

## Лекція 1-2.

Тема: Біомеханіка як наука.

План лекції.

1. Розвиток біомеханіки. Історія аналітичної біомеханіки.
2. Біомеханіка фізичних вправ.
3. Біомеханіка спорту.
4. Етапи біомеханічного аналізу рухової діяльності людини.
5. Застосування біомеханіки при викладанні шкільного уроку фізичної культури.
6. Перспективи розвитку біомеханіки при вивченні рухів людини.

Рекомендована література:

1. Ашанин В.С. Біомеханіка. Часть I: Загальна біомеханіка (конспект лекцій). Харків: ХаГИФК, 2000. – 65 с.
2. Біомеханіка спорту / за заг. ред. Лапутіна А.М.. – К.: Олімпійська література, 2001. – 319 с.
3. Донской Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 288 с.
4. Коренберг В.Б. Основы качественного биомеханического анализа. - М.: Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.
5. Лапутин А.Н., Хапко В.Е. Биомеханика физических упражнений. – К.: Рад. шк., 1986. – 135 с.
6. Петров В.А., Гагин Ю.А. Механика спортивных движений. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 232 с.

Зміст лекції:

Лекція присвячена визначенню біомеханіки як науки при вивченні рухової діяльності людини. Ключовими поняттями лекції є: **біомеханіка** – наука про закони механічного руху в живих системах; **об'єкт пізнання біомеханіки** – рухові дії людини як системи взаємопов'язаних активних прямивань і положень тіла; **біомеханіка спорту** – це наука про закони механічного руху в біосистемах.

Розвиток біомеханіки. Історія аналітичної біомеханіки.

У широкому науковому плані біомеханіка вивчає просторові рухи біологічних макро- та мікрооб'єктів. Незважаючи на те що біомеханіка вивчає переважно механічні форми рухів, вона не може не ураховувати біологічні (насамперед анатомічні та фізіологічні) особливості об'єкта,

котрий рухається (людина або тварина). Загальна біомеханіка біологічних об'єктів (зокрема, людини) вивчає загальні закономірності будови їхніх рухових систем, органів та їх рухів. Окремий напрям біомеханіки має забезпечити конкретні галузі рухової діяльності людини (біомеханіка трудових процесів, ергономічна біомеханіка, медична і клінічна біомеханіка, біомеханіка військової справи та космонавтики, біомеханіка рухової реабілітації та кінезитерапії, біомеханіка фізичного виховання та спорту тощо).

В існуючій сучасній системі наукових знань біомеханіці відводиться важливе місце. Фахівці сьогодні відносять її до найбільш значущих наук XXI століття. З цієї точки зору біомеханіка – галузь природничих наук, що на основі ідей та методів механіки вивчає фізичні якості біологічних об'єктів, закономірності їх адаптації до навколишнього середовища, поведінку (навчання) та механічні рухи у них на всіх рівнях організації і у різних станах (включаючи періоди розвитку та згасання, а також при патологіях).

Найважливішими напрямками наукових досліджень у сучасній біомеханіці є:

- вивчення механічних якостей та структури клітин, біологічних рідин, м'яких та твердих тканин (біореологія), окремих органів і систем;
- вивчення руху біологічних рідин, тепло- і масопереносу, напруження та деформацій у клітинах, тканинах та органах;
- вивчення механіки руху клітини та субклітинних структур (мембрани, цитоплазми, війки тощо), включаючи мітотичні рухи, фагоцитоз, везикулярний транспорт;
- вивчення механіки опорно-рухового апарату (скелета, м'язів) людини та тварин;
- вивчення природних локомоцій людини та тварин (плавання, політ, наземні пересування), а також маніпуляційних рухів людини;
- вивчення фізичних основ, механізмів та виявлень управління (регуляції) у біологічних системах;
- вивчення фізичних основ психомоторики та закономірностей формування у людини і тварин складних рухових навичок та заданих моделей рухів і рухових дій;
- вивчення рухової діяльності операторів "людино-машинних" систем з метою раціоналізувати її, оптимізувати та підвищити ефективність;
- вивчення різних виявлень рухової активності та здібностей людини до розв'язання складних рухових завдань в екстремальних умовах (в орбітальних польотах, у відкритому космосі, у стратосфері, під водою, за умов наднизьких та надвисоких температур);

- розробка технологій і засобів (на основі фізичних методів) для дослідження якостей та явищ у живих системах для спрямованого впливу на них та їх захисту від впливу зовнішніх чинників;
- створення замінників органів та тканин (переважно для потреб медицини);
- розробка моделей ефективного розв'язання людиною складних рухових завдань у різній професійній (трудовій), військовій, космічній практиці, у мистецтві, фізичному вихованні та спорті;
- розробка методик та технологій ефективного навчання людини рухів та різних способів розв'язання складних рухових завдань;
- розробка технічних засобів (тренажерів) та іншого спорядження (у тому числі медичного обладнання та спортивного інвентаря), призначеного для відновлення тимчасово втрачених функцій (у медицині), а також для розширення й удосконалення рухових можливостей людини у різних видах її професійної (трудової), військової практики, фізичній культурі та спорті.

#### Біомеханіка фізичних вправ.

Біомеханіка спорту як одна з основ теорії спортивної техніки допомагає науковому обґрунтуванню показників досконалості спортивної техніки, напрямків розвитку систем рухів у спортивних вправах, шляхів оволодіння технікою та її удосконалення, а також контролю в технічній підготовці. При цьому вивчаються біомеханічні вимоги до систем рухів, їх становлення та удосконалення.

Технічна майстерність спортсменів визначається тим, як вони володіють сучасним еталоном спортивної техніки. Вони розробляються за результатами попередніх вимірювань біомеханічних характеристик багатьох провідних спортсменів. Потім у вигляді трьох видів моделей: статистичних, індивідуальних та ідеальних, запропонуються як предмет для вивчення.

Найбільш загальні показники рівня спортивно-технічної майстерності – ефективність системи рухів (високий спортивний результат) при потрібному рівні надійності на основі високого рівня проведення спортивної підготовки.

*Високий спортивний результат* – обов'язковий показник майстерності. Спортивний результат залежить від доцільності всіх рухів, їх точності в досягненні мети і високої економічності (значний ККД застосованих сил). Іншими словами, майстерність проявляється в ефективності техніки.

Наступний показник майстерності – висока *надійність* спортивних досягнень, здатність впевнено, з великою вірогідністю успіху повторювати їх при потрібній якості в різних умовах. Для високого рівня надійності потрібна успішна боротьба з перешкодами (стійкість до різноманітних впливів).

Ефективність і надійність являються наслідком високого рівня всіх сторін спортивної підготовки (фізичної, технічної, тактичної, психологічної та теоретичної). Біомеханічне вивчення проблеми майстерності йде по шляху визначення ефективності системи рухів, а також здатності боротися з відхиленнями від оптимальної програми.

В залежності від завдань спортивні вправи можна поділити на групи:

1-ша група – вправи зі стабілізацією кінематичної структури (виконання рухів заданої форми й характеру – гімнастика, акробатика, стрибки у воду, фігурне катання на ковзанах й ін.);

2-га група – вправи зі стабілізацією динамічної структури (досягнення максимальної кількості вимірюваного результату – важка атлетика, легка атлетика й ін.);

3-тя група – вправи з варіативністю спортивних дій (забезпечення кінцевого якісного ефекту в змінних умовах – єдиноборства, спортивні ігри).

Стабільність високого результату, що визначається майстерністю, в кожній із груп вправ мають свої показники. До першої групи показників входять: а) об'єм; б) різнобічність; в) раціональність технічних дій, які вміє виконувати спортсмен. До другої групи: а) ефективність; б) освоєння виконання.

*Об'єм технічної підготовленості.*

Об'єм технічної підготовленості (спортивно-технічної майстерності) визначається числом технічних дій, які вміє виконувати чи виконує спортсмен. У цьому випадку техніку звичайно оцінюють по факту виконання (виконав – не виконав, вміє – не вміє).

Розрізняють загальний і змагальний об'єми технічної підготовленості. Загальний об'єм характеризується сумарним числом технічних дій, які освоєні спортсменом; змагальний об'єм – число різноманітних технічних дій, які виконуються в умовах змагання. Так, наприклад, гімнастимаїстри спорту міжнародного класу – вміють виконувати на кожному снаряді (крім опорного стрибка) 120-200 елементів. Таким чином, на усіх шести снарядах гімнасти високого класу можуть виконати приблизно 750-1000 різних елементів. Такий типовий загальний об'єм технічної підготовленості гімнаста високого класу. На одному змаганні він, звичайно, не виконує всі ці елементи одразу. Змагальний об'єм значно менший загального.

*Різнобічність технічної підготовленості.*

Різнобічність характеризується ступенем різноманітності рухових дій, якими володіє спортсмен або які він застосовує на змаганнях. Відповідно й тут виділяють загальну та змагальну різнобічність. Технічні дії, засвоєні спортсменом, можуть належати до однієї групи (наприклад, у вільній

боротьбі – кидки з захватом руками за руки та тулуб супротивника) або до різних груп (кидки з захватом руками за ноги супротивника з діями ногами на ноги супротивника та ін.). В останньому випадку різнобічність технічної підготовки спортсмена вища. У більш різносторонніх у технічному відношенні спортсменів більш гармонійна і фізична підготовленість, зокрема, топографія сили.

Об'єм та різнобічність технічної підготовленості є важливими показниками майстерності спортсменів, особливо в тих видах спорту, де є великий арсенал технічних дій (ігри, гімнастика, фігурне катання на ковзанах та ін.).

#### *Раціональність техніки.*

Раціональність технічних дій визначається можливістю досягнути на їх основі вищих спортивних результатів. Раціональність техніки – це характеристика не спортсмена, а самого способу виконання руху, різновидності техніки, яку використовуємо. Техніка може бути більш чи менш раціональною (наприклад, при плаванні вільним стилем найбільш раціональним вважається кріль, хоча плавцю не забороняється будь – який інший спосіб).

В історії майже кожного виду спорту були періоди зміни одних способів виконання рухів іншими, більш раціональними. Ніхто з кваліфікованих спортсменів не використовує зараз брас на спині та батерфляй – у плаванні, чотирьох кроковий попереми́нний хід – в лижних гонках, поворот плугом і напівплугом – в гірськолижному спорті, спосіб „ножиці” – у стрибках в висоту та „зігнувши ноги” – у стрибках в довжину, великий оберт на перекладині зі зберіганням прогнутого положення тіла на протязі всього оберту – у гімнастиці. Ці способи чи зовсім зникли, чи застосовуються тільки при навчанні початківців.

Розглянуті три показники технічної підготовленості спортсмена (об'єм, різнобічність і раціональність технічних дій) свідчать лише про те, що вміє виконувати спортсмен. Але вони не відображають якості виконання – як спортсмен виконує рухи, наскільки добре він володіє ними. Тому при оцінці технічної підготовленості необхідно враховувати якісну сторону володіння рухами – ефективність та засвоєнність їх виконання.

#### *Ефективність володіння спортивною технікою.*

Ефективністю володіння спортивною технікою (або ефективністю техніки) того чи іншого спортсмена називається ступінь близькості її до найбільш раціонального варіанту. Ефективність техніки (на відміну від раціональності) – це характеристика не того чи іншого варіанту техніки, а якості володіння технікою.

*Абсолютна ефективність.* У більшості випадків спортивний результат не є переконливим показником ефективності техніки, так як, окрім техніки, він залежить ще й від інших факторів, зокрема, від розвитку рухових якостей. Наприклад, один фехтувальник може перевершувати іншого в атаці стрибком (флеш-атаці) не із-за переваг у техніці, а із-за більшої стрибучості та добре розвинутих швидкісних якостей. Тому описаний метод оцінки ефективності техніки придатний в основному в тих випадках, коли технічні дії не вимагають найбільшого проявлення рухових якостей.

В основі раціональної техніки можуть лежати різні критерії: а) біомеханічні (наприклад висота підйому ЗЦТ при ходьбі); б) фізіологічні; при нераціональній техніці в тих, хто спеціалізується у спортивній ходьбі нерідко виникають різкі больові відчуття в передньому великомілковому м'язі із-за погіршення кровообігу внаслідок того, що час її розслаблення в одному кроці виявляється недостатнім; в) психологічні; техніка спортивних ігор і єдиноборств у вирішальній мірі визначається прагненням виконати рух таким чином, щоб він був більш незручним для супротивника (хоча він може бути незручним для самого спортсмена чи привести до зниження сили та швидкості руху). Наприклад, бажано, щоб технічні дії були несподівані для супротивника, тому їх доцільно проводити раптово (без підготовки) чи після обманних рухів („фінтів“). З точки зору механіки рухів такі дії нераціональні (сила, швидкість, а інколи й точність рухів при цьому знижуються), однак саме вони дозволяють переграти супротивника. Тому подібні способи виконання технічних дій є в іграх та єдиноборствах найбільш раціональними; г) естетичні; критерії цієї групи є визначаючими у тих видах спорту, де краса рухів – основа майстерності (гімнастика, фігурне катання на ковзанах та ін.).

*Порівняльна ефективність.* У цьому випадку за зразок береться техніка спортсменів високої кваліфікації. Ті ознаки техніки, які закономірно відрізняються у спортсменів різної кваліфікації (тобто змінюються зі зростом спортивної майстерності), називаються дискримінативними ознаками. Такі ознаки ефективності техніки використовують у якості основних показників лише тоді, коли техніка рухів дуже складна і на основі біомеханічного аналізу не вдається визначити найбільш раціональний варіант. В інших випадках дискримінативні ознаки доповнюють показники абсолютної ефективності, дуже часто збігаються з ними.

При оцінці ефективності техніки за допомогою дискримінативних ознак треба пам'ятати, що техніка навіть видатних спортсменів може бути не повністю раціональною.

Для визначення дискримінативних ознак використовують один з двох дослідницьких підходів: а) порівнюють показники техніки спортсменів високої та низької кваліфікації, або б) розраховують коефіцієнти кореляції та рівняння регресії поміж спортивним результатом, з одного боку, та показником техніки – з іншого.

Не завжди дискримінативні ознаки легко побачити. Наприклад, у штовхачів ядра у фінальному зусиллі обидві ноги, звичайно, відриваються від опори раніше, ніж рука виштовхує ядро. У більшості випадків період від відриву ніг до випуску ядра – період безопорного виштовхування – настільки короткий (10-20 мс), що навіть досвідчений тренер його не помічає. Період безопорного виштовхування зменшується з ростом спортивної кваліфікації. Ця дискримінативна ознака показує достатньо високу кореляцію з результатом в штовханні ядра ( $r = 0,55$ ).

*Реалізаційна ефективність.* Ідея цих показників полягає в порівнянні показаного спортсменом результату або з тим досягненням, котрий він за рівнем своїх рухових якостей потенційно може показати (варіант „А||), або з витратами енергії та сил при виконанні оцінюваного спортивного руху (варіант „Б||).

Варіант „А||. У даному випадку ефективність техніки оцінюється по тому, наскільки добре спортсмен застосовував в русі свої рухові можливості. При такому підході опираються на існування зв'язків між трьома показниками: спортивним результатом, рівнем розвитку рухових якостей, ефективністю техніки.

Практично це використовується шляхом порівняння результату спортсмена:

а) у технічно складній дії (як правило це той рух, у якому спеціалізується спортсмен); б) в технічно більш простих завданнях, які потребують розвитку тих же рухових якостей, що й основні.

