

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«САРАТОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени
Н.Г. Чернышевского»
Педагогический институт

БИОМЕХАНИКА

*Учебно-методическое пособие для студентов
факультета физической культуры,*

Саратов 2011

Авторы - составители

Спиридонова Е.А., Беспалова Т.А., Павленкович С.С., Царева Н.М.,

Учебно-методическое пособие «Биомеханика» составлено в соответствии с учебной программой. В пособии представлены содержание изучаемого курса, основополагающие теоретические вопросы, задания для самостоятельной работы студентов. Представленный материал изложен доступно и компактно.

Учебно-методическое пособие рекомендовано для студентов дневного и заочного отделений факультета физической культуры обучающихся по специальности «Физическая культура» с дополнительной специальностью «Безопасность жизнедеятельности».

Рекомендует к опубликованию в электронной библиотеке

Кафедра валеологии и основ медицинских знаний Педагогического
института Саратовского Государственного университета
им. Н.Г. Чернышевского

Работа представлена в авторской редакции.

ББК 28.071я73

Е.А. Спиридонова, Т.А. Беспалова,
С.С. Павленкович, Н.М. Царева.

1. Пояснительная записка

Любая отрасль человеческих знаний, в том числе и биомеханика, оперирует некоторым набором исходных определений, понятий и гипотез. С одной стороны, используются фундаментальные определения из математики, физики, общей механики. С другой – биомеханика базируется на данных экспериментальных исследований, важнейшими из которых являются оценка различных видов двигательной деятельности человека, управления ими; определение свойств биомеханических систем при различных способах деформирования; результаты, полученные при решении медико-биологических задач.

Осознание чрезвычайной сложности и вместе с тем познаваемости двигательной деятельности, овладение основами системного подхода к анализу сложных явлений, освоение приёмов количественного описания биохимических систем – всё это не только формирует кругозор, но и формирует специфический стиль мышления, необходимый для целенаправленного и эффективного преобразования окружающей действительности.

Совершенствование применения биомеханических знаний в методике преподавания физической культуры осуществляется как в процессе педагогической практики, так и при самостоятельной педагогической деятельности после завершения обучения.

Целью дисциплины «Биомеханика» является ознакомление студентов факультета физической культуры с биомеханическими основами техники двигательных действий и тактики двигательной активности.

Данная дисциплина даёт представление о способах моделирования и оптимизации движений, начальные навыки практического использования биомеханических методов в учебно-тренировочном процессе.

Задачи дисциплины:

- 1) Дать представление о биомеханике как учебной и научной дисциплины. Раскрыть основные направления развития биомеханики и показать её историческое развитие как науки;
- 2) Раскрыть кинематику и динамику движений человека. Дать понятие механической работы при движениях человека;
- 3) Раскрыть биомеханические основы двигательного аппарата человека;
- 4) Познакомить с методами биомеханических исследований и контроля в физическом воспитании и спорте;
- 5) Дать теоретическое обоснование биомеханике физических качеств человека, основ технико – тактического мастерства;
- 6) Раскрыть особенности возрастно-половые особенности моторики человека;
- 7) Дать представление о способах моделирования и оптимизации движений. Научить оценивать эффективность приложения сил для более совершенного достижения поставленной цели.

2. Содержание учебной дисциплины

Тема: 1. Биомеханика как учебная и научная дисциплина. Направления развития биомеханики как науки. История развития биомеханики.

Предмет, задачи, содержание и метод биомеханики.

Понятие о формах движения и особенности механического движения человека. Развитие теории биомеханики. Связь курса с другими науками. Методики исследования в биомеханике. Метод биомеханики спорта.

Тема: 2. Механическая работа и энергия при движениях человека. Биомеханика физических качеств человека. Биомеханические основы двигательного аппарата человека.

Биомеханические системы, обеспечивающие движение человека.

Биомеханические свойства костной системы. Биозвенья. Связи биозвеньев: биокинематические пары и цепи. Степени свободы биокинематических пар и цепей. Рычаги в биомеханических цепях. Условия равновесия и ускорения костных рычагов.

Биомеханические особенности мышечной системы. Мышцы – главный источник обеспечения механического движения человека. Механические свойства мышц. Механика мышечного сокращения. Динамический и статический режимы работы мышц и их виды. Мышечные синергии.

Тема: 3. Кинематика и динамика движений человека.

Биомеханические характеристики движений человека.

Кинематические характеристики движений. Общий обзор кинематических характеристик и их классификация. Пространственные характеристики движений: координаты, перемещения, траектории. Временные характеристики движений: момент времени, длительность движения, темп, ритм.

Пространственно-временные характеристики движений: скорость и ускорение.

Динамические характеристики движений. Общий обзор динамических характеристик и их классификация. Инерционные характеристики движений: инертность, масса, момент инерции. Силовые характеристики движений: сила, момент силы, импульс, импульс момента силы. Энергетические характеристики движений: работа силы, мощность силы, кинетическая энергия, потенциальная энергия.

Тема: 4. Биомеханические основы технико - тактического мастерства.

Двигательные действия как системы движений.

Состав системы движения. Пространственные элементы: позы, положения, простые суставные движения; группы одновременных, ряды поочередных и последовательных движений. Временные элементы: фазы, периоды, циклы.

Структура системы движений.

Структура как проявление взаимодействия: системообразующие связи и помехи. Двигательная структура: динамическая и энергетическая структуры. Информационная структура движений: сенсорные, психологические, эффекторные структуры. Обобщённые структуры движений: ритмическая, фазовая, координационная структуры.

Тема: 5. Биомеханические аспекты программированного обучения двигательным действиям.

