Какие типы утомления существуют?
13. Какие фазы утомление проходит при выполнении мышечной работы?
14. Как проявляется утомление в биомеханических показателях?
15. Какие способы измерения выносливости существуют?
16. С помощью каких коэффициентов оценивают экономичность выполнения работ

**Литература**

Каймин М.А. Общая теория циклических локомоций (на примере ходьбы и легкоатлетических локомоций) [Электронный ресурс] : монография / М.А. Каймин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский городской педагогический университет, 2013. — 216 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/26537.html

Курысь В.Н. Биомеханика. Познание телесно-двигательного упражнения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Курысь. — Электрон. текстовые данные. — М. : Советский спорт, 2013. — 368 c. — 978-5-9718-0629-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/40770.html

**Тема 6: Система движений и организация управления ими**

**План:**

1. Состав системы движений.
2. Структура системы движений.
3. Самоуправляемые системы.
4. Управление движениями в переменных условиях.
5. Направление развития систем движений.

**Ключевые понятия:**

1. Элементарное действие.
2. Фаза как элемент системы движения.
3. Периоды.
4. Структура системы движений.
5. Двигательная структура.
6. Кинематические структуры.
7. Динамические структуры.
8. Информационная структура.
9. Самоуправляемая система.
10. Интеграция и дифференция.
11. Стабилизация и вариативность.
12. Стандартизация и индивидуализация.
13. Фиксация и прогрессирование.

Спортивная деятельность проявляется в действиях спортсмена в условиях тренировки и соревнований. Действия спортсмена, его спортивная техника – выполняется посредством множества движений, конечной целью которых является спортивный результат.

При изучении спортивной техники исследуют вещественные системы (опорно-двигательного аппарата) и системы процессов выполнения действия (с учетом энергетического обеспечения движений и управления этими процессами).

1. ***Состав системы движений***

Состав движений – это ее элементы, те движения, из которых она состоит.

Элементарное действие – это наименьший элемент системы движений (пространственный), имеющий относительно самостоятельное значение, известный смысл и определяющий определенное задание.

Из элементарных действий состоят более крупные подсистемы. (пример: в лыжном ходе отталкивание включает в себя элементарные действия: отталкивание ногой, махи рукой и ногой и т.п.).

Фаза – это наименьший элемент системы движений, включающий все движения от начала до конца и осуществляющий определенное задание.

Фазы характеризуются длительностью последовательности, характеристиками движений. Позы тела на границе двух фаз в момент их смены называют пограничными, которые являются конечными для передвижения фазы и исходными – для последующей.

Фазы имеющие общие особенности составляют периоды (например, периоды опоры и периоды полета в беге), из которых состоят циклы движений или однократные акты.

Для выделения подсистем с целью построения модели действия используют следующие правила (По Х.Гроссу):

1. устанавливают строго определенные границы каждой подсистемы;
2. выявляют конкретное задание данной подсистемы (подцель – как часть общей цели упражнения);
3. рассматривают взаимодействие всех движений в подсистеме.

Для совершенства системы движений существенно не только из каких движений она состоит (состав системы), но и как организованна в них целостная система, как все элементы объединены (какова структура системы).

1. ***Структура системы движений***

– это наиболее сложившиеся и определяющие закономерности ее элементов (подсистем).

Между множеством элементов, объединенных в систему движений имеются очень сложные закономерности взаимосвязи как положительные, так и отрицательные. Наиболее частые помехи возникающие внутри системы:

1. рассогласование тяги мышц (т.к. в двигательном акте принимают участки сони мышц в действиях которых неизбежны отклонения);
2. инерционные, реактивные, упругие и прочие внутренние силы, возникающие при движениях.

Закономерности взаимодействия (положительных и отрицательных) представляют собой сложную структуру всей системы движений, включающую структуру ее подсистем. Структура системы движений – это не сами движения, а способ их организации в систему. Так как движения выполняются в определенных условиях внешнего окружения, то система движений характеризуется так же и внешними взаимодействиями. Двигательная структура – это закономерности взаимосвязи движений в пространстве и во времени (кинетическая структура), а также силовых и энергетических взаимодействий (динамическая структура) в системе движений.