Так у стрибунів на батуті реєстрували час польоту при простих стрибках („качах||) і при виконанні сальто. У простому стрибку висота польоту залежить головним чином від швидкісно-силових можливостей спортсмена.

При виконанні сальто спортсмен повинен ці можливості застосовувати максимально (в ідеалі на 100%). Данні показують, що це вдається тільки спортсменам високого класу, у котрих вище як сам руховий потенціал, так і ступінь його використання. Показником потенційних можливостей спортсмена є в даному випадку час польоту в простому стрибку (він тим більший, чим вище стрибок), а ступінь використання рухового потенціалу характеризується коефіцієнтом ефективності техніки.

Варіант „Б”. В цьому випадку ефективність техніки оцінюють шляхом визначення енергозатрат чи виявляючи під час руху силу при виконанні одного й того ж завдання, іншими словами – визначають функціональну економізацію.

Наприклад, величина споживання кисню у ковзанярів під час бігу з однією й тією ж швидкістю буде різною. Схожа картина буде спостерігатися, якщо реєструвати, наприклад, силу відштовхування в бігу з заданою швидкістю: спортсмени низької кваліфікації частину зусиль витрачають непродуктивно (скажімо, на зайвий підйом ЦТ тіла вгору), і тому при тій же швидкості бігу імпульс сил опорних реакцій у них більший.

Економічність спортсмена (тобто вміння виконувати роботу з як можливо найменшими витратами енергії) залежить як від його технічної майстерності, так і від таких функціональних показників, як МСК та поріг анаеробного обміну. Показники економічності неможливо розглядати тільки як показники технічної майстерності. Ці комплексні показники залежать як від ефективності техніки, так і від функціональних можливостей спортсмена.

#### *Засвоєнність техніки.*

Технічна дія може бути засвоєна (вивчена, закріплена) спортсменами з різним ступенем. Засвоєнність руху – відносна, самостійна характеристика технічної майстерності, незалежна від ефективності техніки. Спортсмен може добре засвоїти той чи інший рух, але з істотними помилками в техніці (його техніка при цьому буде неефективна) і, навпаки, майже з перших спроб виконати рух правильно, хоча і недостатньо добре засвоївши його. Він може швидко забути правильне виконання та вже на наступному занятті бути неспроможним повторити свої правильні спроби.

Саме у зв'язку з різним ступенем володіння рухами здавна були зведені поняття про рухові вміння та рухові навички. Рухове вміння – це придбана здатність виконувати рух. Під руховою навичкою розуміють достатньо добре засвоєне вміння. Характеристика фізіологічних та психологічних явищ, які лежать в основі рухових вмінь та навичок, є в курсах фізіології та психології.

Тут достатньо привести тільки біомеханічну характеристику засвоєнності рухів і, зокрема тих її сторін, які найбільш суттєві для спортивно-технічної майстерності.

Для добре засвоєних рухів типові:

- 1) стабільність спортивного результату та ряду характеристик руху при виконанні його у стандартних умовах;
- 2) стійкість (порівняно мала мінливість) результату при виконанні руху в умовах, які змінюються, зокрема ускладнених;
- 3) зберігання рухового вмінь при перервах у тренуваннях;



#### 4) автоматизованість виконання.

Перспективи розвитку біомеханіки при вивченні рухів людини.

Аналізуючи техніку виконання спортсменами різних фізичних вправ, тренери, в основному, покладаються на свій досвід та візуальне спостереження. Але окремі елементи рухових дій, особливо такі, що тривають дуже короткий час (наприклад, фаза опори в бігу, відштовхування від опори у стрибках, постріли, удари по м'ячу, взаємодія гірськолижника з трасою та ін.), залишаються поза можливостями сприйняття людини. У наслідок цього дуже важко об'єктивно оцінити порівняльну чи абсолютну ефективність виконання фізичних вправ, її частин або фаз.

Таким чином, для ефективного навчання, контролю та вдосконалення спортивно-технічної майстерності спортсменів необхідні об'єктивні спроби реєстрації рухових дій, які дозволять ретельно вивчити техніку кращих спортсменів, виявити її визначальні елементи для різних видів спорту та розробити раціональні індивідуальні моделі техніки. Це особливо актуально:

а) при підготовці юних спортсменів, що дозволить уникнути заучування грубих помилок при виконанні змагальних вправ, які деякі спортсмени „несуть” до вершини своїх спортивних показників, не досягаючи максимально можливого спортивного результату;

б) при підготовці провідних спортсменів професійних і національних команд, які практично вичерпали свої функціональні можливості, проте могли б покращити спортивний результат за рахунок удосконалення техніки виконання рухових дій.

Для опису рухів людини використовуються такі поняття, як положення його системи точок, переміщення, траєкторії, швидкості, прискорення й інші. Складність пізнання самого процесу руху полягає в тому, що воно пред'являє особливі вимоги до способів виміру його параметрів і подальшого їхнього аналізу. Об'єктивність аналізу базується на глибокому розумінні фізичної сутності рухів людини та правильного використання як самих кінематичних термінів, так і одиниць їхнього виміру.

Рухи тіла людини можна виміряти, тільки порівнюючи положення його матеріальних точок із положенням обраного для порівняння тіла (тіло відліку). У якості зручної системи відліку при вивченні біокінематичних характеристик рухової дії по кінограмі придатна декартова інерційна система координат на площині. У процесі біокінематичного дослідження нерухома координатна система відліку може бути співвіднесена з будь-яким відносно нерухомим на кінограмі орієнтиром (лінія старту, фінішу при бігу спортсмена, нерухомі орієнтири навколишнього середовища, видимі деталі будинків і т.д.).

При вивченні рухів із складною координаційною структурою, а також при оцінці рухливості в суглобах при руховій реабілітації після перенесених травм або хірургічних втручань, при протезуванні кінцівок перед дослідниками часто виникають складні задачі по визначенню не стільки положення всього тіла в якійсь площині, скільки вивченню відносного взаємного розташування окремих його біоланок, біокінематичних пар або ланцюгів. Для рішення таких проблем звичайно використовується соматична система відліку, що дозволяє зв'язувати систему координат не з якимось зовнішнім об'єктом, а із самим тілом людини. Якщо ж необхідно вивчити рух точок тіла як у соматичній, так і в зовнішній системі координат, то необхідно додатково використовувати відносні взаємні переміщення самих координатних систем. Це спостерігається, наприклад, у бігу або ходьбі, коли одночасно вивчаються махові рухи кінцівок щодо всього тіла й переміщення спортсмена по дистанції щодо лінії фінішу.

Для біомеханічного дослідження природних локомоцій, а також специфічних рухів людини щодо обраної системи відліку потрібно насамперед скласти характерну розрахункову схему (або план) його рухової системи, що визначає біокінематичну структуру того або іншого конкретного досліджуваного руху або дії. На біокінематичній схемі повинні бути зображені тільки ті особливості рухового апарата, що необхідні для визначення шляху, швидкості і прискорення руху тих або інших його частин. Тому локомоторний апарат зображується на схемі у вигляді системи біоланок біокінематичних пар.

Найпростішим способом об'єктивної реєстрації рухових дій є стробофотографія. Стробофотографія – це зображення на одному фотознімку кількох послідовних положень тіла спортсмена, який виконує фізичну вправу. Техніка виконання стробофотографії полягає в багаторазовій короткочасній експозиції на одну й ту ж фотоплівку зображення спортсмена, що виконує фізичну вправу, використовуючи стробоскоп – диск з отворами, який обертається перед відкритим об'єктивом фотоапарату, або багаторазово спрацьовуючи імпульсну лампу.

Основним і визначальним недоліком цього способу є необхідність фотографування спортсменів у темряві, що практично виключає можливість його застосування в умовах змагань або з метою вивчення техніки спортсменів.

Другим недоліком стробофотографії є накладення зображень окремих частин тіла спортсмена та його спорядження одне на одне, що не дозволяє докладно визначити розташування потрібних для біомеханічного аналізу точок.

Переваги способу стробосфотографії – широка доступність, відносна простота та низька вартість, а також можливість одержати дуже велику кількість зображень об'єкта зйомки за одну секунду.

Вказані можливості стробосфотографії визначають межі її застосування – для вивчення особливостей техніки спортсменів, яких ми готуємо, фундаментальних лабораторних обстежень, а також при випробуваннях чи індивідуальній підготовці спортивного інвентаря.

Найбільш популярним сьогодні способом реєстрації фізичних вправ є відеозйомка з наступним покадровим переглядом відзнятого матеріалу на відеомоніторі або телеприймачі. Відеотехніка з успіхом застосовується в умовах тренувань і змагань у багатьох видах спорту.

Одним з недоліків способу, який обмежує його застосування, – відносно невисока максимальна частота стопрів, що не дозволяє отримати на відеомоніторі зображення спортсмена частіше, ніж 25 разів за секунду, чого в багатьох видах явно недостатньо.

Не варто забувати і про особливості обробки одержаного відеозапису для біомеханічного аналізу виконаних вправ: визначення координат потрібних точок тіла спортсмена та спорядження безпосередньо на відеомоніторі практично неможливе.

Для спостереження й автоматизації цього процесу використовуються спеціальні відео-комп'ютерні комплекси, які дозволяють запам'ятовувати й отримувати на моніторі комп'ютера роздруковані зображення досліджуваних об'єктів у потрібні моменти часу.

Єдиним об'єктивним методом реєстрації швидких рухів – короткочасних взаємодій спортсменів з опорою (відштовхування в легкоатлетичному бігу, стрибках), ударів в умовах тренувань і змагань є спосіб *кінограм*.

Кінограма – це послідовні фотографічні зображення тіла спортсмена, який виконує фізичні вправи, видрукувані з кіноплівки.

Побутові кінокамери дозволяють знімати з частотою до 60 кадрів за секунду з відстані до 15 метрів, а спеціальні швидкісні кінокамери розраховані для зйомки зі значно більшою частотою (від 200 до кількох тисяч кадрів за секунду) і з відстані до 50 метрів.

Слід додати, що спосіб кінограм сьогодні є одним з найпоширеніших при біомеханічному аналізі більшості рухових дій і використовується провідними науковими інститутами, лабораторіями та біомеханічними центрами.

### Лекція 3-4.

Тема: Біомеханіка рухового апарату людини.

План лекції:

1. Механічні властивості ланок і їхніх з'єднань.
2. Види навантажень і характер їхньої дії.
3. З'єднання ланок.
4. Групові взаємодії м'язів.

Рекомендована література:

1. Біомеханіка спорту // за заг. Ред. Лапутіна А.М.. – К.: Олімпійська література, 2001. – 319 с.
2. Донской Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 288 с.
3. Лапутин А.Н., Хапко В.Е. Биомеханика физических упражнений. – К.: Рад. шк., 1986. – 135 с.
4. Уткин В.Л. Биомеханика физических упражнений. – М.: Физкультура и спорт, 1989. – 247 с.

Зміст лекції:

Рух є основою життєдіяльності людини. Різноманітні хімічні і обов'язкові фізичні процеси у клітинах тіла, робота серця й протягом крові, подих, травлення і виділення; переміщення тіла у просторі і частин тіла щодо одне одного; дуже складна нервова діяльність, що є фізіологічним механізмом психіки, сприйняття і аналіз зовнішнього й внутрішньої злагоди - усе це різноманітні форми руху матерії.

Основним умовою життя загалом є взаємодія живого організму з довкіллям. У цьому вся взаємодія істотну роль грає рухова діяльність. Тільки пересуваючись, тварина може знаходити собі їжу, боронити життя, виробляти потомство забезпечуватиме його існування. Тільки за допомогою різноманітних і складних рухів людина робить діяльність, спілкується коїться з іншими людьми, каже, пише тощо. Певним чином організована рухова діяльність є основою фізичного виховання і основним змістом спорту.

Найбільш елементарної формою руху матерії є механічне рух, тобто. переміщення тіла у просторі. Закономірності механічного руху вивчаються механікою. Предметом механіки як науки вивчення змін просторового розташування тіл і тих причин, чи сил, що викликають ці зміни.

Розкриваючи і описуючи умови, необхідних здійснення тієї чи іншої механічного руху, механіка є важливим теоретичної основою техніки, особливо техніки побудови різноманітних механізмів. Механічна думка можна використовувати і за вивченні механічних рухів людини.

Рухова діяльність людини практично здійснюється за участі всіх органів тіла. Проте безпосереднім виконавцем функції руху є руховий апарат, що з кісток, скелета, зв'язок і м'язів зі своїми іннервацією і кровоносними судинами. З механічного погляду, руховий апарат поєднує у собі робочу автомобіль і машину-двигун.

Пристрій рухового апарату предмет вивчення анатомії. Вивчення рухового апарату як машини-двигун виробляється, переважно, біохімією і фізіологією. Вивчення його як робочої машини є саме особливої наукової дисципліни - біомеханіка.

Біомеханіка – наука про закони механічного руху на живих системах. Вона вивчає руху від погляду законів механіки, властивих всім без винятку механічним рухам матеріальних тіл. Спеціальних законів механіки, особливих для живих систем немає.

Проте складність руху, і функцій, живого організму вимагає ретельного обліку анатомо-фізіологічних особливостей. Інакше не можна правильно використовувати закони механіки до вивчення складних рухів організмів. Нерідко те, що вигідно з погляду законів механіки, недоцільно, з урахуванням особливості будівлі та функцій живого організму.

Тож з погляду законів механіки, для більшої стійкості тіла вигідно надати його центру тяжкості нижча становище. Але гірськолижник стане застосовувати на нерівному схилі низьку стійку, так як вона утрудняє амортизуючи роботу вже розтягнуті м'язів. Отже, закони механіки хоч і займають чільне місце у біомеханіці, але з можна використовувати не повідомляючи будівлі та функцій організму.

Механическое движение – это изменение положения тела в пространстве относительно других тел. Чтобы количественно описать положение тела в пространстве и времени и его движение, необходимо выбрать систему отсчета. Система отсчета – это некоторое тело, относительно которого указывают положения других тел. С телом отсчета должна быть связана система координат и часы для регистрации времени. В физике чаще всего используют 2 системы координат – прямоугольную и полярную. Если размер тела и его внутренняя структура для описания его движения не имеет значения, то его обозначают точкой.

С точки зрения механики, живой организм является объектом большой сложности, т.к. он состоит из деформирующегося материала разной плотности, полостей, меняющих объем, содержащих жидкости и газы, при это может изменять вес, расти, двигаться и т.д. Телу человека свойственна определенная геометрия, которая сходна с другими позвоночными: двуполярность (головной и хвостовой концы), двусторонняя симметрия,

освой скелет, сегментарность и др. Однако, существуют и особенности-прямохождение, ровные зубы, высокоразвитые верхние конечности, уникальный мозг и др. Для описания человека с точки зрения механики в его теле выделяют плоскости и направления. Плоскость, которая делит тело человека в вертикальном направлении на 2 симметричные половины, называется срединной, плоскости, параллельные ей, сагиттальные.

Перпендикулярно срединной – фронтальные плоскости. Перпендикулярно срединной и фронтальной расположены горизонтальные плоскости. По отношению к срединной плоскости отмечают расположение: медиально (ближе к ней), латерально – дальше. По отношению к фронтальной плоскости – спинная и брюшная стороны. Для конечностей есть термины проксимальный (ближе к туловищу) и дистальный (дальше от туловища).