Управление двигательными действиями как системами движений.

Человек как самоуправляемая система. Построение самоуправления движениями. Информация и её передача: приём, преобразование, хранение, выдача информации.

Управление движениями в переменных условиях. Функциональная структура двигательного действия. Оптимизация управления. Формирование и совершенствование систем движений.

Тема: 6. Половозрастные особенности моторики человека. Биомеханические основы физических упражнений, входящих в программу физического воспитания школьников.

Общие основы локомоторных движений.

Двигательная задача локомоторных движений. Общие основы наземных локаций. Механизм отталкивания от опоры: взаимодействие опорных и подвижных звеньев с опорой. Работа ускоряющих сил и изменение кинетической энергии при отталкивании. Направления отталкивания от опоры: ось толчковой ноги, направление на общий центр тяжести, общая реакция опоры, реакция силы отталкивания.

Практические занятия

Практическое занятие 1. Плоскости симметрии тела и оси вращения.

Определение плоскостей симметрии тела – сагиттальной, горизонтальной и фронтальной. Условность горизонтальной и фронтальной симметрии. Определение осей вращения тела – вертикальной, сагиттальной и поперечной. Возможности движений вокруг осей вращения.

Практическое занятие 2. Определение объёма движения в суставах.

Активные и пассивные ограничения движений в суставах. Измерение объёма движений в плечевом, локтевом, лучезапястном, коленном, голеностопном суставах.

Практическое занятие 3. Биозвенья тела как рычаги.

Костные рычаги первого и второго рода. Условия равновесия костных рычагов. Ускорение костных рычагов. Вычисление вращающей и укрепляющей составляющих силы и укрепляющей составляющих силы приложенной к рычагу под углом (острым и тупым). Решение расчётных задач по теме «Условия равновесия костных рычагов».

Практическое занятие 4. Методики развития (тренировки) мышечной силы. Развитие быстроты, ловкости, выносливости и гибкости.

Удельная сила различных мышц. Миометрический и изометрический методы развития силы мышц. Нетрадиционные методы развития мышечной силы. Влияние различных факторов на проявление силы мышц. Взаимосвязь силы мышц и её массы. Значение положения тела при выполнении силовых упражнений. Коэффициент полезного действия мышцы.

Развитие быстроты, ловкости, выносливости и гибкости.

Методики определения активной и пассивной гибкости в плечевом суставе. Возрастные особенности быстроты реакции, ловкости, выносливости и гибкости.

Практическое занятие 5. Биомеханические основы осанки и её нарушений.

Искривление позвоночника в передне-заднем и боковом направлениях. Принцип коррекции позвоночника и её биомеханические особенности. Сколиоз с позиции биомеханики. Формы сколиоза: врождённый, диспластический, неврогенный, статический и идиопатический.

Практическое занятие 6. Определение массы звеньев тела человека. Антропометрические признаки сегментов тела.

Определение массы отдельных звеньев тела с помощью их относительной массы и с помощью уравнения множественной регрессии с учётом общей массы и длины тела.

Антропометрические признаки сегментов тела.

Определение центра тяжести звеньев тела графическим способом. Определение центра тяжести головы, отделов туловища, плеча, предплечья, кисти, бедра, голени и стопы.

Практическое занятие 7. Определение общих центров тяжести между сегментами тела графическим способом.

Определение общего центра тяжести всего тела графическим способом. Половые и возрастные особенности расположения общего центра тяжести. Понятия: центр массы тела и системы взаимосвязанных тел; центр объёма; центр поверхности.

Практическое занятие 8. Силы движения человека.

Внешние и внутренние силы, действующие относительно тела человека; вес тела, силы инерции внешних тел, сила действия среды, реакция опоры, сила трения, сила упругой деформации; силы мышечной тяги, силы массивного противодействия, упругие силы.

Практическое занятие 9. Контрольное тестирование по теме: «Кинематические и динамические характеристики движений человека».

Практическое занятие 10. Двигательные действия как системы движений. Управление двигательными действиями как системами движений.

Схема биомеханического анализа двигательного действия: программа положения тела, программа движения, программа изменения позы человека, анализ работы мышц. Анализ физического упражнения, как системы движений. Состав и структура двигательных действий.

Управление двигательными действиями как системами движений.

Компоненты управления двигательными действиями: двигательная задача и программа движения. Построение схемы движения информации в самоуправляемой системе.

Практическое занятие 11. Общие основы локомоторных движений.

Элементы шагательных движений. Сопутствующие движения туловища и рук. Скорость, длина, частота и ритм шагов. Ходьба как автоматизированный двигательный акт. Характеристика периода опоры: фаза амортизации и фаза отталкивания. Характеристика периода переноса: фаза разгона и фаза торможения.

3. Теоретические основы изучения учебной дисциплины

Введение в биомеханику.

Биомеханика – наука о законах механического движения в живых системах.

К живым системам (биосистемам) относятся: а) целостные организмы (человек), б) их органы, ткани, жидкости и газы в них находящиеся (внутри организменные системы); в) объединение организмов.

Биомеханика спорта изучает движение человека в процессе физических упражнений. Она рассматривает двигательные действия спортсменов как системы взаимосвязанных активных движений.

Биомеханика исследует механические и биологические причины движений и их особенности в различных условиях.

К общей задаче биомеханики спорта относят – оценку эффективности приложения сил для совершенного достижения поставленной цели. По словам Ухтомского, биомеханика исследует «каким образом полученная механическая энергия движения и напряжения может приобрести рабочее применение».