Энергетические структуры – закономерности превращения, преобразования, передачи, подвода и рассеяния энергии, в следствие работы сил.

Информационные структуры – это закономерности взаимосвязей между элементами информации (сообщениями об условиях и ходе действия, и командами), без которых невозможно управление движениями.

Подразделяются на:

1. Сенсорные структуры осведомительной информации, воспринимаемой спортсменами. Множество сигналов объединяются, образуя так называемое «чувство» равновесия, дистанции и т.д.
2. Психологические структуры двигательных навыков. Это то, что человек знает о движениях, об общих требованиях к ним, о деталях, о технике других спортсменов. Это позволяет создать спортсмену образец предстоящего действия.
3. Эффекторные структуры командной информации – совокупность команд к мышцам для управления выполнением движения и их энергетическим обеспечением. Различают произвольные и автоматические команды.

Ритмические структуры – это закономерности взаимосвязей движений во времени, соотношение длительности частей всего двигательного акта или действия.

Фазовая структура – это основные закономерности взаимодействия, взаимосвязи фаз по их различным кинематическим и динамическим характеристикам.

Координационная структура – совокупность всех основных (определяющих) внутренних взаимосвязей в системе движений, а так же взаимодействий человека с его внешним окружением во время выполнения упражнения.

*3****. Самоуправляемые системы.***

Примером самоуправляемой системы является спортсмены – они сами выполняют и сами управляют своими движениями.

Самоуправления систем включают в себя две полусистемы - управляющую и исполнительную, которые соединены каналами прямой и обратной связи между собой и с внешним окружением.

Мозг команда движения по двигательным нервам органы движения воздействуют на внешнее окружение сигналы от внешнего окружения о его состоянии и изменениях по каналам обратной связи (чувствительным нервам) доходят до мозга.

двигательные нервы

Мозг органы движения

чувство тревоги

внешнее окружение

***4. Направление развития систем движений.***

Спортивно-техническое мастерство зависит от совершенства систем движений, которые в процессе тренировки постоянно перестраиваются благодаря упражнению.

На ход перестройки в основном влияют внутренние факторы взаимодействия между подсистемами и их элементами. Существуют направления развития систем движения:

1. Интеграция – объединение множества движений в единое целое.
2. Дифференциация – различие в целой системе движений множества неоднородных составных частей (деталей).
3. Стабилизация системы движений – повышение ее устойчивости, достижение высокого результата путем уменьшения влияния сбивающих воздействий (помех).
4. Вариативность – неизбежные отклонения элементов и структур (приспособительные и коррекционные), которые преследуют цели сохранить отклонения в допустимых пределах.
5. Стандартизация движений, направления на обеспечение единых требований к современной наиболее рациональной технике.
6. Индивидуализация техники – использование в ней положительных особенностей спортсмена и снижение влияния отрицательных.
7. Произвольность управления движениями – это способность человека по своей воле вызвать, прекращать, усиливать и ослаблять движения.
8. Автоматизация управления движениями приводит к более прочному совершенному исполнению движения.
9. Фиксация – закрепление освоенного (чрезмерная фиксация затрудняет совершенствование).
10. Прогрессирование – необходимое условие роста технического мастерства.

**Контрольные вопросы к теме № 6**

1. Что такое элементарное действие?
2. Что такое временные элементы, входящие в состав движений?
3. Какие виды структур движений существуют в биомеханике?
4. Самоуправляемые системы?
5. Каким образом осуществляется передача информации в системе движений?
6. При помощи чего осуществляется контроль за выполнением программы двигательного действия?
7. Что включает оптимизация управления в спортивной технике?
8. Как осуществляется формирование и совершенствование систем движений?
9. Какие направления развития систем движения существуют в биомеханик

**Литература.**

Аварханов М.А. Биометрия в сфере физической культуры и спорта [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / М.А. Аварханов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2015. — 120 c. — 978-5-4263-0207-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69997.html

Донской Д.Д. Законы движений в спорте [Электронный ресурс] : очерки по теории структурности движений / Д.Д. Донской. — Электрон. текстовые данные. — М. : Советский спорт, 2015. — 178 c. — 978-5-9718-0750-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40926.html>

**Тема 7: Спортивно-техническое мастерство**

**План:**

1. Показатели технического мастерства.
2. Эффективность владения спортивной техникой.
3. Освоенность техники.