Для положения тела и движений важен общий центр тяжести (ОЦТ). У взрослых мужчин он расположен на 15 мм позади от передне-нижнего края тела 5 поясничного позвонка. А у женщин на 55 мм спереди от передне-нижнего края 1 крестцового позвонка. Во фронтальной плоскости он смещен вправо, поэтому правая нога принимает большую нагрузку, чем левая. ОЦТ складывается из центров тяжести частей тела (парциальных), поэтому вместе с ними он меняет свое положение в пространстве, меняя устойчивость тела. Устойчивость тела человека определяется величиной площади опоры, высотой расположения ОЦТ и местом прохождения вертикали внутри площади опоры. Устойчивость тела характеризуется углом устойчивости (угол образован вертикалью из ОЦТ и прямой из него до края площади опоры): чем он больше, тем больше устойчивость.

*Кинематика* изучает механическое движение без рассмотрения его причин. Для описания движения материальной точки используют непрерывную линию по отношению к системе координат (*траекторию*). Длина траектории называется *путем*. *Перемещением* называют вектор, соединяющий начальную точку траектории и конечную. Для характеристики быстроты изменения тела в пространстве используют понятие *скорость*. Средняя скорость  $V_{cp} = S/t$ . Если она одинакова на всех участках пути, то движение равномерно. Путь на некотором участке – это разность ( $\Delta$ ) координат и моментов времени:  $V_{cp} = \Delta x / \Delta t$ . Если на разных участках скорости различны, то движение неравномерное. Мгновенная скорость  $V = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta x / \Delta t)$ .

Скорость – величина векторная, вектор скорости направлен по касательной в точке траектории. *Момент времени* – временная мера положения точки от начала отсчета. Длительность движения  $\Delta t = t_{кон} - t_{нач}$ .

Темп движения (частота)  $N = A/\Delta t$ , где  $A$  - количество движений. Ритм движений определяется отношением длительностей частей движений  $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$ .

Быстрота – это темп, в котором преодолевается расстояние без учета направления (= скорость). В системе СИ путь измеряется в м, время в сек. В общем случае при движении изменяется величина и направление скорости. Для характеристики быстроты изменения скорости используют ускорение:  $a = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta V/\Delta t)$  – мгновенное ускорение. Если  $a$  постоянно, то движение равнопеременное (равноускоренное или равнозамедленное). Можно показать, что  $2aS = V^2 - V_0^2$ . Это уравнение удобно для практических расчетов.

В природе движения чаще всего происходят по кривым линиям. Криволинейное движение можно представить себе как последовательность движений по окружностям, когда скорость изменяется как по величине, так и по направлению. При равномерном движении траектория – это окружность. В кинематике используют угловую скорость ( $\omega$ ), отношение угла поворота ( $\phi$ ) его радиуса-вектора:  $\omega = \phi/t$ . Радиан – безразмерная мера угла  $\phi = l/R$  – угол, длина дуги которого равна радиусу окружности. Полный поворот по окружности содержит  $2\pi$  радиан. Линейная и угловая скорости связаны  $V = \omega R$ . При равномерном движении вектор ускорения направлен к центру-центростремительное ускорение не меняется  $a_c = V^2/R = \omega^2 R$ . При неравномерном движении кроме центростремительного появляется и тангенциальное ускорение, которое возникает из-за изменения вектора скорости  $a_t = \Delta V/\Delta t$  и направлено по касательной к окружности. Результирующее ускорение рассчитываем по теореме Пифагора  $a^2 = a_c^2 + a_t^2$ .

Угловое ускорение  $\varepsilon = \Delta\omega/\Delta t = a_t/R$ . Движения человека очень сложны и плохо поддаются описанию. При ходьбе каждая нога поочередно является опорной и переносной. В опорный период входят амортизация (торможение тела по отношению к опоре) и отталкивание, в переносной разгон и торможение. При беге существует промежуток времени, когда обе ноги находятся в воздухе, а промежутков одновременного касания опоры нет. При прыжках важно отталкивание, которое обеспечивает максимальную скорость ОЦТ и направление.

Як самостійна наукову дисципліну біомеханіка фізичних вправ повинна збагачувати теорію фізичного виховання, досліджуючи жодну зі сторін фізичних вправ – техніку. Разом про те, біомеханіка фізичних вправ безпосередньо є й практиці фізичного виховання. Так само як, наприклад, таке:

- 1) оцінка фізичних вправ з погляду їхньої ефективності у вирішенні певних завдань фізичного виховання (ФВ);
- 2) вивчення техніки ФУ як предмета навчання з виявленням головного й ведучого в рухах, забезпечує високий результат;
- 3) оцінка якості виконання ФУ, виявлення помилок, їх причин, наслідків і шляхів усунення;
- 4) вдосконалення спортивної техніки з узагальненням передового досвіду і його теоретичне обґрунтування;
- 5) вивчення особливостей кращих зразків спортивної техніки, як загальних всім, і тих, які залежить від індивідуальних особливостей фізичного розвитку;
- б) вивчення функціональних показників фізичного розвитку з уточнення шляхів підвищення функціональних можливостей організму спортсмена.

### Лекція5-6.

Тема: Кінематичні характеристики рухів людини.

План лекції:

1. Характеристики рухів людини.
2. Кінематичні характеристики.
3. Часові характеристики.
4. Просторово-часові характеристики.

Рекомендована література:

1. Біомеханіка спорту // за заг. Ред. Лапутіна А.М.. – К.: Олімпійська література, 2001.- 319 с.
2. Донской Д.Д., Зациорский В.М. Біомеханіка. - М.: Физкультура и спорт, 1979. – 264 с.
3. Коренберг В.Б. Основы качественного биомеханического анализа. – М.: Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.

Зміст лекції:

Галузь вивчення біомеханіка - механічні й біологічні причини виникнення рухів, особливості їх виконання у різних умовах. На лекції будуть розглянуті ключові поняття: **переміщення точки** – просторова міра заміни місця розташування точки в даній системі відліку; **тривалість прямування** – його часова міра; **ритм прямувань** – тимчасова міра співвідношення частин прямувань; **швидкість тоги** – це просторово-часова міра прямування.

Рух частин тіла людини представляють собою переміщення у просторі і часу, які виконуються у багатьох суглобах це й послідовно. Руху



на суглобах за своєю формою і характерові дуже різноманітні, вони залежить від дії безлічі прикладених сил. Усі руху закономірно об'єднують у цілісні організовані дії, якими людина управляє з допомогою м'язів. Зважаючи на складність рухів людини, в біомеханіці досліджують і механічну, біологічну їх із боку, причому обов'язково жити у тісний взаємозв'язок.

Оскільки людина виконує завжди осмислені дії, його цікавить, як і досягти мети, наскільки добре і легко це діється у цих умовах. Щоб результат був кращим і нездатність досягти його було легше, людина свідомо враховує і який використовує умови, у яких треба діяти. З іншого боку, навчається понад цілком виконувати руху. Біомеханіка людини враховує ці його хист, ніж істотно відрізняється від біомеханіка тварин. Отже, біомеханіка людини вивчає також, який спосіб мислення та які умови виконання дій краще організувати і як опанувати ними.

У біомеханіці область вивчення визначається її завданнями. Загальна завдання охоплює всю область знання на цілому; приватні завдання важливі щодо конкретних питань рухів.

Загальна завдання вивчення рухів полягає у оцінці ефективності докладання їхніх зусиль задля досягнення поставленої мети.

Будь-яке вивчення рухів у кінцевому підсумку спрямоване те що, аби допомогти краще виконувати їх. Перш, ніж розпочати розробці кращих способів дій, необхідно оцінити вже існуючі. Звідси випливає спільне завдання біомеханіка, яка зводиться для оцінювання ефективності способів виконання досліджуваного руху. За такого підходу зіставляють те в рухах про те, що потрібно.

Біомеханіка досліджує, як отримана механічна енергія руху, і напруги може отримати робоче застосування (А. Ухтомський). Робочий ефект вимірюється тим, як використовується витрачена енергія. І тому визначають, які сили роблять корисну роботу, яке воно з походження, коли прикладені. Це ж має бути відомо про силах, що виробляють шкідливу роботу, знижує ефективність корисних сил. Таке вивчення дає зробити висновки у тому, як збільшити ефективність дії. Це - загальна завдання. Під час її вирішення виникають багато приватні завдання, як що передбачають безпосередню оцінку ефективності, а й які з спільної справи і взагалі підлеглі.

Приватні завдання біомеханіка перебувають у вивченні і поясненні: а) самих рухів людини у тій чи іншій області, його рухової діяльності; б) рухів фізичних об'єктів, переміщуваних людиною, в) результатів рішення рухової завдання; д) умов, у яких здійснюються; ж) розвитку рухів людини (з урахуванням названих сторін) внаслідок навчання дітей і тренування.

1. За підсумками кінематики описують руху (просторову форму і характеру рухів), вивчаючи динаміку рухів, вплив сил з їхньої зміна, дають пояснення, знаходять причини особливостей руху.

2. Так само описують і пояснюють руху снарядів, залежать від рухів людини.

3. Необхідно зіставляти різноманітні варіанти виконання, сформовані на практиці, різну міру досконалості, яка від кваліфікації виконання й ін.

4. Руху часто виконуються в змінних умовах, характер зміни останніх також впливає руху. З огляду на умови зовнішні (все чинники зовнішнього оточення) та внутрішні (рівень підготовленості, вікові особливості та інших.), з одного боку виявляють, які умови сприяють ефективності, інакше кажучи, які потрібно створити умови. З іншого боку, визначають, як їм краще пристосуватися до заданим умовам, як їх використовувати.

5. За підсумками описи і пояснення рухів необхідно вказати шлях їх вдосконалення: як вивчати дійсність, а й перетворювати її.

Зміст науки становить сукупність накопичених знань, утворюють певну систему - теорію науки, і навіть шляху одержання цих знань - метод науки. І теорія і метод виражаються у поняттях і законах науки, притаманних неї, які розкривають неї давав.

У основі сучасного розуміння рухових дій закладено системно-структурний підхід, що дозволяє розглядати тіло людини, як рухливу систему, не бажаючи процеси руху - як що розвиваються системи рухів.

Теорія біомеханіки нині охоплює великі проблеми.

Особливості будівлі та властивості тварин організмів істотно впливають на закономірності їх рухів. Виходячи з цього, тіло людини сприймається як біомеханічна система. З давніх-давен органи опори і рух порівнюють із важелями. Раніше вказували тільки те, що, вивчаючи руху таких важелів, слід враховувати анатомо-фізіологічні особливості тіла людини. Наступним етапом у сенсі природи рухів було визнання специфіки біомеханічних систем, відмінних у принципі від твердих тіл чи систем твердих тіл. Ця специфіка змушує вивчати такі властивості біомеханічних систем, яких у штучних конструкціях, машинах, створюваних людиною. Тож у теорії біомеханіка проблему вивчення будівлі та властивості біомеханічних систем, і навіть їх розвитку.

Аби вирішити спільної справи біомеханіка необхідно вивчення специфічних особливостей самих процесів досягнення живого організму, що умов, які забезпечують ефективність докладання зусиль. Для рухів тварин

характерно поєднання безлічі рухів у суглобах у єдине ціле - систему рухів. З цією пов'язано виникнення теоретично біомеханіка проблеми вивчення ефективності рухових дій, як систем рухів, їх особливостей та розвитку.

Надзвичайно важливе вивчення зміни рухів у процесі оволодіння руховими діями як системами рухів (руховими актами, прийомами виконання дій). Із цим пов'язана проблема вивчення закономірностей формування та вдосконалення рухів.

Метод біомеханіки - системний аналіз політики та синтез рухів з урахуванням кількісних характеристик, зокрема кібернетичне моделювання рухів.

Біомеханіка, як наука експериментальна, емпірична, спирається на дослідне вивчення рухів. З допомогою приладів реєструються кількісні характеристики, наприклад траєкторії швидкості, прискорення та інших., дозволяють розрізняти руху, порівнювати їх між собою. Розглядаючи характеристики, подумки розчленовують систему рухів на складові - встановлюють її складу. У цьому полягає системний аналіз.

Система рухів як єдине ціле - не просто сума її складових частин. Частини системи об'єднані численними взаємозв'язками, надають їй нові, не які у її частинах якості (системні властивості). Необхідно подумки представляти воно, встановлювати спосіб взаємозв'язку частин у системі - її структуру. У цьому полягає системний синтез.

Системний аналіз стану та системний синтез нерозривно пов'язані один з одним, вони взаємно доповнюються у системно-структурному дослідженні.

Під час вивчення рухів у процесі розвитку системного аналізу та синтезу останніми роками дедалі ширше застосовується метод кібернетичного моделювання - побудова керованих моделей (електронних, математичних, фізичних та інших.) рухів і моделей тіла людини.

З застосуванням кожної нової методики, з накопиченням фактичних даних, з недостатнім розвитком суміжних областей знання (механіки, анатомії, фізіології, кібернетики) змінювалися критерії оцінки отриманих результатів, з'являлися умовиводи, висновки, поступово складаються до нового розуміння явищ і процесів. Теорія біомеханіка як узагальнення експериментальних даних у світі певних ідей розвивалася в кількох напрямках.

Механічне напрям. Механічний підхід до вивчення рухів людини дозволяє визначити кількісну міру рухових процесів, пояснити фізичну сутність механічних явищ, розкриває величезну складність будівлі тіла людини її рухів з погляду фізики.

## Лекція 7-9

Тема: Біомеханіка рухових якостей.

План лекції:

1. Рухові якості як різноманітні сторони рухових можливостей людини. Різновиди рухових якостей.
2. Витривалість та стомлення, біомеханічні ознаки стомлення.
3. Біомеханічні шляхи підвищення витривалості.
4. Біомеханічні аспекти швидкісних, силових, швидкісно-силових якостей.
5. Біомеханічні аспекти гнучкості та спритності.

Рух є основою життєдіяльності людини. Різноманітні хімічні і обов'язкові фізичні процеси у клітинах тіла, робота серця й протягом крові, подих, травлення і виділення; переміщення тіла у просторі і частин тіла щодо одне одного; дуже складна нервова діяльність, що є фізіологічним механізмом психіки, сприйняття і аналіз зовнішнього й внутрішньої злагоди - усе це різноманітні форми руху матерії.

Основним умовою життя загалом є взаємодія живого організму з довкіллям. У цьому вся взаємодія істотної ролі грає рухова діяльність. Тільки пересуваючись, тварина може знаходити собі їжу, боронити життя, виробляти потомство забезпечуватиме його існування. Тільки за допомогою різноманітних і складних рухів людина робить діяльність, спілкується коїться з іншими людьми, каже, пише тощо. Певним чином організована рухова діяльність є основою фізичного виховання і основним змістом спорту.

Найбільш елементарної формою руху матерії є механічне рух, тобто, переміщення тіла у просторі. Закономірності механічного руху вивчаються механікою. Предметом механіки як науки вивчення змін просторового розташування тіл і тих причин, чи сил, що викликають ці зміни. Розкриваючи і описуючи умови, необхідних здійснення тієї чи іншої механічного руху, механіка є важливим теоретичної основою техніки, особливо техніки побудови різноманітних механізмів. Механічна думка можна використовувати і за вивченні механічних рухів людини. Рухова діяльність людини практично здійснюється за участі всіх органів тіла. Проте безпосереднім виконавцем функції руху є руховий апарат, що з кісток, скелета, зв'язок і м'язів зі своїми іннервацією і кровоносними судинами. В основу методики розвитку рухових якостей покладено можливість таздатність організму до накопичу вальної адаптації, в процесі якої під впливом дій, що регулярно повторюються, відбувається точне пристосування до характеру тасили дій, підвищуються функціональні можливості організму

у цьому конкретному напрямі. Необхідність виконання для розвитку рухових якостей дій у певній послідовності дозволяє виділити наступні загальні складові педагогічного процесу (за В.Петровським та ін): - вибір мети (яку якість розвивати) і видів потреб (оздоровчі, спортивні); - вибір відповідних вправ; - визначення відповідного способу виконання вправи (швидкість, витривалість, ступінь обтяження); - визначення оптимального способу повторень окремих вправ і їх місця в занятті (способи повторень: безперервний, інтервальний, повторний); - спосіб побудови тижневого циклу занять; - спосіб побудови процесу розвитку рухових якостей (тривалість періоду, необхідна кількість уроків, динаміка навантаження, послідовність у розвитку рухових якостей).