Частые задачи биомеханики спорта состоят в изучении следующих основных вопросов: а) строение, свойства и двигательные функции тела спортсмена; б) рациональная спортивная техника; в) техническое совершенствование спортсмена.

К задаче (а) относится изучение строения опорно - двигательного аппарата, его механических свойств и функций с учетом возраста, пола,

степени тренированности, т.е. изучение самих спортсменов, их особенностей и возможностей.

Движение – это форма существования материи, и так же как разнообразен мир, так же разнообразны формы движения.

Развитие материи происходит с повышением уровня организации: от неживой материи к живой, от живой к мыслящей. Для каждого уровня характерны все более сложные свойства, закономерности существования и формы движения.

Различают простые формы движения материи – механическую, физическую и химическую (свойственные как неживой, так и живой) и сложные, высшие формы – биологическую (все живое) и социальную (общественные отношения, мышление), каждая сложная форма всегда включает в себя более простые. Двигательные действия человека в спорте это механические движение, но при определенном участие более высоких форм. Поэтому биомеханика качественно отличается от механики неживых тел.

Механическое движение в живых системах проявляется как: а) передвижение всей биосистемы относительно ее окружения (среды, опоры), б) деформация самой биосистемы – передвижение одних ее частей относительно других.

Основные законы механики Ньютона описывают движение абстрактных абсолютно твердых тел, но таких тел в природе не существует, однако деформация в них ничтожно мала, и ее можно не учитывать. В живых системах относительное расположение ее частей значительно изменяется. Кроме того, сами части живых систем существенно деформируются. Поэтому, изучая движение биосистемы, имеют в виду, что работа сил тратится и на передвижение тела в целом, и на деформации. При этом всегда имеются потери энергии, ее рассеивание.

Механическое движение человека происходит по воздействию внешних механических сил и сил тяги мышц. Мышцы управляются ЦНС и следовательно, обусловлены физиологическими процессами. Применяя общие законы механики к биосистемам необходимо учитывать не только механические особенности, и биологические.

Двигательная деятельность человека состоит из многих взаимосвязанных движений, управляемых сознанием. Особенность двигательной деятельности человека в ее целенаправленности, осмысленности, важности контроля, совершенствования. При помощи двигательной деятельности человек преобразует себя и окружающий мир (действие, речь, письмо).

Двигательные действия осуществляются при помощи произвольных активных движений, вызванных и управляемых работой мышц. Человек произвольно начинает движение, изменяет их и прекращает, когда цель достигнута.

Движения отдельных частей тела объединены в управляемые системы движений.

История становления биомеханики как науки.

На возникновение биомеханики решающее влияние оказало развитие механики, математики, биологических наук (особенно анатомии и физиологии). Еще Леонардо да Винчи утверждал, что «все живые тела двигаются по законам механики».

Д. Борелли (ученик Галилея), врач, математик, физик в своей книге «О движении животных» (1686) положил начало биомеханике, как отрасли науки. Постепенно возникли три основных направления в развитии биомеханики: механическое, функционально – аналитическое и физиологическое, существующие и поныне.

Механическое направление (Борелли, Брауне, Фишер) позволяет определить количественную меру двигательных процессов, с точки зрения физики раскрывает строение и свойства опорно-двигательного аппарата и движений человека.

Функционально – аналитическое – (Лесгафт, Сеченов, Иваницкий) характеризуется описательным анализом движений в суставах, определением участия мышц в сохранении положений тела и в его движениях.

Физиологическое (Павлов, Ухтомский) раскрывает рефлекторную природу двигательных действий, роль механизмов нервной регуляции при взаимодействии организма и среды.

В основе современного понимания двигательных действий заложен системно – структурный подход, который позволяет рассматривать тело человека как движущуюся систему, а сами процессы движения – как развивающиеся системы движений.

Системно – структурный подход объединяет в себе три вышеуказанных направления и в них заложены следующие принципы:

- принцип структурности – все движения в системе взаимосвязаны;
- принцип целостности - все движения в двигательном действии образуют единое целое и направлены на достижение цели;
- принцип сознательной – целенаправленности – человек сознательно ставит цель, применяет целесообразные движения и управляет ими для достижения цели.

Биомеханика как раздел биофизики возникла на стыке физико-математической и биологической областей знаний. Она тесно связана с рядом прикладных наук: бионикой, инженерной психологии («человек машина»), с разработкой роботов, манипуляторов.

Медицинская биомеханика используется в протезировании, травматологии, ортопедии, лечебной физкультуре, космической медицине. Биомеханика спорта используется в совершенствовании теории и методики физического воспитания, врачебного контроля и др.

Метод биомеханики спорта включает системный анализ, системный анализ и моделирование. Системный анализ выявляет элементы системы движений, регистрирует количественные характеристики. Системный анализ

выявляет как элементы системы влияют друг на друга, определяют причины целостности системы.

Различают две группы методов: общепринятые и специфические. К общепринятым относят: метод антропометрии, измерение скорости движения, хронометраж и т.д.

К специфическим относят: оптические и механоэлектрические.

Биомеханические свойства мышц.

Основная функция мышц состоит в преобразовании химической энергии в механическую. Главным биомеханическим показателем действия мышц является сокращение. Характерными свойствами мышц являются: а) сила, регистрируемая на ее конце (сила тяги); б) скорость изменения длины. При возбуждении механические свойства мышцы изменяются - она сокращается, что проявляется в изменении натяжения или длины, а так же других свойств (упругости, твердости).

