

Лекція 1.

Біомеханіка спорту як наука і предмет навчання в ІФК

1. Біомеханіка спорту та її особливості, як науки і навчальної дисципліни в ІФК.

Механіка - це розділ фізики, який вивчає механічний рух і механічну взаємодію матеріальних тіл.

Біомеханіка, як розділ кінезіології - науки про рухи, займається вивченням законів механічного руху в живих системах.

Термін "Біомеханіка" утворений двома грецькими словами: "bios" - життя, та "mechané" - апарат.

Наша навчальна дисципліна - біомеханіка спорту - розглядає рухові можливості та рухову діяльність спортсменів при виконанні фізичних вправ.

Рухи живих систем і рухи механізмів істотно відрізняються, тому між класичною механікою та біомеханікою існує ряд відмінностей.

1. Хоча кінцевою метою фізичних вправ є звичайний механічний рух, він реалізується завдяки вищим формам руху матерії: біологічній і соціальній. Наприклад, для гри у футбол кінцевою метою команд є просте механічне переміщення м'яча у ворота суперника, проте воно здійснюється завдяки високо організованому біологічній та соціальній формам руху матерії.

2. Закони класичної механіки діють у живих системах не прямо, а опосередковано (часто на елементарних рівнях). Більшість явищ у живих системах не можна розглядати, як наслідок прямої дії законів класичної механіки (такий підхід називають механіцизмом), бо ці явища є наслідками взаємодії елементів багаторівневих складних саморегульованих та автономних систем, у яких механічні закони "працюють" на елементарних рівнях. Так, наприклад, м'яз людини ніколи не покаже своїх механічних характеристик, якщо його ізолювати (відокремити) від системи кровообігу та ЦНС. Видима нам механічна поведінка живого м'яза - це результат надзвичайно складної взаємодії величезної кількості елементів, поведінка яких, у свою чергу, залежить від великого числа факторів, включаючи керування з боку ЦНС.

3. Подібність між рухами людини і тварин спостерігається лише на біологічному рівні. Рухи тварин рефлексорні, а рухи людини - усвідомлені, довільні та цілеспрямовані. Живі системи є саморегульованими та автономними. Під дією зовнішніх і внутрішніх впливів жива система сама керує своїми діями, що не притаманне неживим механізмам. Рух окремих частин тіла є самостійним керуванням з боку ЦНС в цілісній руховій акції - системі рухів. Кожен рух виконує свою роль в цілісності дії, так чи інакше відповідає її меті. Для виконання певних рухових завдань людина спочатку свідомо ставить перед собою конкретну мету, а потім розпочинає свої дії з керування на рівні

ЦНС, вибираючи оптимальний варіант поведінки та керуючи певними функціональними м'язовими групами. Тобто, видима нам зовнішня картина рухів є лише часточкою поведінки дуже складної і надзвичайно досконалої системи "людина". Тому в біомеханіці не говорять про "рухи", а використовують терміни "рухотворчі дії" або "рухові дії", враховуючи їх структуру, описану вище.

Свідоме керування своїми діями, з врахуванням специфіки біологічних закономірностей, забезпечує їх високу ефективність у різних умовах виконання. Доречі, втрата людини цілеспрямованості своїх рухів, їх довільності чи усвідомленості веде до її неповноцінності, як члена суспільства.

4. Будь-які механічні переміщення тіла людини в просторі і в часі завжди неодмінно пов'язані з додатковими енерговитратами на переміщення біологів тіла (їх підняття та опускання у певному режимі, їх розгін і гальмування, викликані необхідністю реалізації певної зовнішньої картини рухів). На відміну від неживих механізмів, тут неможливий повний взаємний перехід енергії від однієї форми до іншої, від одних біологів до інших, чи згумулювання механічної енергії для її подальшого використання, наприклад, у пасивно-розтягнутих м'язів, тощо. Основна причина цьому - власні "движки" - м'язи, що рухають окремими біологами, та об'єднання біологів в цілісний механізм на ієрархічно вищих рівнях організації матерії (наприклад: спільність систем кровообігу, нервової системи, виконання окремих рухів у ансамблі в руках інших біологів для досягнення спільної мети рухових дій, тощо).