Витривалість — це здатність організму здійснювати роботу протягом тривалого часу долаючи втому. Витривалість багато в чому визначає загальний рівень працездатності спортсмена. Характеризується вона тривалістю роботи на заданому рівні потужності до перших ознак вираженої втоми, яка приводить до зниження працездатності. Визначається витривалість тривалістю роботи, виконаною до відмови. Витривалість можна характеризувати відношенням величини енергетичних резервів, доступних для використання, до швидкості витрачання енергії при виконанні вправ. Іншими словами, витривалість визначається часом функціонування із заданою інтенсивністю до повного виснаження енергетичних ресурсів. Конкретний прояв витривалості завжди носить специфічний характер, який залежить від використання як джерела енергії різних метаболічних процесів. Відповідно до наявності трьох різних механізмів енергоутворення виділяються три компоненти витривалості – алактатний, гліколітичний і аеробний. Прояв загальної витривалості, який оцінюється за часом роботи до відмови, в цьому випадку може бути представлено як суму різного поєднання параметрів потужності, ємності і ефективності аеробного і анаеробного процесів. Вплив окремих компонентів в обох проявах витривалості змінюється в залежності від потужності і максимального часу виконання вправи. У помірних вправах, де рівень загальних витрат енергії не перевищує значень максимального підвищення швидкості аеробного утворення енергії, витривалість представлена переважно її аеробний компонентом. З збільшенням потужності вправи вище критичного рівня, відповідної максимальному споживанню кисню, роль аеробного компонента витривалості поступово зменшується і зростає значення анаеробних компонентів. У короткочасних вправах максимальної потужності прояв витривалості носить переважно анаеробний характер з приблизно рівним

залученням алактатного і гліколітичного компонентів. Тренування спрямоване на розвиток витривалості впродовж тривалого періоду, викликає в організмі адаптаційні зміни спрямовані на покращення функціональних можливостей організму, що пов'язані з транспортуванням кисню, гіпертрофією міокарда, щільністю капілярів у м'язах, збільшенням кількості міоглобіну в м'язах, збільшенням кількості мітохондрій та покращення активності окислювальних ферментів мітохондрій, збільшенням запасів енергетичних субстратів (глікоген, тригліцериди).

Утомлением называется вызванное работой временное снижение работоспособности. Существуют, как известно, несколько основных типов утомления: умственное, сенсорное, эмоциональное, физическое (вызванное мышечной деятельностью). В биомеханике рассматривается только физическое утомление. Утомление при мышечной работе проходит через две фазы:

1) фазу компенсированного утомления — в ней, несмотря на возрастание затруднения, спортсмен сохраняет интенсивность выполнения двигательного задания например, сжирить плавания; на прежнем уровне;

2) фазу декомпенсированного утомления — в ней спортсмен, несмотря на все старания, не может сохранить необходимую интенсивность выполнения задания.

Утомление проявляется в специфических субъективных ощущениях, объективных физиологических и биохимических сдвигах (например, в уменьшении систолического выброса, сдвиге рН крови в кислую сторону). Проявляется оно очень заметно и в биомеханических (двигательных) показателях.

В фазе компенсированного утомления скорость передвижения (или другой показатель интенсивности двигательного задания) не снижается, но происходят изменения в технике движений. Снижение одних показателей компенсируется ростом других. Наиболее часто уменьшается длина «шагов», что компенсируется возросшей их частотой. Особенно четко эта закономерность проявляется при задании удерживать как можно дольше постоянную скорость передвижения (например, при плавании за механическим лидером или светолідером).

Под влиянием утомления снижаются скоростно-силовые показатели утомленных мышц. Такое снижение может до известной степени компенсироваться сознательным или бессознательным изменением техники движения.

Наблюдаемые в состоянии утомления изменения в технике движений имеют двоякую природу: изменения, вызванные утомлением, и приспособительные реакции, которые должны компенсировать эти изменения, а также снижение функциональных (в частности, скоростно-силовых) возможностей спортсмена.

В результате далеко не всегда ясно, полезным или вредным является то или иное изменение в технике движений при утомлении (например, меньшее сгибание ноги в коленном суставе при беге: надо ли с ним бороться или именно такой вариант исполнения в утомленном состоянии лучше других?). Это решается в каждом конкретном случае на основе практического опыта и специальных биомеханических исследований. Повышение устойчивости спортивной техники по отношению к утомлению — одна из важных задач во многих видах спорта. Это достигается длительной специальной тренировкой (в том числе и в состоянии утомления).

Если предложить одно и то же двигательное задание разным людям, признаки утомления у них появятся через разное время. Причиной этого является, очевидно, разный уровень выносливости у этих людей. Выносливостью называется способность противостоять утомлению. При прочих равных условиях у более выносливых людей наступает позже как первая, так и вторая фаза утомления. Основным мерилем выносливости считают время, в течение которого человек способен поддерживать заданную интенсивность двигательного задания (В.С. Фарфель). Согласно правилу обратимости двигательных заданий, для измерения выносливости можно использовать и другие эргометрические показатели. Рассмотрим пример: спортсмены лежа выжимают «до отказа» штангу 50 кг. Если не учитывать уровень их максимальной ( $F_{\text{max}}$ ) силы, то более выносливыми следует считать тех, кто смог поднять штангу большее число раз. Если же учесть, что максимальная сила у одних спортсменов невелика (скажем, 55 кг), а у других намного больше, то ясно, что на полученный результат повлияет не только разный уровень выносливости испытуемых, но и разные силовые возможности. Устранить их влияние можно было бы, например, так: предложить всем выжимать штангу, вес которой равен определенному проценту от их максимальной силы (скажем, 50% от  $F_{\text{max}}$ ). В первом случае интенсивность задания уравнивалась в абсолютных единицах (килограммах), во втором — в относительных (в % от  $R_m$ ). Рассмотрим другой пример: два спортсмена (условно А и Б) бегут 800 м. Результат А — 2 мин 10 с, Б — 2 мин 12 с. Очевидно, А более вынослив, чем Б. Однако допустим, что А пробегает 100 м за 10,5 с, а Б — лишь за 15,0 с. Если учитывать уровень скорости, которым владеют спортсмены, результат А на 800 м является

слабым; время Б, наоборот, надо расценивать как очень хорошее. Таким образом, если не учитывать уровень максимальной скорости спортсменов, то А выносливее, чем Б; если же учесть их скоростные возможности, соотношение меняется: Б будет выносливее, чем А. В этих примерах видна причина, обуславливающая два типа показателей выносливости — явные и латентные. Явные (используется также термин «абсолютные») — без учета развития силовых или скоростных качеств; латентные (говорят еще — относительные) — с учетом развития названных качеств, когда их влияние каким-либо образом исключается. Хотя латентных показателей выносливости существует довольно много, в их основе всегда лежит сравнение эргометрических показателей в данном двигательном задании с достижением в других заданиях. Примерами латентных показателей выносливости могут быть:

1. Коэффициент выносливости — отношение времени преодоления всей дистанции ко времени преодоления какого-либо короткого отрезка (100 м в беге, 50 м в плавании и т. п.).
2. Запас скорости (по Н.Г. Озолину) — разность между средним временем преодоления эталонного отрезка при прохождении всей дистанции и лучшим временем на этом отрезке.

Чем меньше запас скорости, тем выше выносливость. С ростом спортивной квалификации запас скорости, как правило, уменьшается. Например, у сильнейших бегунов мира на 400 м он равен 0,9—1,0 с, у начинающих — 2—2,5 с. С увеличением дистанции запас скорости также увеличивается. Тренеры в видах спорта циклического характера знают, чему равны показатели запаса скорости (или другие латентные показатели выносливости) на разных дистанциях у спортсменов разной квалификации, это поможет определять слабые стороны в подготовке своих учеников, видеть, что именно отстает — скорость или выносливость.

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

- 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.

Что касается первого пути, то он реализуется несколькими основными способами:

- а) устранением ненужных движений (например, в вертикальном направлении; ведь каждая работа по подъему тела требует затрат энергии и



оправданна лишь постольку, поскольку она абсолютно необходима для продвижения вперед);

б) устранением ненужных сокращений мышц. У квалифицированных спортсменов суммарное время активности мышц меньше, время расслабленного состояния больше, чем у новичков. Это достигается за счет так называемой концентрации активности мышц. Внешне это выражается в легкости и свободе движений;

в) уменьшением внешнего сопротивления (например, уменьшением сопротивления воды в плавании за счет выбора более обтекаемого положения тела);

г) уменьшением внутрицикловых колебаний скорости. Повышение скорости (после ее падения) требует затрат энергии. По возможности такие колебания надо уменьшать, хотя в некоторых видах спорта (плавание брассом, академическая гребля) они поневоле остаются значительными;

д) выбором оптимального соотношения между силой действия и скоростью рабочих движений. В некоторых видах спорта (велосипедном, гребле) можно сохранить одну и ту же скорость передвижения при разном соотношении силы действия и скорости отдельных движений (например, в гребле за счет изменения площади лопасти весла). Аналогично в лабораторных условиях можно поддерживать ту же мощность на велоэргометре при разном соотношении силы действия и скорости педалирования. Для каждой заданной скорости передвижения или мощности существует оптимальное соотношение между силой действия и скоростью рабочих движений. Наиболее просто вопрос сохранения его решается в велосипедном спорте, где величина сопротивления задается сменой передачи (можно сделать так, что за один рабочий цикл велосипед будет проезжать разные расстояния). На разных передачах велосипедист будет ехать при одной и той же величине энерготрат с разной скоростью;

е) выбором оптимального соотношения между длиной и частотой шагов.

Подобного рода зависимости существуют и в других циклических локомоциях. Интересно, что в ходьбе оптимальная (по затратам энергии) длина и частота шагов подбирается человеком без специального обучения. В других циклических локомоциях нередко можно наблюдать довольно значительные отклонения от наиболее выгодного соотношения этих характеристик. Подобные отклонения должны устраняться тренером.

Повышение экономичности спортивной техники — основное направление ее совершенствования в видах спорта, требующих большой выносливости. Определенное значение имеют и другие факторы, в частности предупреждение локального утомления отдельных мышечных групп, что

может наблюдаться, если нагрузка на какую-либо мышечную группу становится особенно велика и т.д.

З огляду на те, що рухова діяльність людини являє собою цілісну реакцію організму, усі його рухові якості проявляються в діалектичній єдності. Проте в процесі спортивного тренування залежно від характеру виконуваних вправ окремі рухові якості можуть вироблятися в організмі більшою мірою. Оскільки прояв функціональних можливостей організму потребує певної біохімічної адаптації його робочих органів, істотна роль у розвитку якостей рухової діяльності належить біохімічним змінам, що відбуваються під впливом тренування в м'язах, внутрішніх органах і крові.

Сила характеризується ступенем напруження, яке можуть розвивати м'язи при скороченні. У процесі індивідуального розвитку людини (через 5-6 місяців після її народження) кількість м'язових волокон сягає свого максимуму і протягом всього наступного життя практично не змінюється. Доросла ж людина в сотні разів сильніша немовляти. Причиною цього є гіпертрофія м'язів. Гіпертрофія - це пристосувальна реакція м'язових клітин на фізичні навантаження. У процесі адаптації в м'язових волокнах відбувається перебудова: збільшується маса саркоплазми і кількість включень, що входять до неї, зростає число міофібрил, що призводить до збільшення діаметра м'язового волокна і м'яза в цілому. У м'яз проростають нові пучки кров'яних судин, що живлять його, розростаються сполучні тканини, сухожилля. Усе це разом збільшує масу мускулатури. Пристосувальні перебудови залежать від характеру виконуваної роботи і по-різному впливають на працездатність м'яза. Помірне збільшення обсягу саркоплазми і включень, у тому числі і поживних речовин, позитивно впливає на тривалість роботи м'язових клітин, їх спроможність протистояти втомі, тобто підвищує витривалість. Ріст судинної мережі покращує кровопостачання, що сприяє прискореній доставці кисню і поживних речовин, швидкому виділенню шлаків. Максимальні значення прояву максимальної сили досягаються при гранично високій концентрації вольового зусилля. При цьому забезпечується оптимальне збудження в моторних центрах і підтримка максимальної частоти імпульсів в рухових нервах, при якій в роботу включається найбільша кількість рухових одиниць. Прояв силових якостей багато в чому залежить від співвідношення швидко- і повільноскорочувальних волокон в складі м'язу, а також від координації рухів (сума зусиль, що розвиваються м'язами-синергістами, протидії м'язів-антагоністів, послідовності тимчасової активації окремих груп м'язів та ін.). На рівні окремих рухових одиниць вияв силових якостей визначається частотою імпульсів, що досягають синапсичних утворень на зовнішній

мембрані м'язового волокна, швидкістю передачі електричного збудження від зовнішньої мембрани до міофібрил, потужністю потоку іонів  $Ca^{2+}$ , що звільняються з внутрішніх цистерн саркоплазматичного ретикулуму у внутрішньоклітинний простір, швидкістю розвитку активації в міофібрилах, загальною кількістю, ферментативними властивостями і особливостями будови скорочувальних білків міофібрил та ін. Основні біохімічні чинники, які лімітують прояв силових якостей - довжина саркомера або довжина товстих міозинових ниток, тобто ступінь полімеризації міозину, і загальний вміст у м'язі скорочувального білка актину. Зусилля, що розвивається в процесі взаємодії актинових і міозинових ниток в міофібрилах, пропорційне числу утворених поперечних спайок: чим більша площа накладання тонких актинових ниток на товсті міозинові нитки в межах кожного саркомера, тим більше максимальне зусилля, що розвивається м'язом. Максимально можлива площа зіткнення ниток визначається довжиною товстих міозинових ниток або окремого саркомера. Довжина саркомера, або ступінь полімеризації міозину в товстих нитках міофібрил генетично зумовлений чинник, тому він залишається незмінним в процесі індивідуального розвитку і при тренуванні.