Покоящаяся мышца обладает упругостью: если к ее концу приложена внешняя сила, мышца растягивается, а после снятия нагрузки восстанавливается. Сначала мышца растягивается легко, а затем даже для небольшого ее удлинения нужна большая сила. Если мышцу растягивать повторно, через небольшие интервалы, то ее длина увеличивается больше, чем при однократном воздействии. Это используется в упражнениях на гибкость (пружинистые движения, повторные махи).

Длина, которую стремится принять мышца, будучи свободной от нагрузки, называется равновесной. При такой длине упругие силы равны 0. В живом организме длина мышцы всегда несколько больше равновесной и даже расслабленные мышцы сохраняют некоторое напряжение.

Чем больше в мышце соединительных образований, тем раньше возникают упругие силы при растягивании. Для мышц характерна релаксация - снижение силы упругой деформации с течением времени.

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

Сила тяги мышцы зависит от совокупности механических, анатомических и физических условий.

Основным механическим условием является нагрузка. Нагрузка растягивает мышцы при ее уступающей работе. Против нагрузки мышца выполняет преодолевающую работу, с нарастанием нагрузки сила тяги увеличивается, но не беспредельно.

К другим механическим условиям относятся: а) закрепления звеньев; б) соотношение сил, вызывающее движение; в) начальные условия движения.

К анатомическим условиям относятся строение мышцы и ее расположение в данный момент движения. Физиологический поперечник мышцы определяет суммарную тягу всех волокон. От расположения волокон зависит величина упругих сил.

Расположение мышцы в каждый момент движения определяет угол ее тяги относительно костного рычага и величину растягивания.

Физиологические условия это возбуждение и утомление мышцы. Эти два фактора повышают или снижают силу тяги.

Режимы работы мышц.

Различают два режима деятельности мышц: статический режим (статическая работа) и динамический режим (динамическая работа).

Статический режим наблюдается при сохранении положений звеньев тела. При этом отсутствуют заметные движения в суставах, нет внешнего механического эффекта. Мышцы при статическом режиме деятельности производят определённую работу, но их длина при этом не изменяется, такой режим работы мышц называется изометрическим.

Все виды статической работы мышц предоставляют собой один механический процесс – уравнивания сил рычага или системы рычагов. Однако с точки зрения биомеханики различают три качественных различия статической деятельности мышц:

1. Удерживающая работа мышц, она совершается против момента сил тяжести, т.е. момента сил тяги мышц уравниваются моменты сил тяжести звеньев человеческого тела.
2. Укрепляющая работа мышц – совершается против сил тяжести, действующих на разрыв сочленений костей; силы мышечной тяги укрепляют суставы принимая на себя почти всю нагрузку.
3. Фиксирующая работа мышц – совершается против сил тяги мышц антагонистов и других сил; при этом силы мышечной тяги лишают звено возможности движения, действуя друг против друга.

Динамический режим мышечной деятельности вызывает движения звена (или звеньев) тела, при этом расстояние между точками прикрепления мышц изменяется. Различают два вида динамической работы мышц: преодолевающая работа и уступающая.

1. Преодолевающая работа мышц – сопровождается её ускорением: мышца совершает положительную работу, её тяга направлена на увеличение скорости звена.

В некоторых движениях, преимущественно замедленных, преодолевающая работа мышц сохраняется до конца движения в данном направлении (например, при подтягивании в висе) и это называется непрерывной тягой.

При быстрых движениях – скоростных, скоростно-силовых, преодолевающая работа наблюдается только в начальной точке движения, когда звену сообщается положительное ускорение – совершается разгон звена. В дальнейшем мышцы выключаются из работы и движение продолжается по инерции. Такая преодолевающая работа называется начальной тягой в движении или баллистической работой мышц.

2. Уступающая работа мышцы – сопровождается её растяжением при этом мышцей производится отрицательная работа, т.к. её тяга направлена на уменьшении скорости.

Уступающая работа производится только мышцами – антагонистами и она иногда может быть вредной – если преждевременно тормозит движение звена и мешает преодолевающей работе других мышц. Однако чаще работа мышц – антагонистов почти во всех движениях играет очень важную управляющую роль:

- а) Мышцы – антагонисты данного движения, притормаживают звено, регулируют скорость движения звена;
- б) Мышцы – антагонисты останавливают звено в заданном положении;
- в) Направление тяги антагонистических групп мышц регулирует направление движений, т.е. управляет движением звена в двух или трёх костных суставах.

Сравнение преодолевающей и уступающей работы динамического режима мышечной деятельности показывает следующее:

а) Преодолевающая работа наблюдается не во всех движениях человека и не в каждый момент тех движений, которые осуществляются по инерции и под действием внешних сил и внутренних пассивных сил.

б) Уступающая работа имеется во всех движениях, иногда на протяжении всего движения и всегда к моменту окончания движения.

Мышечные тяги в биомеханических цепях складываются в мышечные синергии – согласованные тяги группы мышц переменного действия, управляющие группой звеньев.

С одной стороны, по ходу движения мышцы изменяют своё действие, т.е. действуют перемененно. С другой стороны, действие мышц настолько стабильно, что они представляют собой постоянные, устойчивые объединения (по словам Ухтомского “двигательные ансамбли”).

Этим обеспечивается управление каждым звеном и всем её биомеханизмам в целом. Из бесчисленного количества возможных движений выделились, усовершенствовались и стали применяться лишь наиболее целесообразные.

Определяющую роль в этом играют мышечные синергии, находящиеся под контролем нервной системы. Их активность строго согласуется с множеством сил и направленно на наиболее рациональное использование для решения задачи двигательного действия.

Двигательное действие как система движений.

Чтобы анализировать физические упражнения необходимо понимать его особенности т.е. его состав и структуру, а так же закономерности, определяющие их целесообразность.