**Ключевые понятия:**

1. Объем технической подготовленности.
2. Общий объем технической подготовленности.
3. Соревновательный объем технического мастерства.
4. Разносторонность технической подготовленности.
5. Рациональность техники.
6. Эффективность владения спортивной техникой.
7. Стабильность техники.
8. Устойчивость техники.
9. Автоматизированность.

***1. Показатели технического мастерства***

Техническая подготовленность (техническое мастерство) спортсменов характеризуется тем - что умеет делать спортсмен и как он владеет освоенными действиями.

I группа (как?):

объем, разносторонность, рациональность технических действий.

II группа (что?):

эффективность, освоенность выполнения.

Объем технической подготовленности определяется числом технических действий, которые умеет делать спортсмен.

Различают:

1. общий объем (суммарное число действий, которые освоил спортсмен);
2. соревновательный объем (число действий, выполняемых в условиях соревнований).

Пример: приемов в борьбе 1000, большинство в совершенстве владеет немногими из них, а иногда 1 – 2.

Разносторонность характеризуется степенью разнообразия двигательных действий, которыми владеет спортсмен.

Рациональность технических действий определяется возможностью достичь на их основе высших спортивных результатов.

Рациональность техники – это характеристика не спортсмена, а самого способа выполнения упражнения, используемой разновидности техники (пример: способ прыжков, плавания и т.п.).

Но может случиться, что, имея одинаковые физические возможности из двух спортсменов победит тот, кто хорошо владеет нерациональной техникой, чем тот, кто плохо – рациональной.

***2.Эффективность владения спортивной техникой****.*

Эффективностью владения спортивной техникой спортсменом называется степень близости к ее наиболее рациональному варианту. Эффективность – это характеристика не того или иного варианта техники, а качество владения техникой.

Различают три группы показателей эффективности техники:

1. Абсолютная эффективность, показатели которой характеризуют близость к образцу, определенному на основе биомеханических, физиологических, психологических, эстетических соображений.

Мерой эффективности может быть:

а. показанный результат. Но он может зависеть не только от техники, но и от физических качеств;

б. сопоставление характеристики выполненного движения с некоторым идеалом.

В основе рациональной техники лежат критерии:

а. биомеханические;

б. физиологические;

в. психологические (например, неожиданные технические приемы);

г. эстетические - это виды спорта, где красота - основа мастерства (гимнастика, фигурное катание и т.д.).

1. Сравнительная эффективность, где за образец берется техника спортсменов высокой квалификации, т.е. изменяется с ростом спортивного мастерства.
2. Реализованная эффективность (эффективность реализации). Заключается в сопоставлении показанного результата:

а. с тем, которое он может потенциально показать (вариант «А»);

б. с затратами энергии и сил при выполнении оцениваемого спортивного результата (вариант «Б»).

**Контрольные вопросы к теме № 7**

1. Что входит в показатели технического мастерства?
2. Какие объемы технической подготовленности различают?
3. Как определяется рациональность технических действий?
4. Что такое эффективность владения спортивной техникой?
5. Какие виды эффективности технического действия различают?
6. Какие способы определения эффективности техники применяют в биомеханике?
7. Какие показатели типичны для хорошо освоенных движений?
8. Чем характеризуется устойчивость техники?
9. Факторы, под действием которых изменяется устойчивость техники?

**Литература.**

Аварханов М.А. Биометрия в сфере физической культуры и спорта [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / М.А. Аварханов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский педагогический государственный университет, 2015. — 120 c. — 978-5-4263-0207-5. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69997.html

Донской Д.Д. Законы движений в спорте [Электронный ресурс] : очерки по теории структурности движений / Д.Д. Донской. — Электрон. текстовые данные. — М. : Советский спорт, 2015. — 178 c. — 978-5-9718-0750-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40926.html>