Швидкість характеризується здатністю людини виконувати ті або інші рухові дії в мінімально короткий відрізок часу. Прояв швидкості пов'язаний з виробленням цілої системи умовних рефлексів, а також із формуванням високої рухливості процесів збудження і гальмування нервової системи, які забезпечують швидку зміну скорочення і розслаблення різних груп м'язів. Існує фундаментальна залежність між максимальною швидкістю скорочення м'яза, довжиною саркомера і відносною АТФ-азною активністю міозину. Найбільша швидкість скорочення відмічена в літальних м'язах комах і колібрі, в складі яких є самі короткі саркомери, найменша в м'язах-закривачах моллюсків, в складі яких є самі довгі саркомери. Максимальна швидкість скорочення різна в м'язових волокнах різного типу: у швидкоскорочувальних білих волокнах вона приблизно в 4 рази вище, ніж в повільноскорочувальних червоних волокнах. Сумарна АТФ-азна активність вища в швидкоскорочувальних волокнах. Відповідно до цього максимальна потужність скорочення м'язу тісно пов'язана з процентним вмістом в працюючих м'язах окремих типів волокон. Чим швидше скорочується м'яз, тим менше поперечних містків включається в роботу. Тобто виграш у швидкості супроводжується програшем у силі. Максимальна швидкість скорочення прямо пропорційна відносній АТФ-азній активності. Тому біохімічною основою швидкості (як і сили) є АТФ-азна активність міозину, яка забезпечує швидку і потужну мобілізацію хімічної енергії АТФ у

м'язових волокнах із наступним її використанням на скорочення м'яза. З огляду на те що швидкість завжди проявляється в частій зміні процесів скорочення і розслаблення, після кожного чергового скорочувального акта в періоді м'язового розслаблення, що наступив, необхідно швидко і повне відновлення використаної АТФ, яке переважно забезпечується анаеробним шляхом. Тому швидкість визначається також ступенем розвитку в організмі креатинфосфатного і гліколітичного шляхів ресинтезу АТФ. Структурні чинники швидкісних і силових якостей людини (довжина саркомерів у міофібрилах, пропорції швидко- і повільноскорочувальних волокон у м'язах) генетично зумовлені, тому основним методичним шляхом розвитку як швидкісних, так і силових якостей спортсменів є підбір засобів і методів, які могли б поліпшити АТФ-азну активність міозину і посилити синтез скорочувальних білків у м'язах. У швидкісно-силових видах спорту для вирішення цих завдань використовуються два основних методичних прийоми – метод максимальних зусиль і метод повторних максимальних навантажень.

Для розвитку максимального прояву силових і швидкісних якостей застосовуються вправи, близькі за біодинамічною структурою до змагальної або змагальну вправу. Вони виконуються з максимальною мобілізацією на прояв максимального зусилля і з невеликим числом повторень і нерегламентованими інтервалами відпочинку, достатніми для повного відновлення і повторної мобілізації на максимальне зусилля (як правило, 1,5-2 хв відпочинку між вправами). Граничний обсяг вправ з максимальним проявом сили, швидкості або потужності визначається критичною концентрацією КрФ в м'язах (приблизно 1/3 від загальної алактатної анаеробної ємності), нижче за яку вже неможливо підтримувати максимальну швидкість ресинтезу АТФ. За рахунок цієї кількості КрФ можна виконувати безперервно до 5-6 повторів. При доволно дозованих інтервалах відпочинку, в одному тренувальному занятті можна 10-12 разів повторити вправу без помітного зниження максимальної потужності. При великому числі повторень розвивається локальне втома, яка призводить до порушення координації рухів і зниження потужності скорочення. Зниження концентрації КрФ в працюючих м'язах нижче критичного значення супроводиться посиленням гліколізу, накопиченням молочної кислоти і різким зниженням внутрішньоклітинного рН. Під впливом цих змін у внутрішньоклітинному середовищі відбувається пригноблення міозинової АТФ-ази і, як наслідок, зниження максимальної потужності вправи. Тому тренувальну роботу необхідно припиняти як тільки проявляється виражене зниження максимальної потужності або різка зміна концентрації молочної кислоти і показників рН крові. Метод повторних граничних вправ застосовується для

посилення синтезу скорочувальних білків і збільшення м'язової маси. Для вирішення цієї задачі може бути використане широке коло вправ, що значно навантажують вибрану групу м'язів. Опір, що долається звичайно не перевищує 70 % від максимального. Вправи виконуються з великим числом повторень до відмови.

При навантаженнях, що складають більше за 50 % від максимального, різко знижується кровопостачання м'язу, що супроводиться проявом локальної гіпоксії. У цих умовах (при дефіциті аеробної енергопродукції) значно виснажуються алактатні анаеробні резерви і в м'язах нагромаджується велика кількість вільного креатину, помітно посилюється утворення молочної кислоти в результаті гліколізу.

Через дефіцит макроергічних речовин при виконанні роботи великого обсягу відбувається руйнування м'язових білків і накопичення продуктів їх розпаду (низькомолекулярних пептидів, амінокислот та ін). Продукти розщеплення білків, як і вільний креатин, служать активаторами білкового синтезу в період відпочинку після швидкісно-силової роботи, коли відновлюється нормальне постачання тканин киснем і посилюється доставка до них поживних речовин.

Накопичення молочної кислоти при роботі максимального характеру і викликана цим зміна внутрішньом'язового осмотичного тиску сприяють затриманню в м'язах міжклітинної рідини, багатой поживними речовинами. При систематичному повторенні такого тренування в м'язах істотно збільшується кількість скорочувальних білків і зростає загальний об'єм м'язової маси. Розумне поєднання і послідовність застосування обох методів у процесі тренування можуть забезпечити високий рівень розвитку швидкісно-силових якостей спортсмена.

У повсякденному житті, професійній та спортивній діяльності людям доводиться виконувати різноманітні рухові дії. Одні з них вимагають незначної амплітуди рухів у суглобах, а інші біля граничної. Технікою деяких рухових дій взагалі неможливо оволодіти, коли людина не має необхідного рівня розвитку рухливості у суглобах. У побуті та спортивній педагогіці рухливість у суглобах позначають терміном гнучкість. Гнучкість - це здатність людини виконувати рухи в суглобах з якомога більшою амплітудою.

Розрізняють активну і пасивну гнучкість. Під активною гнучкістю розуміють максимально можливу амплітуду рухів, яку може проявити людина у певному суглобі без сторонньої допомоги, використовуючи лише силу власних м'язів, що здійснюють рухи у цьому суглобі. Під пасивною гнучкістю розуміють максимально можливу амплітуду рухів у певному

суглобі, яку людина здатна продемонструвати за допомогою зовнішніх сил (відносно цього суглобу), що створюються партнером, приладом, обтяженням, дією інших ланок власного тіла тощо.

Між рівнем розвитку гнучкості у різних суглобах залежності не існує. Фактори, що зумовлюють прояви гнучкості: будова суглобів: форма суглоба, довжина суглобових поверхонь, ступінь відповідності поверхонь суглоба одна одній, наявність кісткових виступів та їх розмірів. За формою суглоби бувають: кулясті, еліпсоподібні, сідлоподібні, циліндричні та плоскі. Найбільш анатомічна рухливість у кулястих суглобах. Найменшу анатомічну рухливість мають сідлоподібні, блокоподібні та плоскі суглоби.

На величину рухливості може впливати і індивідуальні особливості будови суглобів. Форма суглобів під впливом занять фізичними вправами не змінюється. Сила м'язів, їх еластичність, що здійснюють рухи у суглобі. Збільшення температури і кровотоку у м'язах. Врівноважений стан психіки, емоційний підйом. Негативно впливають на прояв гнучкості наступні фактори: низький рівень фізичної підготовленості, низька температура навколишнього середовища і особливо тіла, значна фізична втома, підвищений тонус м'язів, надмірне збудження, або стан психічної депресії.

В цілому гнучкість природно зростає до 14-15-річного віку. Але у різних суглобах вона має різну динаміку розвитку. Так рухливість у дрібних суглобах розвивається скоріше ніж у масивних.

Засоби розвитку гнучкості можна поділити на три різновиди: силові вправи, вправи на розслаблення м'язів та вправи на розтягування м'язів, зв'язок і сухожиль.

#### *Контроль за розвитком гнучкості.*

Контроль за розвитком гнучкості при проведенні наукових досліджень здійснюють за допомогою спеціальних приладів (гоніометри, гоніографи тощо), що дозволяють визначити амплітуду пасивних та активних рухів у певному суглобі в кутових градусах. В спортивній практиці більш розповсюджені контрольні вправи. Так, загальний рівень гнучкості опорно-рухового апарату можна оцінити за результатами виконання трьох контрольних вправ, що вимагають великої рухливості у найбільш масивних суглобах: суглоби хребта, кульшові та плечові суглоби. 1. Нахил вперед із вихідного положення - стійка на підвищеній опорі ноги разом, руки вниз. 2. — Викрут з гімнастичною палицею із вихідного положення гімнастична палиця хватом двох рук зверху вперед-вниз. Дугами вперед-вгору перенести палицю через голову назад-за спину-вниз. Руки в ліктьових суглобах не згинати. Вправа виконується спочатку з широким хватом рук, а

потім поступово хват звужується до мінімально можливого. Рівень рухливості у плечових суглобах оцінюється по відстані між великими пальцями лівої і правої рук у цьому хваті. 3. — Міст із вихідного положення - лежачи на спині, ноги зігнуті в колінах, руки долонями на опорі на рівні плечей. Встати в положення — міст. Переступаннями досягти найменшої відстані між руками та ногами і якомога більше прогнутися. Оцінка рівня розвитку гнучкості в суглобах хребта, кульшових та плечових суглобах здійснюється за відстанню між п'ятками та руками, а також між найвищою точкою хребта та опорою.

*Спритність* – складна, комплексна рухова якість людини, яка може бути визначена як її здатність швидко оволодівати складно координаційними руховими діями, точно виконувати їх відповідно до вимог техніки і перебудовувати свою діяльність в залежності від ситуації, що склалась. Фактори, що зумовлюють прояви спритності: - рухова пам'ять, ефективна внутрішньом'язова і міжм'язова координація, адаптаційні можливості різних аналізаторів.

У координаційних здібностях виділяють відносно самостійні види: - здатність оцінювати і регулювати просторові, просторово-часові, динамічні параметри рухів; - здатність зберігати стійку рівновагу; - здатність відчувати і засвоювати ритм; - здатність довільно розслабляти м'язи; - здатність узгоджувати рухи в руховій дії. У цілісній руховій діяльності ці здібності проявляються у взаємодії, але у певних ситуаціях роль окремих здібностей міняється. Для кожного із вказаних видів координаційних здібностей розроблена обґрунтована методика його розвитку. В межах даної лекції розглядаються загальні питання методики розвитку спритності. Слід зауважити, що розвиток спритності відбувається, в першу чергу, шляхом створення більшого, ніж у наступні періоди фонду нових форм координації рухів. Оскільки спритність за допомогою певної вправи розвивається доти, поки вона не буде засвоєна, доцільно регулярно оновлювати, проводити їх за складніших умов. Таким чином, для розвитку спритності можуть використовуватися будь-які вправи, але за умови, що вони мають елементи новизни. Слід пам'ятати і про зв'язок спритності із функцією рівноваги. Рівновага – це здатність людини зберігати стійку позу у статичних та динамічних умовах. Для вдосконалення рівноваги необхідно створювати такі умови, при яких є ризик її втрати. Це виконання вправ на рівновагу без зорового контролю на фоні томи. Використовуються такі ускладнені умови, як зменшення площі опори, збільшення висоти опори, рухливості опори (горизонтальний канат), введення стрибків, поворотів і додаткових рухів. Найкращий ефект дає включення вправ, що розвивають спритність, на початку основної частини заняття. Це 2-3 вправи, які виконують по 6-12 разів

при нетривалій роботі (до 5 с) або 2-3 рази при триваліших завданнях. Тривалість активного або пасивного відпочинку між вправами дорівнює 1-2 хв. Контроль та оцінка розвитку спритності оцінюється як правило за допомогою виконання спеціального комплексу різноманітних вправ, складених у певній послідовності (вправи на відчуття ритму, вміння орієнтуватись у складних ситуаціях, здатності керувати динамічними ікінематичними характеристиками рухів, підтримувати рівновагу тощо). За часом виконання такого завдання дається оцінка розвитку спритності.

### **Лекція 10-13.**

Тема: Диференціальна біомеханіка. Індивідуальні та групові особливості моторики.

План лекції:

1. Етапи оволодіння руховими навичками.
2. Роль дозрівання та навчання.
3. Руховий вік, вікові зміни та періоди зниження рухових можливостей.
4. Проблема рухового (спортивного) довголіття.

Рекомендована література:

1. Біомеханіка спорту // за заг. ред. Лапутіна А.М.. – К.: Олімпійська література, 2001.- 319 с.
2. Коренберг В.Б. Основы качественного биомеханического анализа. - М.: Физкультура и спорт, 1979. – 208 с.
3. Петров В.А., Гагин Ю.А. Механика спортивных движений. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 232 с.

Зміст лекції.

Вивчення фізичних вправ передбачає послідовне формування умінь і навичок виконувати окремі рухові дії. Розрізняють два рівні рухового уміння: 1) уміння виконувати окрему рухову дію (наприклад подачу у волейболі, штрафний кидок у баскетболі та ін). В літературі його називають умінням нижчого порядку; 2) уміння вищого порядку (наприклад уміння грати у волейбол та ін). Уміння вищого порядку представляє собою комплекс рухових навичок, що взаємодіють у процесі вирішення учнями певних рухових завдань.



## Етапи оволодіння руховими навичками.

Аналізуючи техніку виконання спортсменами різних фізичних вправ, тренери, в основному, покладаються на свій досвід та візуальне спостереження. Але окремі елементи рухових дій, особливо такі, що тривають дуже короткий час (наприклад, фаза опори в бігу, відштовхування від опори у стрибках, постріли, удари пом'ячу, взаємодія гірськолижника з трасою та ін.), залишаються поза можливостями сприйняття людини. Унаслідок цього дуже важко об'єктивно оцінити порівняльну чи абсолютну ефективність виконання фізичних вправ, її частин або фаз. Таким чином, для ефективного навчання, контролю та вдосконалення спортивно-технічної майстерності спортсменів необхідні об'єктивні спроби реєстрації рухових дій, які дозволять ретельно вивчити техніку кращих спортсменів, виявити її визначальні елементи для різних видів спорту та розробити раціональні індивідуальні моделі техніки. Це особливо актуально:

а) при підготовці юних спортсменів, що дозволить уникнути заучування грубих помилок при виконанні змагальних вправ, які деякі спортсмени „несуть” до вершин своїх спортивних показників, не досягаючи максимального спортивного результату;

б) при підготовці провідних спортсменів професійних і національних команд, які практично вичерпали свої функціональні можливості, проте могли б покращити спортивний результат за рахунок удосконалення техніки виконання рухових дій.

Для опису рухів людини використовуються такі поняття, як положення його системи точок, переміщення, траєкторії, швидкості, прискорення й інші. Складність пізнання самого процесу руху полягає в тому, що воно пред'являє особливі вимоги до способів виміру його параметрів і подальшого їхнього аналізу. Об'єктивність аналізу базується на глибокому розумінні фізичної сутності рухів людини та правильного використання як самих кінематичних термінів, так і одиниць їхнього виміру. Рухи тіла людини можна виміряти, тільки порівнюючи положення його матеріальних точок із положенням обраного для порівняння тіла (тіло відліку). У якості зручної системи відліку при вивченні біокінематичних характеристик рухової дії по кінограмі придатна декартова інерційна система координат на площині. У процесі біокінематичного дослідження нерухома координатна система відліку може бути співвіднесена з будь-яким відносно нерухомим на кінограмі орієнтиром (лінія старту, фінішу при бігу спортсмена, нерухомі орієнтири навколишнього середовища, видимі деталі будинків і т.д.).

При вивченні рухів із складною координаційною структурою, а також при оцінці рухливості в суглобах при руховій реабілітації після перенесених травм або хірургічних втручань, при протезуванні кінцівок перед дослідниками часто виникають складні задачі по визначенню не стільки положення всього тіла в якійсь площині, скільки вивченню відносного взаємного розташування окремих його біоланок, біокінематичних пар або ланцюгів. Для рішення таких проблем звичайно використовується соматична система відліку, що дозволяє зв'язувати систему координат не з якимось зовнішнім об'єктом, а із самим тілом людини. Якщо ж необхідно вивчити рух точок тіла як у соматичній, так і в зовнішній системі координат, то необхідно додатково використовувати відносні взаємні переміщення самих координатних систем. Це спостерігається, наприклад, у бігу або ходьбі, коли одночасно вивчаються махові рухи кінцівок щодо всього тіла й переміщення спортсмена по дистанції щодо лінії фінішу.