Состав системы движений это элементы системы, т.е те движения из которых она состоит. Существуют виды спортивной техники со строго постоянным составом. В видах спорта, где имеется противоборство спортсменов, состав технических действий изменчив и включает обычно наиболее совершенные элементарные действия в возможно лучшем сочетании.

Поскольку двигательные действия совершаются посредством движений частей тела или всего тела в пространстве и во времени, в системе движений выделяют ее элементы:

- а) пространственные;
- б) временные

Пространственные элементы и их системы.

Пространственные элементы выделяют в системе движений по изменению взаимных положений звеньев тела.

К пространственным элементам относят – элементарное действие – это наименьший элемент системы движений, имеющий самостоятельное значение смысл и осуществляющий определенное задание.

Элементарные действия объединяют в себе простые суставные движения (группу одновременных или ряд последовательных). Разные элементарные действия могут совпадать во времени и представлять собой подсистемы. Из элементарных действий состоят более крупные подсистемы: подготовительные и составные действия. Так, одно из основных действий в лыжном ходе – отталкивание лыжей включает элементарные действия: отталкивание ногой, махи рукой и ногой, бросок тела вперед и вверх.

Временные элементы.

Временные элементы выделяют между определенными моментами времени (фазами).

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

Определяют, когда началась фаза, как долго длилась, когда закончилась. Фазы следуют во времени одна за другой. Позы тела на границе двух фаз в момент их смены называют граничными. Граничная поза служит конечным положением для предыдущей фазы и исходным для последующей. Поэтому граничные позы служат хорошим ориентиром для контроля за правильностью движения.

Фазы, имеющие общие особенности, составляют периоды (например: периоды опоры и полета в беге). Из повторяющихся периодов состоят циклы (например: в ходьбе, беге, плавании), из однократных – акты (метания, прыжки).

Элементарные действия и фазы – это одни и те же движения выделенные в системе по разным признакам для изучения разных сторон системы.

Структура системы движений.

Структура системы движений подразумевает организацию целостности системы, способ объединения ее элементов (подсистем).

Связи между подсистемами называются системообразующие, но вместе с тем в системе неизбежны внутренние взаимные помехи:

а) рассогласование тяги мышц (невозможно идеально точно согласовать время начала и окончания мышечных усилий, их величину, быстроты и т.д.);

б) в сложных биокинематических целях возникает множество внутренних сил: инерционных, упругих, реактивных. Они передаются по цепям, отражаются, сталкиваются и т.д.

В числе движений различают двигательные и информационные структуры.

Двигательная структура - это закономерности взаимосвязи движений в пространстве и во времени, а так же силовых и энергетических взаимодействий.

Информационная структура - это закономерности взаимодействия между элементами информации (сообщениях об условиях и ходе действия), без которых не возможно управление движениями. В качестве источников информации служат многочисленные сигналы от факторов внешнего окружения и внутреннего состояния организма.

К информационным структурам относят сенсорные, психологические и эффекторные структуры.

Под сенсорной структурой понимают информацию воспринимают органами чувств спортсмена, которая объединяется в так называемые «чувства» (например: чувство равновесия, чувство дистанции, чувство осанки).

Под психологической структурой понимают информацию сохраняющуюся в памяти спортсмена: это то, что он знает о движениях, об общих требованиях к ним, о деталях, о своих движениях и технике др. спортсменов.

Кроме того, различают обобщение структуры, которые представляют собой сочетание разных видов структур.

Из обобщенных наиболее часто изучают ритмические, фазы и координационные.

Ритмические структуры являются особо отчетливыми показателями совершенства упражнений.

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

Координационная структура – совокупность всех основных внутренних взаимосвязей, а так же взаимодействия человека с его внешним окружением во время выполнения упражнения.

Фазы шагательных движений.

ШАГАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ

Характеризуются попеременной активностью ног, чередованием отталкивания и переноса каждой ноги. Эти движения отличаются строгой сбалансированностью и соответствием строению тела. Они формировались в процессе эволюции человека вместе с формированием его двигательного аппарата, поэтому совершенствование, шагательных движений легкоатлетических упражнений, должно идти по пути использования и расширения двигательных возможностей, заложенных в форме и функции тела человека.

ЭЛЕМЕНТЫ ШАГАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

В шагательных движениях каждая нога поочередно бывает опорной и переносной. В опорном периоде имеются фазы амортизации и отталкивания, в переносном – разгона и торможения.

ФАЗЫ ШАГАТЕЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ

Основа шагательных движений – фаза отталкивания, которая следует непосредственно после подготовительной фазы – амортизации.

Вместе они составляют период опоры, когда нога имеет контакт с опорой и находится под действием веса и силы инерции тела.

ФАЗА АММОТИЗАЦИИ

Начинается с постановки ноги на опору. Амортизация заключается в торможении движения тела по направлению к опоре. Происходит уступающее движение, мышцы растягиваются, совершая отрицательную работу и уменьшают скорость движения тела. К концу амортизации вертикальная составляющая скорости тела падает до нуля, опускание вниз прекращается. Горизонтальная составляющая скорости за это время уменьшается, но не до нуля, тело не останавливается, способствует продолжению движения вперед. Фаза амортизации заканчивается в момент прекращения движения тела вниз.

ОКОНЧАНИЕМ ФАЗЫ АММОТИЗАЦИИ условно считают наибольшее сгибание опорной ноги в коленном суставе. Условность здесь вызвана тем, что амортизация выполняется не только движением в коленном суставе, но и других суставах. Амортизационное разгибание (тыльное) в голеностопном суставе обычно заканчивается несколько позже амортизации в коленном.