Наприклад, велосипедисти і плавці витрачають на переміщення власних біологів від 20 до 90% загальних енерговитрат організму; тенісист на саме відбивання м'ячика витрачає не більше 2 - 3% своєї енерговитрат, а решта іде на переміщення всього тіла по майданчику та окремих його біологів.

5. Основні закони класичної механіки (механіки Ньютона) описують рух абсолютно твердих тіл, які не деформуються. У живих системах постійно змінюється відносне розташування їх частин - біологів. Самі біологів живих систем також явно деформуються. Тому, вивчаючи рух живої системи, також враховують певну роботу м'язів (наприклад, завдяки гнучкості хребта або грудної клітки), необхідну для деформації окремих біологів, яка завжди супроводжується витратами енергії, її розсіюванням. Тому вводиться поняття "живої маси", адже рухаються не тверді тіла, а складні утворення з крістового скелета, м'язів, сухожилків, з'єднувальних тканин, внутрішніх органів, рідин, газів та ін. Математично неможливо розраховувати енерговитрати, пов'язані із складними астахучними коливними процесами, що відбуваються в біомеханічній системі при її рухах (особливо ударного характеру), але ці витрати також не малі.

Спрощене моделювання живих систем, а особливо людини, може призвести до хибних результатів. При вивченні рухових дій спортсменів доцільно завжди пам'ятати про різницю між рухами механізмів і руховими діями живих систем.

2. Загальне і конкретні завдання біомеханіки спорту.

Біомеханіка спорту вивчає рухові дії спортсменів з метою виявлення їх найдосконаліших способів і навчання ним.

Головне завдання біомеханіки спорту - оцінка ефективності сил, що прикладаються спортсменами, для найоптимальнішого досягнення ним поставленої мети (найвищого спортивного результату).

Взаперечо, відразу оцінити ефективність прикладених спортсменом сил неможливо: для цього необхідно пройти ряд етапів. Тому головне завдання біомеханіки спорту розбивається на три конкретні етапи дослідження:

а) Вивчити будову і функції спортсмена, як біомеханічної системи (визначити загальні розміри тіла, пропорції, конституційні особливості, мас-інерційні характеристики окремих біоділянок, силові та швидкісні якості, рівень витривалості, гнучкості, опритності та специфічних якостей, потенційних можливостей та динаміки систем дихання, кровообігу, і т. ін.

б) Опиратись на результати педагогічних експериментів, кількісні та якісні характеристики досліджень у даному виді спорту, практику і досвід тренерів, спеціалістів і т. д., розробити для заданого режиму рухової діяльності конкретного спортсмена модель його індивідуальної раціональної техніки, враховуючи результати, описані у п. а).

в) Порівнюючи характеристики реалізації рухових дій при виконанні фізичної праці з розрахованими модельними, дати оцінку ефективності прикладаних зусиль, а також розробити засоби і методи індивідуальної технічної підготовки спортсмена (в т. ч. і спеціальні тренажери) - педагогічна задача.

Частково педагогічна задача може вирішуватись вже після першого етапу обстеження (див. п. а), коли виявляється невідповідність деяких потенційних можливостей конкретного спортсмена модельним вимогам, необхідним для досягнення запланованого спортивного результату.

Ці етапи розв'язку головного завдання біомеханіки спорту дістали назву конкретних завдань біомеханіки. Таким чином, останнє конкретне завдання біомеханіки спорту показує, що біомеханіка спорту - це педагогічна наука, яка займається вдосконаленням технічної підготовленості спортсменів.

3. Предмет і методи біомеханіки спорту.

Теорія будь-якої науки - це сума нагромаджених знань, сформованих у систему.

Методи - це шляхи дослідження та отримання нових знань і виявлення нових закономірностей.

Теорія і методи виражаються відповідними поняттями та законами, які розкривають зміст науки.