Для біомеханічного дослідження природних локомоцій, а також специфічних рухів людини щодо обраної системи відліку потрібно насамперед скласти характерну розрахункову схему (або план) його рухової системи, що визначає біокінематичну структуру того або іншого конкретного досліджуваного руху або дії. На біокінематичній схемі повинні бути зображені тільки ті особливості рухового апарата, що необхідні для визначення шляху, швидкості і прискорення руху тих або інших його частин. Тому локомоторний апарат зображується на схемі у вигляді системи біоланок біокінематичних пар.

Найпростішим способом об'єктивної реєстрації рухових дій є стробофотографія. Стробофотографія – це зображення на одному фотознімку кількох послідовних положень тіла спортсмена, який виконує фізичну вправу. Техніка виконання стробофотографії полягає в багаторазовій короткочасній експозиції на одну й ту ж фотоплівку зображення спортсмена, що виконує фізичну вправу, використовуючи стробоскоп – диск з отворами, який обертається перед відкритим об'єктивом фотоапарату, або багаторазово спрацьовуючи імпульсну лампу. Основним і визначальним недоліком цього способу є необхідність фотографування спортсменів у темряві, що практично виключає можливість його застосування в умовах змагань або з метою вивчення техніки спортсменів. Другим недоліком стробофотографії є накладення зображень окремих частин тіла спортсмена та його спорядження одне на одне, що не дозволяє докладно визначити розташування потрібних для біомеханічного аналізу точок.

Переваги способу стробосфотографії – широка доступність, відносна простота та низька вартість, а також можливість одержати дуже велику кількість зображень об'єкта за одну секунду.

Вказані можливості стробосфотографії визначають межі її застосування – для вивчення особливостей техніки спортсменів, яких ми готуємо, фундаментальних лабораторних обстежень, а також при випробуваннях чи індивідуальній підготовці спортивного інвентаря. Найбільш популярним сьогодні способом реєстрації фізичних вправ є відеозйомка з наступним покадровим переглядом відзнятого матеріалу на відеомоніторі або телеприймачі. Відеотехніка з успіхом застосовується в умовах тренувань і змагань у багатьох видах спорту.

Одним з недоліків способу, який обмежує його застосування, – відносно невисока максимальна частота стоп-кадрів, що не дозволяє отримати на відеомоніторі зображення спортсмена частіше, ніж 25 разів за секунду, чого в багатьох видах явно недостатньо. Не варто забувати і про особливості обробки одержаного відеозапису для біомеханічного аналізу виконаних вправ: визначення координат потрібних точок тіла спортсмена та спорядження безпосередньо на відеомоніторі практично неможливе.

Для спостереження й автоматизації цього процесу використовуються спеціальні відео-комп'ютерні комплекси, які дозволяють запам'ятовувати й отримувати на моніторі комп'ютера роздруковані зображення досліджуваних об'єктів у потрібні моменти часу. Єдиним об'єктивним методом реєстрації швидких рухів – короткочасних взаємодій спортсменів з опорою (відштовхування в легкоатлетичному бігу, стрибках), ударів в умовах тренувань і змагань є спосіб *кінограм*. Кінограма – це послідовні фотографічні зображення тіла спортсмена, який виконує фізичні вправи, видрукувані з кіноплівки. Побутові кінокамери дозволяють знімати з частотою до 60 кадрів за секунду з відстані до 15 метрів, а спеціальні швидкісні кінокамери розраховані для зйомки зі значно більшою частотою (від 200 до кількох тисяч кадрів за секунду) і з відстані до 50 метрів. Слід додати, що спосіб кінограм сьогодні є одним з найпоширеніших при біомеханічному аналізі більшості рухових дій і використовується провідними науковими інститутами, лабораторіями та біомеханічними центрами.

Пізнавальна діяльність як психологічний процес, який здійснюється особистістю, містить предметно-змістові, операційно-логічні, емоційно-мотиваційно-ціннісні та інші компоненти. Для відтворення цілісної структури необхідно знайти такі структуроутворюючі відношення, які б дозволяли здійснити це поєднання. Навчальна діяльність була досліджена Д.Ельконіним і В.Давидовим як освітнє середовище, яке значно посилює

рефлексивні потенції розвитку молодших школярів, що не були використані у традиційному навчанні. Д.Ельконін вважав, що поза навчанням не може бути ніякого розвитку. Тому основною характерною рисою шкільного навчання є те, що з початком відвідування школи дитина починає здійснювати суспільно значиму та суспільно оцінювану діяльність, якою є учбова діяльність. Саме через учбову діяльність, через нову позицію визначаються всі інші відношення дитини з дорослими, з однолітками, в сім'ї та поза школою. «Єдність природного і суспільного в розвитку особистості проявляється у взаємозв'язку дозрівання і навчання. Воно визначається генотипом, але здійснюється в ході життєдіяльності організму, його окремих систем і тим самим виявляється залежним від її умов...». Цей вислів Г.Костюка має важливе значення, адже він дозволяє зробити висновок про тісний взаємозв'язок інтелектуального розвитку особистості та навчальної діяльності. Основу розвитку пізнавальної активності складають принципи виховання особистості та розвитку мислення, які включають заохочення актів пізнавальної активності іншою людиною, що одержало широке розповсюдження в рамках традиційного процесу навчання.

Д.Ельконін відзначав, що «психічний розвиток дітей відбувається у формі засвоєння, що з'являється в дітей в ході їх психічного розвитку... і може стати надбанням лише через засвоєння». Засвоєння набуває згодом нової форми - учбової діяльності. В учбовій діяльності під першою складовою навчального процесу розуміють необхідний рівень пізнавального інтересу, другий елемент визначається ступенем зрілості самоконтролю, а третій - розвиненістю пізнавальних процесів.

Сучасна педагогічна технологія визначає навчальну діяльність людини як форму соціальної активності, спрямовану на оволодіння засобами предметних та пізнавальних дій. Така діяльність відбувається під керівництвом вчителя і передбачає включення дитини у певні суспільні відносини, тобто володіючи пізнавальною та перетворюючою (розвиток дитини через оволодіння нею різними вміннями) функціями. Це ще раз підкреслює, що в основі учбової діяльності лежать пізнавальні потреби, мотиви та інтереси. О.Леонтьєв особливу увагу приділив аналізу засобів засвоєння знань, ролі спілкування в учбовому процесі та розвитку мотивів учбової діяльності... «Саме зміст якого набуває для дитини предмет її навчальної діяльності, предмет її навчання, визначається мотивом її учбової діяльності. Цей смисл і характеризує усвідомленість засвоєння нею знань...».

Навчальна діяльність виступає як явище цілісного та повнокровного життя у шкільний період розвитку, поєднуючи її з потребами. Р.Немов представляє декілька видів вчення: - вчення за механізмом імпринтинга,

тобто швидкого, автоматичного процесу навчання, пристосування організму до конкретних умов його життя; - умовно рефлексорне (засноване на роботах І. Павлова) - виникнення нових форм поведінки як умовних реакцій; - оперантне (шляхом проб і помилок).

Але вчення може бути результатом будь-якої діяльності, тоді як навчальна діяльність базується на пізнавальному інтересі та має певну мотивацію. Здатність до навчання є однією з властивостей живої системи. Виявляється вона у формуванні у мозку тимчасових зв'язків, які дають можливість накопичувати та зберігати інформацію, управляючи всіма системами організму. Л.Виготський на основі досліджень О.Лурії показав важливість динамічної організації та локалізації вищих психічних функцій, про які він сказав: «...Высшие психические функции не надстраиваются, как второй этаж, над элементарными процессами, но представляют собой новые психологические системы, включающие в себя сложное сплетение элементарных функций, которые, будучи включены в новую систему, сами начинают действовать по новым законам...». А.Усова виділила конкретні ознаки навчальної діяльності в дітей. Нею було виділено три рівні, які характеризують різний ступінь розвитку учбової діяльності.

Перший рівень відрізняється продуктивністю та цілеспрямованістю всіх процесів пізнавальної діяльності; активним, зацікавленим відношенням до навчання, здатністю до самоконтролю своїх дій та до оцінки своїх результатів. На основі засвоєного діти можуть вирішувати доступні для них задачі в практичній та розумовій діяльності.

Другий рівень - більш слабкий. Всі ознаки навчальної діяльності ще нестійкі, але разом з тим діти вже можуть навчатися, хоча можливі будь-які відхилення.

Третій рівень - початок формування навчальної діяльності, яка характеризується зовнішньою дисциплінованістю на занятті.

На сьогодні існує декілька теорій розвитку навчальної діяльності, зокрема: концепція активного розвиваючого навчання на основі формування гармонійно розвиненої особистості, прихильниками якої були М.Данілов, М.Скаткін, Л.Занков, Г.Щукіна; концепцію оптимізації навчально-виховного процесу підтримував Ю.Бабанський і яка доповнює концепцію активного розвиваючого навчання і концепція проблемного навчання, яку висловили М.Махмутов, І.Лернер, М.Скаткін, А.Матюшкін, і яка передбачає засвоєння засобів, прийомів та способів; концепція програмованого навчання, яке засновано на теорії поетапного формування розумових дій та інші.

Теорія активного розвиваючого навчання базується на засвоєнні нових знань на основі попереднього досвіду, тобто вимагає використання вже

добутих знань та умінь. Дана теорія була науково обґрунтована Л.Виготським, який вважав, що «...правильно організоване навчання дитини веде за собою дитячий розумовий розвиток, викликає до життя такі процеси розвитку, які поза навчанням були б неможливими, а пізніше була підтримана Л.Занковим, Д.Ельконіним, В.Давидовим та іншими.

Для того, щоб бути успішною, тобто призводити до певних навчальних результатів при найменших витратах зусиль, навчальна діяльність повинна відповідати наступним вимогам: - бути мотивованим процесом; - мати розвинену та гнучку структуру; - здійснюватися у різних формах, дозволяючи учням використовувати свої індивідуальні можливості для засвоєння знань, умінь та навичок; - виконуватися за допомогою сучасних технічних засобів навчання, які допомагають позбутися рутинних операцій.

Відомо, що система навчальної діяльності представлена трьома структурними компонентами: мотиваційним, операційним та контрольним.

Мотивація - це активний стан, спрямований на задоволення потреб шляхом організації певної цілеспрямованої поведінки і слугує науковим механізмом формування функціональної системи, активуючи структури головного мозку і апарат для прийняття програми дій та корекцію результатів.

Доведено, що розвиток навчальної діяльності можливий перед усім на основі усвідомленого вищого способу дій. Тому в розвитку учбової діяльності виступає оволодіння дитиною такими засобами дій, які дозволяють їй вирішувати практичні та пізнавальні задачі, виділяти нові відношення та зв'язки. Тобто учбова задача виступає як певне навчальне завдання. Цю ж думку підтримує В.Давидов, який вважає, що «... суттєвою характеристикою учбової задачі слугує оволодіння школярами теоретично узагальненим способом вирішення деякого класу конкретно-приватних задач. Поставити перед школярами учбову задачу - це значить ввести загальний спосіб її вирішення в усіх можливих поодиноких та конкретних випадках умов». Певна навчальна задача та сукупність навчальних дій складають операційний компонент навчальної діяльності, який безпосередньо пов'язаний з станом вищих психічних функцій, тобто з мислительною, перцептивною та мнестичною складовою. Структура навчальної діяльності виступає як цілісна система, яку можливо формувати, керуючи її компонентами. Методологічною основою процесу навчання є наукова теорія пізнання, яка побудована на дидактичних закономірностях процесу навчання: - процес навчання, зумовлений потребами суспільства в освічених і всебічно розвинених людях; - процес навчання є основною частиною комплексного

навчально-виховного процесу, він є єдиним і закономірним; - процес навчання залежить від навчальних та вікових особливостей тих, хто навчається; - процес навчання залежить від матеріальних умов навчального закладу; - закономірною є керівна роль вчителя в пізнавальній діяльності тих, хто навчається, а також їх активність у пізнанні.

Р.Немов розглядає навчальну діяльність як процес, в результаті якого людина набуває нові або змінює існуючі в нього знання, уміння та навички.

Як продовження ідей Л.Виготського та О.Леонтьєва, П.Гальперінім була створена теорія поетапного формування розумових дій та першому місці в якій стоїть аналіз засвоєння дій. Засвоєння дій по використанню за П.Гальперінім призводить до засвоєння понять. Засвоєння навчальної діяльності відбувається в процесі вирішення учбових задач, які є її важливою складовою та основною одиницею. Є.Машбіц сформулював основні вимоги до проектування навчальних завдань: - навчальні завдання повинні забезпечити засвоєння системи засобів, необхідної та достатньої для успішного здійснення учбової діяльності; - навчальне завдання повинно конструюватися так, щоб відповідні засоби діяльності, засвоєння яких передбачається в процесі вирішення задач, виступали як прямий продукт навчання. Феномен випереджувального введення, відкритий С.Лисенковою, дозволяє оптимізувати навчальну діяльність учнів початкової школи для забезпечення їхнього розумового розвитку, а коментоване управління доводить свою життєспроможність у розвитку інтелекту тих, хто навчається.

Перший етап зрілого віку у чоловіків триває з 30 до 40 років, у жінок з 29 до 35 років і відрізняється певною стабільністю функцій. Проте, вже до 30 років у чоловіків і жінок відмічається чітка тенденція до регресу рухових функцій. Так, якщо у віці 20-30 років чоловіки поступаються 16-17 літнім юнакам в показниках прихованого періоду моторної реакції при рухах плечем і тулубом, то в 30-40 літньому віці ці відмінності охоплюють рухи у всіх основних суглобах. Ця закономірність поширюється на швидкість поодинокого руху і частоту рухів. Показники відносної і "вибухової" сили, швидкісно-координаційної підготовленості знижуються ( $p < 0,05$ ) в середньому на 5%. Особливо помітний регрес (-25%) динамічної сили за результатами в підтягуванні у чоловіків. У серцево-судинній і дихальній системах наростає тенденція до зменшення частоти серцевих скорочень, підвищення артеріального тиску і зниження потужності апарату зовнішнього дихання. Інволюційні перетворення механізмів кисневотранспортної системи і нервово-м'язового апарату в поєднанні зі збільшеною масою тіла знижують рівень енергозабезпеченості організму: фізична працездатність і МПК знижуються на 16%, анаеробно-аеробний витривалість - на 6%. Домінуючим

компонентом структури рухової підготовленості чоловіків стає чинник силової динамічної витривалості. Потенціал аеробної функції відсувається на другий план, знижується значущість швидкісно-силової і координаційної підготовленості. Зміна структури і рівнів фізичного стану пов'язана, з одного боку, з процесами інволюції функцій, а з іншою - з недостатньою руховою активністю цієї вікової групи. Гіпокінезія збільшує масу жирової тканини і є однією з причин зниження відносних (на 1 кг ваги) величин МПК у віці 30-50 років. Очевидно зниження маси тіла з одночасним розширенням функціональних можливостей кардіореспіраторної системи є однією з основних задач кондиційного тренування в цьому віці. Для цього використовують тривалі навантаження великої і помірної потужності у вигляді ходьби в швидкому темпі, велоспорту, оздоровчого плавання і бігу.