ФАЗА ОТТАЛКИВАНИЯ.

Начинается с разгибания опорной ноги в коленном суставе, продолжается подошвенным сгибанием стопы в голеностопном суставе. Параллельно с этим идет уступающее разгибание в плюснофаланговых суставах стопы, а также сгибание в подошве. Окончанием фазы отталкивания считают момент отрыва стопы от опоры. Однако судя по диаграммам силовое взаимодействие стопы с опорой прекращается несколько раньше, чем теряется контакт с опорой. В течение периода опоры в фазе амортизации горизонтальная составляющая скорости уменьшается, в

фазе отталкивания – увеличивается. Если потеря скорости и ее восстановление одинаковы, то средняя скорость передвижения остается постоянной. Потеря или восстановление скорости приводит к замедлению или ускорению передвижения. После опорного периода ноги следует период ее переноса.

ФАЗА ПОДЪЕМА НОГИ

Начинается с момента ее отрыва от опоры и заканчивается началом ее движения вперед (относительно таза). Границей между этими двумя движениями можно считать наибольшей угол наклона бедра относительно вертикали.

ФАЗА РАЗГОНА НОГИ

Начинается со сгибания бедра в тазобедренном суставе и заканчивается в момент наибольшей скорости центра тяжести переносимой ноги.

ФАЗА ТОРМОЖЕНИЯ НОГИ

Начинается в момент наибольшей скорости центра тяжести и заканчивается в крайнем положении бедра.

ФАЗА ОПУСКАНИЯ НОГИ НА ОПОРУ

Начинается с момента крайнего положения бедра и заканчивается в момент постановки стопы на опору.

ШАГАТЕЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ПРИ БЕГЕ

Правая нога		№ п.п.	Левая нога
Ф. Амортизации	Опорный период	1	Ф. Разгона
Ф. Отталкивания		2	Ф. Разгона
Ф. Отталкивания		3	Ф. торможения
Ф. подъема		4	Ф. торможения
Ф. Разгона	Переносный период	5	Ф. опускания
Ф. Разгона		6	Ф. опускания
Ф. Разгона		7	Ф. Амортизации
Ф. Разгона		8	Ф. Амортизации
Ф. Разгона		9	Ф. Амортизации
Ф. Разгона		10	Ф. Отталкивания
Ф. торможения		11	Ф. Отталкивания
Ф. торможения		12	Ф. подъема
Ф. опускания		13	Ф. Разгона
Ф. опускания		14	Ф. Разгона
Ф. опускания		15	Ф. Разгона
Ф. опускания		16	Ф. Разгона
Ф. опускания		17	Ф. Разгона
Ф. Отталкивания		18	Ф. Разгона

4. Темы рефератов.

Для выполнения индивидуальных заданий студентам рекомендованы рефераты по темам содержания дисциплины:

Тема 1. Биомеханика как учебная и научная дисциплина. Направления развития биомеханики как науки. История развития биомеханики.

1. Предмет и задачи биомеханики. Историческое становление биомеханики как науки.
2. Понятие о формах движения и особенности механического движения человека.
3. Развитие теории биомеханики.
4. Биомеханика на стыке с другими науками. Современное использование достижения биомеханики
5. Методики исследования в биомеханике.
6. Метод биомеханики спорта.

Тема: 2. Механическая работа и энергия при движениях человека. Биомеханика физических качеств человека. Биомеханические основы двигательного аппарата человека.

1. Биомеханические свойства костной системы.
2. Биозвенья. Связи биозвеньев: биокинематические пары и цепи.
3. Степени свободы биокинематических пар и цепей.
4. Рычаги в биомеханических цепях.
5. Условия равновесия и ускорения костных рычагов.
6. Биомеханические особенности мышечной системы.
7. Мышцы – главный источник обеспечения механического движения человека. Механические свойства мышц.
8. Механика мышечного сокращения.
9. Динамический и статический режимы работы мышц и их виды.
10. Мышечные синергии.

Тема: 3. Кинематика и динамика движений человека.

1. Общий обзор кинематических характеристик и их классификация.
2. Пространственные характеристики движений: координаты, перемещения, траектории.
3. Временные характеристики движений: момент времени, длительность движения, темп, ритм.
4. Пространственно-временные характеристики движений: скорость и ускорение.
5. Общий обзор динамических характеристик и их классификация.
6. Инерционные характеристики движений: инертность, масса, момент инерции.
7. Силовые характеристики движений: сила, момент силы, импульс, импульс момента силы.
8. Энергетические характеристики движений: работа силы, мощность силы, кинетическая энергия, потенциальная энергия.

Тема: 4. Биомеханические основы технико - тактического мастерства.

1. Состав системы движения.
2. Пространственные элементы: позы, положения, простые суставные движения; группы одновременных, ряды поочередных и последовательных движений.
3. Временные элементы: фазы, периоды, циклы.
4. Структура системы движений.
5. Структура как проявление взаимодействия: системообразующие связи и помехи. Двигательная структура: динамическая и энергетическая структуры.
6. Информационная структура движений: сенсорные, психологические, эффекторные структуры.
7. Обобщённые структуры движений: ритмическая, фазовая, координационная структуры.

Тема: 5. Биомеханические аспекты программированного обучения двигательным действиям.

1. Человек как самоуправляемая система.
2. Построение самоуправления движениями.
3. Информация и её передача: приём, преобразование, хранение, выдача информации.
4. Управление движениями в переменных условиях.
5. Функциональная структура двигательного действия.
6. Оптимизация управления за системой движения тела человека.
7. Формирование и совершенствование систем движений.