Найбільш часто в біомеханічних дослідженнях використовується

порівняно простий функціональний метод, який полягає у виявленні взаємозв'язку між певними біомеханічними характеристиками рухових дій, що виконуються, або характеристиками самого спортсмена і спортивним результатом. За допомогою даного методу вивчають функціональну залежність між властивостями і станом і станом системи, явища чи процесу. Їх характеризують певні параметри, конкретні умови і кількісно визначений закон. Тут не ставиться завдання вивчити внутрішню причинну структуру явищ, а досліджується лише їх функція. Залежності, що виявляються між будовою системи та її функцією, мають переважно статистичний (імовірний) характер. Тут розглядають функцію всієї системи в цілому, не вивчаючи її внутрішніх механізмів.

Функціональний підхід дозволяє констатувати ті чи інші недоліки техніки і тактики. Але він не дає відповіді на запитання "чому", тобто не дозволяє розробити чіткі рекомендації для їх усунення; тренер-педагог вимушений діяти навамання.

В основі сучасного розуміння рухових дій закладений метод системно-структурного аналізу та системно-структурного синтезу: людина розглядається, як система, що рухається, а самі процеси руху - як системи рухів, що розвиваються.

Системно-структурний підхід - це діалектичний принцип наукового пізнання цілісності складних об'єктів та систем. Такий підхід до техніки рухових дій, як до предмету навчання, спрямований проти метафізичного розділення цілого без врахування взаємодії елементів.

Метод системно-структурного аналізу і синтезу засобом вивчення рухових дій людини, реалізований у теорії структурності рухів, закладеної М. О. Бернштайном, який писав, що рухи людини - це не ланцюжок деталей, а структура, яка диференціюється на частини.

В теорії структурності рухів закладені наступні принципи:

а) Принцип структурності побудови системи рухів - усі вони взаємопов'язані; саме ці структурні зв'язки визначають цілісність та досконалість рухових дій.

б) Принцип цілісності дії - всі рухи створюють одне ціле, спрямоване на досягнення єдиної мети; зміна кожного руху так чи інакше впливає на всю систему рухів.

в) Принцип свідомої цілеспрямованості системи рухів - людина свідомо ставить мету і керує цілком свідомими рухами для досягнення цієї мети.

Однак, усі рухові дії людини повністю підпорядковуються законам класичної механіки, які діють на певних рівнях. Метод системно-структурного аналізу і синтезу в загальному вигляді має у своїй основі системний синтез дій в використанні кількісних характеристик, зокрема - моделювання рухів.

Біомеханіка, як експериментальна наука, опирається на результати експериментів та спостережень (феноменологію). За допомогою різних приладів реєструються кількісні характеристики рухових дій (наприклад: траєкторія, швидкість, прискорення, зусилля і т. ін.), які дозволяють розрізнати рухи і порівнювати їх між собою. За да-

ними характеристиками систему рухів умовно поділяють на окремі складові частини, вивчаючи склад системи за її окремими елементами (це і є системно-структурний аналіз). Вивчаючи зміни кількісних характеристик, виявляють, як окремі елементи впливають один на одного і визначають причини цілісності системи (це і є системно-структурний синтез).

На вищому рівні системного аналізу можна моделювати рухи, використовуючи ЕОМ, шукати оптимальні варіанти дій. Системний аналіз і системний синтез рухових дій неподільно пов'язані між собою (взаємодоповняють себе в системно-структурному дослідженні!).

Системно-структурний підхід дає більш конкретні рекомендації: відповіді на запитання, з яких елементів складаються рухові дії і як ці елементи пов'язані між собою, а також пояснення причин внутрішнього механізму системи рухів.

Функціональний метод аналізу рухових дій використовується на першому етапі досліджень, при вирішенні нових завдань, або конкретних питань педагогів-практиків. Йим користуються у випадках, коли якийсь вид рухових дій мало досліджений, його визначальні елементи не виявлені, або коли апаратурна база не відповідає вимогам методу системно-структурного аналізу і синтезу. Однак, статистичні результати, одержані при використанні функціонального методу часто не дозволяють вирішувати питання індивідуалізації технічної підготовки спортсменів високої кваліфікації.