На думку Л.Іващенко і Н.Страпко ефект ходьби у віці 30-39 років відмічається у осіб з низьким і нижче середнім рівнем фізичного стану. У перших адаптація настає через 16 тижнів, у других - через 8 тижнів. Для подальшого розвитку тренуваності необхідно збільшувати швидкість ходьби, або чергувати ходьбу з бігом або перейти на ходьбу по пересіченій місцевості, а при необхідності і на ходьбу з різними обтяженнями. При складанні індивідуальної тренувальної програми ходьби потрібно керуватися ергофізіологічними параметрами тренувальних навантажень, враховувати вік і рівень фізичного стану. При заняттях велоспортом і оздоровчим плаванням повинен дотримуватися принцип відповідності інтенсивності і тривалості навантаження статевим і віковим та функціональним можливостям осіб, що займаються.

Цінність вправ на витривалість для 30-50 літніх важко переоцінити, бо крім розширення аеробних можливостей вони сприяють зменшенню жирової тканини, а у початківців поліпшують всі рухові якості. Метод тренування для жінок - повторний, для чоловіків - рівномірний. У тренування можна включати все - від повільного бігу до рухливої і спортивної гри в невисокому темпі. Тренування анаеробної витривалості пов'язане зі значним напруженням організму, і тому м'язова робота субмаксимальної потужності повинна бути суворо обмежена у часі, а засоби, що використовуються - різноманітні і високоемоційні. У процесі вдосконалення всіх форм швидкості необхідно акцентувати увагу на великих м'язових групах. Для цього придатні присідання, нахили, повороти, кругове обертання тулубом і т.п. Темп їх виконання - максимальний, час - мінімальний, відпочинок - до повного відновлення. А.Коробковим при вивченні особливостей м'язової сили в осіб 30-50 років встановлена певна закономірність: топографія сили різних м'язових груп, що сформувалася до кінця періоду статевого дозрівання,



зберігається в основному до 40-50 років, в той час як показники відносної сили понижуються раніше, в 30-40 років. Як правило, найбільш виражене це зниження при згинанні і розгинанні тулуба, згинанні стегна і приведенні плеча. Цим м'язовим групам і потрібно приділяти особливу увагу при розвитку "вибухової" і абсолютної сили. Приріст абсолютної сили пов'язаний з використанням снарядів граничної (субмаксимальної) ваги в режимі максимальних зусиль. Придатні також вправи ізометричного характеру. Для цього особи, що займаються повинні прийняти певну позу і в зворотній залежності від величини прикладеного зусилля (80-100%) протягом 5-10с розвивати напруження м'язів. Ту ж задачу вирішують статичні навантаження по утриманню максимальних (субмаксимальних) обтяжень; наприклад, штанги на плечах в положенні напівприсіду. В одне тренувальне заняття можна включати 6-7 таких завдань, з повторенням кожного з них 2-3 рази.

Метання набивних м'ячів, короткотривалі стрибки, біг 30 м зі старту забезпечать приріст "вибухової" сили. Основну увагу потрібно приділяти м'язам, найбільш схильним до процесів старіння, і професійно значущим м'язам. Метод повторних зусиль придатний на початкових стадіях тренування сили, при вивченні техніки рухів. Часте його використання призводить до збільшення м'язової маси, що біологічно невиправдано. Цей метод буде основним для підвищення силової витривалості м'язів черевного пресу, разгиначів рук і ніг у жінок і згиначів рук у чоловіків. У зв'язку з великою власною вагою значна частина жінок 29-34 років взагалі не здатна виконати деякі силові вправи. Їм необхідно створювати полегшені умови, використовуючи допомогу партнера, варіюючи масу обтяжень і вихідні положення, потрібно довести кількість повторень в одному підході до 20 і більше разів. Силові вправи доцільно поєднувати з вправами на гнучкість. До цього віку внаслідок безповоротних змін в м'язах і зв'язках її показники значно знижуються. Деякого збільшення рухливості в суглобах можна добитися за допомогою вправ з амплітудою рухів, що збільшується, за рахунок зовнішніх впливів. Прикладом таких рухів для чоловіків буде нахил уперед з штангою, для жінок - нахили в положенні сидячи за допомогою партнера. Для збільшення рухливості хребта, кульшових і плечових суглобів використовують нахили, кругові рухи тулубом і тазом, повороти, викрути, махові рухи. На цьому етапі онтогенезу, враховуючи особливості фізичного стану, спектр і темпи процесів старіння, значущість окремих функцій в забезпеченні життєдіяльності людини в тренувальний процес чоловіків 30-39 років і жінок 29-34 року, доцільно включати: 30% навантажень на розвиток аеробної і 5% - анаеробної продуктивності; 10% - спритності; 15% -

швидкості; 10% - абсолютної сили; 15% - "вибухової" сили; 7% - статичної і 8% - динамічної силової витривалості.

Сучасний тлумачний словник дає таке формулювання: "Довголіття – це тривале життя". Більш точного визначення надає медична енциклопедія: "Довголіття – тривалість життя вище середнього терміну життя живої істоти (рослина, тварина, людина)". Термін "довголіття" часто застосовується в науках, що досліджують закономірності відтворення населення – демографії, геронтології (досліджує закономірності процесів старіння), при розробці методів по збільшенню тривалості життя. Іншими словами, довголіття означає "довге життя", особливо коли це торкається життя, що триває довше, ніж звичайне. По розрахунках деяких учених, середня видова тривалість життя людини складає  $95 \pm 2$  роки (біологічний вік). Проте, гранична можлива (документально встановлена) тривалість життя людини досягає 150 – 160 років. Відповідно до цього, довголіттям можна вважати такий термін життя, що перебільшує середній рівень та наближується до граничного. Найбільш відомими довгожителами за всю історію людства вважаються: філософ Демокрит (бл. 470/460 – бл. 370/360 до н. е.), що прожив 109 літ, Ксенофан (бл.570/565 – бл. 475/470 до н. е.), англієць Томас Пар – прожив 152 роки (1483 – 1635), Шіралі Муслімов (СРСР) – прожив 168 років – з 1805 по 1973. За даними відомого демографа Б. Урланіса, середньою межею життя сучасної людини є вік 86 (для чоловіків), 88 (для жінок) років. Багато учених виказують думку, що біологічна тривалість життя в майбутньому може збільшитися до 120 – 150 років. Але щоб цього добитися, "необхідно подолати цілий ряд бар'єрів отримати перемогу над атеросклерозом, онкологічними, вірусними захворюваннями, розгадати фізіологічні, клітинні і генетичні механізми старіння і, головне, навчитися управляти ними".

Сучасні дослідження показують, що в різних країнах є різною середня тривалість життя. При цьому головними факторами, що обумовлюють довголіття вчені визначають: рівень добробуту в країні, степінь розвиненості медицини та доступність медичних послуг для населення, традиційні для населення форми праці, відпочинку, харчування. Так, наприклад, середня тривалість життя в деяких країнах є наступною: Японія – 83 роки, Ісландія – 82 роки, Австралія – 81 рік, Німеччина – 79 років, Велика Британія – 79 років, США – 78 років, Куба – 77 років, Болгарія – 73 роки, Росія – 67 років, Україна – 65 років, Ірак – 61 рік, Ботсвана – 34 роки. На тривалість довголіття значний вплив здійснює процес старіння людини. Старіння організму є біологічним явищем, воно розвивається поступово, але особливо помітним стає приблизно в 65 – 70 років. Старіння може бути нормальним,

тобто процесом, що поволі розвивається, а може бути і дуже швидким, передчасним (в цьому випадку говорять, що людина здала на очах) це вже процес патологічний. І задача науки, а також практичної медицини визначити ті умови, які дозволяють людині жити довго, і з'ясувати причини передчасного старіння.

Поняття "активне довголіття" означає те, що коли людина починає усвідомлювати необхідність і можливість продовження тривалості свого життя, то за допомогою системи заходів (мір) починає вести боротьбу за його збільшення. Ще в глибокій старовині люди мріяли не тільки про те, щоб зрозуміти причини старіння, але і практично досягти довголіття. Для цього пропонувалося використовувати різні талісмани, трави, пити кров молодих тварин і т.д. Багато сил віддалося ідеї продовження життя середньовічні алхіміки, які шукали спосіб отримання не тільки золота, але і еліксиру молодості. Найвідомішими є поради "довголіття" французького просвітника Вольтера (1694 – 1778). Він був переконаний, що можливості людського розуму безмежні. І саме від «настрою» розуму залежить здоров'я людини не тільки духовне, але й фізичне. В молоді роки Вольтера постійно переслідували мучительні нервові розлади. Схильність до депресії надто часто вибивала його з ритму життя. З юності Вольтера мучили жорстокі і часті нетравлення шлунку. В другій половині життя стан здоров'я стає значно кращим. Вольтер вважав, що прогрес досягнуто завдяки трьох правил, і дотримувався їх беззастережно. По-перше, здоров'я тіла залежить від правильного ритму праці й відпочинку. Причому, не тільки відпочинок, але й праця повинна давати насолоду: «Тільки праця позбавляє нас від трьох великих бід – нудьги, пороку і нужди». По-друге, організм людини вимагає постійних регулярних вправ і тренувань. Вони мають бути дозованими, складеними з урахуванням здоров'я і віку. Для кожного періоду життя – свої навантаження. «Той, хто не поводиться відповідно свого віку, завжди розплачується за це». Цікаво, що Вольтер вважав, що тільки сама людина може вибрати для себе міру навантажень. По-третє, кожна людина, яка піклується про своє здоров'я, повинна дотримуватися індивідуальної дієти. «Що корисно для одних, то згубно для інших», «Не можна їсти того, чого не знаєш, в чому непевний». Науковий підхід до рішення цієї проблеми став розвиватися лише в кінці XIX – початку XX століття.

Будь-яка людина має велику нагоду вести боротьбу за своє довголіття. Великий інтерес до цієї проблеми проявив відомий радянський фізіолог І.П. Павлов (1849 – 1936). Висунувши свою теорію старіння, в якій визначальна роль відводиться нервовій системі, її впливу на організм, вчений поставив під контроль перш за все самого себе. Напівжартом він заявив, що постаріється

дожити до 90 років, основу його способу життя склав строгий режим: чергування праці і відпочинку. У перервах між науковою роботою І. П. Павлов грав в городки, працював в саду, любив у вихідні дні ходити в ліс за грибами, кататися на велосипеді. Учений признавався, що фізичну працю він завжди любив більше, ніж розумову. І слід визнати, що учений до кінця своїх днів зберіг високу працездатність, енергію, творчу активність і, безумовно, міг би дожити до 90 років. Проте трьох років не вистачило йому до "бажаного рубежу": на 88-у році життя він помер, як і Мечників, від запалення легенів. І.П. Павлов велику роль в збереженні здоров'я відводив певному режиму, розумному чергуванню фізичної і розумової праці, особливо підкреслюючи користь фізичних навантажень. В наш час, коли машини та електроніка значним чином полегшують працю людини, все частіше відмічаються негативні наслідки від "сидячої", "кабінетної" ("офісної") роботи. Вчені акцентують увагу на появу таких проблем, як відсутність динамічних навантажень впродовж робочого дня. В таких умовах великого значення набуває активний відпочинок. Пасивний відпочинок неважко замінити активним. І тут, вважаємо, доречно привести в приклад досвід американського терапевта П. Брегга. Він довів, що у багатьох випадках фізична праця може бути успішно замінена тренуваннями, фізичними вправами і спеціальною низькокалорійною дієтою. (П. С. Брегг прожив 95 років і трагічно загинув ще повним сил). У основі системи Брегга лежить поєднання високої фізичної активності з використанням певної дієти та аутотренінгу. Серед фізичних вправ, якими він займався, були біг підтюпцем на довгі дистанції, піші прогулянки, танці, вправи, запозичені з системи індійських йогоїв. Фізичними вправами він вважав за краще займатися на відкритому повітрі в парку, лісі, приділяючи тренуванням протягом дня порівняно небагато часу близько години. Для підтримки тонусу нервової системи цей вже далеко не молодий чоловік спілкувався з молоддю, відвідував танцювальні вечори, ходив у туристичні походи, займався альпінізмом. На його думку, "здоров'я людини залежить від психічного стану. Воно повинне бути радісним, веселим, людина повинна бути упевненою в собі". Вельми своєрідною була дієта Брегга. На його думку, 3/5 харчового раціону літньої людини повинні складатися з "природних очищувачів організму" овочів і фруктів, як сирих, так і варених. Сам він м'ясо вживав не частіше двох-трьох разів на тиждень, був супротивником смаженої їжі. Брегг вважав, що шкідливий вплив на організм роблять надлишки цукру, кави, чаю, тютюну, алкоголь, а також сіль, яка, якщо її вживати у великій кількості, може привести до захворювання нирок, судин серця. Надзвичайно велике значення в досягненні довголіття П. Брегг

надавав періодичному голодуванню, в якому бачив єдиний спосіб очистити свій організм від отруйних речовин, що скопилися в ньому, і шлаків. "Природне харчування, очищення організму голодуванням, фізичні вправи ось що веде до довгого, здорового життя, – писав Брегг. – Всі бажають довгого життя, але мало що роблять для цього. Для того, щоб бути здоровим, потрібно працювати". З погляду сучасної медицини в системі П. Брегга, не все, але багато що заслуговує уваги: постійний режим, широке використання фізичних вправ, відмова від смаженої їжі, алкоголю, тютюну, збудливих напоїв, надлишку солі, підтримка позитивного психологічного тону. А ось до рекомендованого їм голодування треба підходити з обережністю, суто індивідуально. Не можна повністю згодитися з його рекомендаціями щодо дієти: його раціон містив багато вітамінів, але явно недосить білків: м'яса і молочних продуктів. Проте в цілому досвід Брегга переконливо доводить, що при активному відношенні до свого здоров'я людині дійсно вдається не тільки досягти похилого віку, але і зберегти при цьому високу розумову і фізичну працездатність. Всі вище перелічені способи можна охарактеризувати за допомогою поняття "здоровий спосіб життя".