Тема 6. Половозрастные особенности моторики человека. Биомеханические основы физических упражнений, входящих в программу физического воспитания школьников.

1. Двигательная задача локомоторных движений.
2. Общие основы наземных локаций.
3. Механизм отталкивания от опоры: взаимодействие опорных и подвижных звеньев с опорой.
4. Работа ускоряющих сил и изменение кинетической энергии при отталкивании.
5. Направления отталкивания от опоры: ось толчковой ноги, направление на общий центр тяжести, общая реакция опоры, реакция силы отталкивания.
6. Половозрастные особенности моторики человека.

Рекомендуемая литература к написанию рефератов:

1. Попов Г.И. Биомеханика. М., 2005
2. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика. – М.: Владос, 2003. – 669 с.
3. Донской Д.Д., Зациорский В.М. Биомеханика. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
4. Корнев Г.В. Введение в механику человека. – М.: Физкультура и спорт, 1977.
5. Попов Г.И. Биомеханика. М., 2005
6. Спортивная медицина / Под ред. В.Л. Карпмана. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 304 с.
7. Спортивная физиология / Под ред. Я.М.Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.
8. Бернштейн Н.А. Физиология движения и активность. – М., 1990.
9. Воробьев А.Н., Сорокин Ю.К. Анатомия силы. – М., 1980.
10. Козлов В.И. Анатомия человека. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – 464 с.
11. Лабунский Ю.В. Учение о костях. Саратов: СГПИ, 1997
12. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М., 1996.
13. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта. – М., 2002.
14. Федорова В.Н. Краткий курс медицинской и биологической физики. – М., 2001.
15. Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. – М., 1996. Т. 1-3.

internet ресурсы:

Ламаш Б.Е. Лекции по Биомеханике

<http://www.dvgu.ru/meteo/book/BioMechan.htm>

Горшков М.М. Основы биомеханики: учеб. пособие. – М.: МАИ. 2002.-104 с.

<http://www.iqlib.ru/book/preview/>

Официальный сайт спортивной биомеханики

<http://510.nm.ru/>

Дубровский В.И. Федорова В.Н. Биомеханика и др.

<http://www.twirpx.com/file/69906/>

4. Примерные тестовые задания

Тесты к теме кинематические и динамические характеристики движений

- 1. Для описания, каких характеристик движения используют измерение и вычисление движений?**
 - 1) качественных;
 - 2) количественных;
 - 3) произвольных;
 - 4) субъективных

- 2. Какие характеристики движений раскрывают форму и характер движения без учета масс и действующих сил?**
 - 1) кинематические;
 - 2) динамические;
 - 3) силовые;
 - 4) энергетические;

- 3. Какие характеристики движений не относятся к динамическим?**
 - 1) инерционные;
 - 2) силовые;
 - 3) временные;
 - 4) энергетически;

- 4. К пространственным характеристикам движения относят:**
 - А. Координаты;
 - Б. момент времени;
 - В. длительность движения;
 - Г. перемещения;
 - Д. траектории;

- 5. Тело человека рассматривают как материальную точку, когда перемещения тела:**
 - 1) намного меньше, чем его размеры;
 - 2) намного больше, чем его размеры;
 - 3) сопоставимо с его размерами;
 - 4) отсутствуют;

6. Мера вращательного действия силы на тело, равная произведению силы на ее плечо называется:

- 1) момент времени;
- 2) момент инерции;
- 3) момент силы;
- 4) момент энергии;

7. Быстрота, с которой материальная точка движется в пределах каждого промежутка времени:

- 1) скорость;
- 2) ускорение;
- 3) инерция;
- 4) импульс;

8. К временным характеристикам движений относятся:

- а) момент времени;
- б) момент силы;
- в) перемещение;
- г) длительность;
- д) темп;
- е) ритм;

9. К какому материальному объекту приравнивается тело человека, если важны особенности движений звеньев тела относительно друг друга?

- 1) материальной точке;
- 2) к твердому телу;
- 3) к системе тел;
- 4) к биосистеме;

10. Свойство физических тел сохранять движения и изменять его под действием сил, называется:

- 1) скорость;
- 2) ускорение;
- 3) инерция;
- 4) момент силы;

11. К динамическим характеристикам не относятся:

- 1) инерционные характеристики;
- 2) пространственные;
- 3) силовые;
- 4) энергетические;

12. К инерционным характеристикам движений относятся:

- а) инертность;
- б) масса;

- в) импульс силы;
- в) момент инерции;

13. Положение точки в пространстве определяет:

- 1) одна координата x ;
- 2) две координаты x, y ;
- 3) три координаты x, y, z ;
- 4) четыре координаты x, y, z, w .

14. Разность моментов времени окончания и начала движения называется:

- 1) траекторией;
- 2) длительностью;
- 3) ритмом;
- 4) темпом;

15. Согласно второму закону Ньютона сила численно равна произведению:

- 1) массы тела на его скорость;
- 2) массы тела на его ускорение;
- 3) массы тела на его перемещение;
- 4) массы тела на его момент инерции;

16. Криволинейная траектория характеризуется:

- а. Шириной;
- б. Длинной;
- в. Ориентацией в пространстве;
- г. Кривизной;
- д. Прерывистостью;

17. Внешняя мера повторности движений, называется:

- 1) темп;
- 2) ритм;
- 3) частота;
- 4) длительность;

18. Какая из характеристик не относится к энергетическим:

- 1) работа силы;
- 2) момент силы;
- 3) мощность силы;
- 4) кинетическая энергия;