Метод системно-структурного аналізу і синтезу рухових дій передбачає ретельне і повне виконання всіх конкретних завдань біомеханіки, а також наявність у даному питанні багатої феноменології; цей метод вимагає глибоких узагальнень. Його складності, тривалість і вартість значно перевищують аналогічні показники функціонального методу. Крім цього, для деяких складних і маловивчених видів рухової діяльності застосування системно-структурного підходу викликає значні труднощі. Проте цей метод дає можливість розробляти індивідуальні раціональні моделі техніки для конкретних спортсменів на даний період і для конкретних умов виконання фізичних вправ.

4. Напрямки розвитку біомеханіки

Враховуючи, що біомеханіка, як наука, виникла на стику класичної механіки, біології, динамічної анатомії, фізіології, психології та педагогіки, її розвиток йшов кількома паралельними напрямками: механічним, функціонально-анатомічним та фізіологічним.

Механічний напрямок, початий роботами Леонардо Да Вінчі та Д. Бореллі (який у 1687 р. написав трактат "Про руки тварин"), розвивав ідеї зміни рухів живих систем під дією прикладених сил згідно до законів класичної механіки. Зараз механічний підхід до вивчення рухів людини, що дозволяє визначити кількісну міру рухотворчих процесів - одна з основ біомеханіки, що ніколи не втратить свого значення. Питанням будови і властивостей опорно-рухового

апарату людини та його рухів велику увагу приділяють біомеханічні школи США, Німеччини, Польщі, Іспанії і ін., а тому числі російська і українська.

Однак, чисто механічний підхід до вивчення рухових дій людини часто приводить до невинуватених спрощень, які недооцінюють специфіку живого, дають механістичне пояснення ієрархічно вищих біологічних і соціальних форм руху матерії механічними факторами. Біомеханіка - це не "прикладна до живого" механіка, як її розуміють деякі фахівці з технічною освітою, а самостійна сучасна наука, що вивчає механічні закони руху живих систем з позицій системного підходу.

Фунціонально-анатомічний напрямок зародився при вивченні будови людського тіла в динаміці. Проф. М. Ф. Іваніцкий та його учень проф. М. А. Джафаров - започаткували українську школу динамічної анатомії, розробивши теорію єдності та взаємобумовленості форми і функції живого організму, зперше впровадили в навчальний план ЛДІФХ спеціальний курс біомеханіки. Всесвітньовідомий російський анатом П. Ф. Лесгафт, учнями якого вважають себе і вгадані вчені, започаткував новий підхід у вивченні анатомії людського тіла під впливом фізичних завантажень, описуючи та аналізуючи рухи в суглобах, визначаючи участь окремих м'язів у збереженні положення тіла та в його руках. В 1877 року спеціальний курс "Теорія тілесних рухів" (пізніше - "Теорія рухів") Лесгафт та його учні читали слухачам фізкультурних курсів та студентам інституту фізичної освіти.

Знання морфологічних особливостей біомеханічних систем забезпечує серйозне обґрунтування фізичної і технічної підготовки.

Фізіологічний напрямок започаткували ідеї нервізму, вчення про виду нервової діяльності та останні досягнення нейрофізіології. І. М. Сеченов, І. П. Павлов, П. К. Анохін, засновники вітчизняної біомеханіки М. О. Бернштайн та ін. розкрили рефлексорну природу рухотворчих дій та механізмів нервової регуляції при взаємодії організму з навколишнім середовищем, а їх дослідження регуляторних механізмів ЦНС, нервово-м'язового апарату людини дають уяву про виняткову складність і досконалість процесів керування руками. Сьогодні аналіз будь-яких вправ ґрунтується на головних засадах керування руками: пристосування керуючих імпульсів у ході виконання руху до конкретних умов його виконання, усунення відхилень (корекції) від рухового завдання, та кільцевому характері процесів керування шляхом аналізу чуттєвих сигналів.

Лише системне поєднання передових досягнень усіх вказаних напрямків розвитку сучасної біомеханіки дозволяє вірно зрозуміти сутність рухотворчих дій живих систем та активно їх вдосконалювати.