19. Мера механического действия одного тела на другое, называется:

- 1) масса;

- 2) инерция;
- 3) скорость;
- 4) сила;

20. Английский ученый, автор трех основных законов механики ? -

21. Пространственно – временная мера изменения движения, называется:

- 1) скорость;
- 2) сила;
- 3) ускорение;
- 4) момент силы;

22. К силовым характеристикам движений не относятся:

- 1) сила;
- 2) импульс;
- 3) момент силы;
- 4) потенциальная энергия;

23. Временная мера соотношения частей движений:

- 1) темп;
- 2) ритм;
- 3) момент времени;
- 4) длительность;

24. Согласно правилу сложения скоростей результирующая скорость:

- 1) равна половине суммы ее составляющих;
- 2) меньше половины суммы ее составляющих;
- 3) больше половины суммы ее составляющих;
- 4) равна трети суммы ее составляющих;

25. Мерой инертности тела при поступательном движении является его:

- 1) масса;
- 2) скорость;
- 3) ускорение;
- 4) импульс;

26. Какие характеристики используют для описания вращательного движения тела:

- А – момент инерции;
- Б – линейное ускорение;
- В – импульс момента силы;
- Г- момент силы;
- Б – линейная скорость;

27. Энергия положения тела, обусловленная взаимным относительным расположением тел и характером их взаимодействия, называется:

- 1) работой силы;
- 2) мощностью;
- 3) кинетической энергией;
- 4) потенциальной энергией;

28. В криволинейном движении при уменьшении радиуса кривизна траектории:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) исчезает;
- 4) не изменяется;

29. К кинематическим характеристикам не относятся:

- 1) временные;
- 2) пространственно – временные;
- 3) пространственные;
- 4) силовые;

30. Угловое перемещение измеряется в:

- А – метрах;
- Б – секундах;
- В – градусах;
- Г – оборотах;
- Д – радианах;

Тесты к теме «Плоскости симметрии тела и оси вращения. Возможность движений вокруг осей вращения.

1. Какая плоскость условно делит тело человека на головной и хвостовой отделы?

- А) вертикальная;
- Б) горизонтальная;
- В) фронтальная;
- Г) сагиттальная.

2. Какая ось образована пересечением горизонтальной и сагиттальной плоскостей?

- А) поперечная;
- Б) вертикальная;
- В) сагиттальная;
- Г) горизонтальная;

3. В какой плоскости совершаются движения сгибание – разгибание?

- А) в сагиттальной;
- В) в горизонтальной;
- Г) во фронтальной;
- Д) в вертикальной.

4. Вокруг какой оси совершаются повороты головы в сторону?

- А) вертикальной;
- Б) поперечной;
- Д) сагиттальной;
- Г) горизонтальной.

5. В какой плоскости совершаются движения отведение – приведение?

- А) во фронтальной;
- Б) в горизонтальной;
- В) в сагиттальной;
- Д) в вертикальной.

6. Какая плоскость делит тело человека на правую и левую половины?

- А) горизонтальная
- Б) вертикальная;
- В) фронтальная;
- Г) сагиттальная.

7. Как называются движения выполняемые вокруг вертикальной оси?

- А) сгибание-разгибание;
- Б) вращение;
- В) отведение;
- Г) приведение.

8. Отклонение стопы от оси нижней конечности внутрь принято называть.

- А) супинацией;
- Б) отведением;
- В) пронацией;
- Г) приведением.

9. В какой плоскости совершаются движения наклоны вперед-назад?

- А) во фронтальной;
- Б) в поперечной;

- В) в сагиттальной;
- Д) в горизонтальной.

10. Какая ось образована пересечением во фронтальной и горизонтальной плоскостей?

- А) горизонтальная;
- Б) сагиттальная;
- В) поперечная;
- Г) вертикальная.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

11. Попов Г.И. Биомеханика. М., 2005
12. Дубровский В.И., Федорова В.Н. Биомеханика. – М.: Владос, 2003. – 669 с.
13. Донской Д.Д., Зациорский В.М. Биомеханика. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
14. Корнев Г.В. Введение в механику человека. – М.: Физкультура и спорт, 1977.
15. Попов Г.И. Биомеханика. М., 2005
16. Спортивная медицина / Под ред. В.Л. Карпмана. – М.: Физкультура и спорт, 1987. – 304 с.
17. Спортивная физиология / Под ред. Я.М.Коца. – М.: Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.
18. Бернштейн Н.А. Физиология движения и активность. – М., 1990.
19. Воробьев А.Н., Сорокин Ю.К. Анатомия силы. – М., 1980.
20. Козлов В.И. Анатомия человека. – М.: Физкультура и спорт, 1978. – 464 с.
21. Лабунский Ю.В. Учение о костях. Саратов: СГПИ, 1997
22. Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. – М., 1996.
23. Смирнов В.М., Дубровский В.И. Физиология физического воспитания и спорта. – М., 2002.

24. Федорова В.Н. Краткий курс медицинской и биологической физики. – М., 2001.
25. Шмидт Р., Тевс Г. Физиология человека. – М., 1996. Т. 1-3.

internet ресурсы:

Ламаш Б.Е. Лекции по Биомеханике

<http://www.dvgu.ru/meteo/book/BioMechan.htm>

Горшков М.М. Основы биомеханики: учеб. пособие. – М.: МАИ. 2002.-104 с.

<http://www.iqlib.ru/book/preview/>

Официальный сайт спортивной биомеханики

<http://510.nm.ru/>

Дубровский В.И. Федорова В.Н. Биомеханика и др.

<http://www.twirpx.com/file/69906/>