Біомеханічна стимуляція (БМ-стимуляція) – новий напрям у сфері охорони здоров'я. Її засновником став професор В.Т. Назаров, що розробив цей новий напрямок в області фізичної культури й спорту. БМ-стимуляція здійснюється шляхом дії на м'язи людини механічними чинниками, точніше вібрацією, в результаті чого виникають психофізіологічні ефекти, які складають різні аспекти тренування м'язів та загального впливу на весь організм. На думку провідників цього напрямку, БМ-стимуляція сприяє омолодженню: очищається кровоносне русло організму, відкриваються нові капіляри, поліпшується живлення кліток і їх оновлення. Прихильники методу вважають, що позитивні зрушення на периферії нашого рухового апарату повинні щадити і роботу центральних органів. Адже транспортування крові в організмі здійснюється за рахунок механічної енергії стимулятора. Дослідники проводили сеанси стимулювання кінцівок у хворих людей літнього і похилого віку (до 75 років). Їх результати показали, що, по-перше, не виявилось негативних наслідків в період спостережень; по-друге, зменшилися або зовсім зникли оніміння і болі в кінцівках; по-третє, покращало загальне самопочуття, збереглося позитивне відношення пацієнтів до стимуляції, що виражалося в повторних проханнях періодично продовжувати сеанси. Відомо, що фізична культура в літньому і похилому віці є хорошим засобом для продовження активного довголіття, тому БМ-стимуляція відіграє значну роль як засіб для імітації організму в деяку

подібність спортивної форми. Ще один приклад доцільного застосування БМ-стимуляції приводять її розробники для літніх людей. Ніщо так не видає їх вік, як хода. З віком люди ходять як би з нахилом вперед, сутуляться, починають дріботати ногами, спираються на всю стопу, перенавантажуючи м'язи гомілки. Це відбувається тому, що обмежується рухливість ноги назад в тазостегновому суглобі і знижується тонус м'язів тазу. Ці рухові недоліки можна зменшити, використовуючи БМ-стимулятор для м'язів ніг. Скоректувавши, таким чином, тонус м'язів тазу і збільшивши рухливість в тазостегновому суглобі, можна виправити поставу при ходьбі. Подібне трактування ролі і можливості фізичного виховання в справі збереження і зміцнення здоров'я пропонується норвезьким викладачем фізкультури Н.Сейффартом. Він переконливо показав, що фундамент нашого здоров'я і хорошого самопочуття багато в чому базується на здоров'я м'язової системи і всього рухового апарату людини. Систематичні перенапруження м'язів, з одного боку, і детренованість, з іншого, ведуть до появи затвердінь м'язів міозів, функціональних контрактур та ін. Такі порушення функцій рухового апарату більшою чи меншою мірою є практично у кожного і особливо виражені у людей середнього і літнього віку. Для усунення цих функціональних відхилень Сейффарт розробив цілу систему щодо простих фізичних вправ, які належить регулярно виконувати протягом багатьох днів, а вірніше, всього життя. Вони, на його думку, сприяють збереженню хорошого самопочуття і високої працездатності, тобто орієнтують людей не на досягнення спортивних результатів, а на придбання хорошого самопочуття, працездатності. Ці вправи він назвав як такі, що "забезпечують здоров'я". З появою БМ-стимуляції вказані рухові задачі розв'язуються у багато разів ефективніше і швидше.

### **Лекція 14-16.**

Тема: Біомеханічний аналіз фізичних вправ.

План лекції:

1. Рухове завдання і програма дії.
2. Координація прямуювань людини, зміна прямуювань при фізичному вихованні.
3. Біомеханічні закономірності гімнастичних вправ.
4. Біомеханічні закономірності легкоатлетичних вправ.
5. Біомеханічні закономірності переміщення тіла людини з ковзанням у воді.

**Рекомендована література:**

1. Біомеханіка спорту // за заг. ред. Лапутіна А.М. – К.: Олімпійська література, 2001. – 319 с.
2. Донской Д.Д. Биомеханика с основами спортивной техники. – М.: Физкультура и спорт, 1971. – 288 с.
3. Петров В.А., Гагин Ю.А. Механика спортивных движений. – М.: Физкультура и спорт, 1974. – 232 с.
4. Энока Р.М. Основы кинезиологии. – К.: Олимпийская литература, 1998. – 399 с.

### Зміст лекції.

Біомеханіка посідає особливе місце серед наук про фізичному вихованні і спорті. Вона служить ланцюгом між теорією та практикою, від спорту до фізичної культури. Ключові поняття, які ми розглянемо на лекції: **рухова дія** – це узагальнені вимоги до рухової дії, що визначаються характером майбутньої дії і загальної послідовності його етапів; **програма керування** – це склад і послідовність конкретних прямувань, необхідних для рішення задачі.

Біомеханічна структура системи кожної фізичної вправи є своєрідним стрижнем, на якому базується і розвивається решта його структурних елементів. Що ж входить в це поняття? Який його зміст? Відповіді на такі питання можуть бути знайдені в розкритті сутності самого поняття.

Структура - це не тільки побудова і форма організації тієї чи іншої системи. Це, перш за все, закономірність взаємозв'язку між елементами, які забезпечують їх інтеграцію в єдине ціле - систему.

Якщо говорити про біомеханічну структуру фізичних вправ, то в першу чергу необхідно відповісти на запитання, що ж собою являють сим і їх елементи, які їх біомеханічні особливості та характеристики. Основним елементом кожної фізичної вправи є елементарний вільний суглобний рух, або ж елементарний рух всього тіла людини, виконаний у відповідний момент відносно зовнішніх систем відліку під дією системи сил.

Матеріальним субстратом (предметом, речовинною системою) руху є тіло людини, його руховий апарат.

Процес руху цього матеріального субстрату, як він і сам, описується біомеханічними характеристиками, що об'єктивно відображають його природні (фізичні, біологічні та ін.) властивості.

Зараз у зв'язку з ускладненням завдань фізичного виховання спеціалісти все частіше звертаються до методів комп'ютерного програмування та моделювання рухів людини і фізичних вправ.

У всіх випадках вибір того чи іншого варіанту уявлення біомеханічної структури перш за все визначається завданнями використання кожної

конкретної вправи в процесі фізичного виховання. Кожний варіант такого опису по-своєму хороший. І в той же час кожному варіанту притаманні тільки його недоліки.

На початковому етапі пізнання рухів людини переважали геометричні уявлення про рухи. Відсутність апаратних засобів виміру компенсувалася прямим спостереженням зовнішніх геометричних виявів рухів людини.

Винахід фотографії та кінозйомки внесли в оцінку рухів елементи кінематики (час, швидкість, прискорювання). В цей період почали складатися уявлення про фазову структуру рухів. Спеціалісти могли спостерігати безпосередньо на кіноекрані чи на кінограмі фазову послідовність розвороту чи змінюваності у часі елементів кожної системи рухів. Таке уявлення здавалось абсолютно об'єктивним. Власне таким воно і було, але частково, тільки з геометричних позицій.

Не зважаючи на подальші успіхи біомеханіки, такі уявлення на довгий час вкоренилися в практиці фізичного виховання.

Існують вони серед багатьох спеціалістів і до сьогодні. Почасти це обумовлено відомою інертністю мислення, почасти - і ще порівняно милою доступністю широкої практики сучасних біомеханічних методів дослідження.

Спостерігаються також випадки, коли спеціалісти одержують достатній об'єм інформації про елементи біомеханічної структури, проте традиційних уявлень про фазовий склад як основний фактор інтеграції елементів не можуть об'єктивно оцінити фізичну вправу як біомеханічну систему - засіб педагогічної та фізичної взаємодії на організм людини.

Успіхи в розвитку методів біомеханічного аналізу фізичних вправ, використання апаратних інструментальних комплексів дозволяє одночасно реєструвати значну кількість не тільки біокінематичних, але й біодинамічних характеристик. Серед сучасних досліджень були розкриті об'єктивні закономірності взаємозв'язку різних характеристик в системі кожної вправи. Це стимулювало розвиток методів біомеханічного моделювання рухів людини, моделювання фізичних вправ.

Одним із варіантів найбільш ефективних моделей фізичних вправ можуть бути так звані моноцільові багаторівневі (ієрархічні) моделі їх біомеханічної структури. На відміну від традиційних уявлень про біомеханічну структуру як набір фаз рухів, такі ієрархічні моделі структурної організації вправ дозволяють одержати системну, дійсно цілісну картину єдності всіх їх елементів. Причому основним критерієм, визначаючим системність, їх спільність, єдність елементів кожної вправи, є їх завальна цільова спрямованість, підпорядкування єдиній меті. Тим більше, що цілком



визначена мета переглядається як в усіх активних рухах людини, так і, звичайно, в усіх рухових діях та фізичних вправах.

При побудові кожного достатньо складного в координаційному відношенні руху, рухової дії, фізичної вправи людина обдуманно реалізує тільки мету (яка при вивченні може бути виражена біомеханічно кількісними характеристиками). Всі інші елементи біомеханічної структури реалізуються ніби автоматично, деякі - під дією м'язових сил, інші - під дією гравітації, інерції, реактивних та інших сил.

Якщо уявити таку рухову дію чи вправу як біомеханічну модель, то можна відобразити її графічно у вигляді своєрідної піраміди (чи дерева), на вершині якої знаходиться головна (генеральна) мета, на яку спрямовані всі елементи, досягнення чи недосягнення якої означає, відповідно вирішення чи не вирішення рухового завдання.

А як же фази вправи? Адже вони можуть бути виявлені кожним спостерігачем при прямому візуальному контролі. Яке місце вони займають у цій піраміді? Геометрична зміна подій, звичайно ж, має місце в кожній вправі. Однак, в залежності від характеру та призначення вправ, визначається і значення фазового складу в процесі досягнення її основної мети, в результаті чого відбувається вирішення рухової задачі. Власне, у багатьох випадках, наприклад, в окремих вправах художньої гімнастики та фігурного катання сам фазовий склад (чи його геометричні компоненти) може бути поставлений на вершину багатоярусної піраміди - графічної моделі біомеханічної структури цих вправ.

Із сказаного видно, фазовий склад слід розглядати як один із елементів системи фізичної вправи.

Ті елементи, які не формують генеральну ціль (ГЦ) вправ, розташовуються рівнем нижче, в залежності від ступеня їх "внеску" в процесі досягнення ГЦ. Фактично кожний із них може розглядатися як елемент самостійної, проміжної цілі (підцілі), досягнення якої при реалізації вправ хоч і важливе, але не завжди обов'язкове (можна припустити, що до ГЦ можна прийти іншим шляхом, через інші підцілі).

Близькість рівня розміщення визначеного елемента в графічній піраміді ("дереві цілей") тієї чи іншої вправи до рівня підвищення його ГЦ визначається ступенем (вагомим значенням) внеску кожного елемента в процесі досягнення ГЦ.

Елементарна вправа передбачає рухову дію, призначення якої вирішення рухової задачі, що може бути досягнута односуглобним рухом з реалізацією одного - трьох ступенів волі.

Прості вправи призначені для вирішення рухової задачі, яка забезпечується рухами двох чи більше суглобів одного біокінематичного ланцюга (наприклад, верхньої чи нижньої кінцівки).

При виконанні комплексних вправ вирішення рухової задачі забезпечується шляхом реалізації рухів одночасно в декількох біокінематичних ланцюгах рухового апарату.

Сукупність фізичних вправ, що дозволяють вирішувати важливі рухові задачі в кожному конкретному виді спорту, спеціалісти об'єднують в специфічне поняття, характерне для сучасного розвитку фізичного виховання, - спортивну техніку.

Техніка фізичних вправ - складне, збірне найменування різноманітних за своєю біомеханічною структурою, рухових дій, цілі яких орієнтовані на досягнення високих спортивних результатів.

Біомеханічні закономірності гімнастичних вправ.

Біомеханіка у спортивній гімнастиці – одне із складних підвидів цієї дисципліни, оскільки руху, використовувані у гімнастиці складні, і вимагають різних підходів до вивчення. Тут розглядаються як статичні особливості рухів гімнаста, і кінематичні і динамічні.

Спортивна гімнастика, як та інші техніко-естетичні видів спорту відрізняється двома особливостями – надзвичайним розмаїттям технічних елементів й своєрідним підходом для оцінювання майстерності, що визначається суддями, які простежують за змагальній діяльністю спортсменів. Фактично оцінюється кінематика (зовнішня картина) рухової діяльності, а динаміка і енергетика грають другорядну роль. Важливе місце у оцінюванні займає уявлення про естетичному ідеалі, змінюваному згодом.

Естетичність рухової діяльності визначається багатьох чинників, зокрема специфічними (несподіванка, оригінальність, відповідність «школі») і загально біологічними (економічність, точність). Наприклад, як гарне сприймається таке виконання рівноваги, у якому не відбувається зайвих рухів, а поза обрано те щоб мінімізувати активність м'язів-антогоністів і, отже, витрати енергії для підтримки пози. За дотримання цих умов навіть найскладніші варіанти вправ на рівновагу виконуються зовні легко, хіба що без особливих зусиль і сприймаються, мов гарні.

У спортивної гімнастики гарно і граціозно їх необхідно виконувати складні вправи, потребують високої гнучкості і добре розвиненою мускулатури. Виконання оцінюється тим більша, що більше амплітуда рухів, що менше помітні коливальні руху тіла, і зусилля, яких коштує спортсмену утримання рівноваги. Тут допомагають не лише вправи, які вдосконалюють вестибулярний апарат, гнучкість і силові якості, а й «маленькі хитрості» –

наприклад, і під час гімнастичних вправ на колоді – виворотна постановка стопи і захоплення бічних поверхонь колоди пальцями.

#### *Рухові дії спортивної гімнастики.*

Локомоції у гімнастиці мають особливості. Так ходьба у гімнастиці (наприклад коли до снаряда) відрізняється легкістю і плавністю, коливання швидкістю ній зведені до мінімуму. Стрункість тіла підкреслюється поставою гімнастка: спина пряма, голова піднята.

Біг у гімнастиці має два різновиди: гімнастичний біг і розбіг. Мета розбігу – досягнення оптимальної швидкості до виконання наступного технічного елемента, наприклад стрибка.

Гімнастичний біг оптимізується по естетичності. Як і хореографії, він супроводжується різними рухами рук, голови і тулуба. Тим самим можливим засобами пластики передати різноманітні відтінки настрої і первісність почуттів. Хоча, зрозуміло, ще немає суворого наукового пояснення того емоційного впливу, який мають на людини рухові дії артистів балету, фігуристів тощо.

Рухи навколо осей, що їх в техніко-естетичних видах спорту, дуже видовищні хоча б тому, що демонструють можливості людини, котрі виступають поза рамки звичних, повсякденних. Без багаторічної тренування не виконати стрибок з багатьма оборотами, складні обертання при зіскоку з поперечини тощо. Освоєнню подібних вправ допомагає знання біомеханічних закономірностей.

#### Біомеханічні закономірності легкоатлетичних вправ.

Будучи «фундаментальними людськими рухами», ходьба і біг цікаві самі по собі. Але, крім того, зважаючи на свою загальнодоступності вони використовуються для вивчення загальних закономірностей циклічних локомоцій. Коли говорять про фазовому складі рухової дії, мають на увазі рухи всього тіла (в даному випадку обох ніг). Але для розуміння механізмів ходьби потрібно знати, які елементарні дії виконуються кожною ногою. За часом вони не завжди співпадають з фазами ходьби. У періоді опори виконуються: амортизація, переكات з п'яти на всю ступню, відштовхування і переكات з усією ступні на шкарпетку. У періоді перенесення нога спочатку згинається, а потім розгинається в колінному суглобі. З елементарних дій формуються фази. При побудові кожного достатньо складного в координаційному відношенні руху, рухової дії, фізичної вправи людина обдуманно реалізує тільки мету (яка при вивченні може бути виражена біомеханічне кількісними характеристиками). Всі інші елементи біомеханічної структури реалізуються ніби автоматично, деякі – під дією м'язових сил, інші – під дією гравітації, інерції, реактивних та інших сил.

Якщо уявити таку рухову дію чи вправу як біомеханічну модель, то можна відобразити її графічно у вигляді своєрідної піраміди (чи дерева), на вершині якої знаходиться головна (генеральна) мета, на яку спрямовані всі елементи, досягнення чи недосягнення якої означає, відповідно вирішення чи не вирішення рухового завдання. А як же фази вправи? Адже вони можуть бути виявлені кожним спостерігачем при прямому візуальному контролі. Яке місце вони займають у цій піраміді? Геометрична зміна подій, звичайно ж, має місце в кожній вправі. Однак, в залежності від характеру та призначення вправ, визначається і значення фазового складу в процесі досягнення її основної мети, в результаті чого відбувається вирішення рухової задачі. Власне, у багатьох випадках, наприклад, в окремих вправах художньої гімнастики та фігурного катання сам фазовий склад (чи його геометричні компоненти) може бути поставлений на вершину багатоярусної піраміди – графічної моделі біомеханічної структури цих вправ. В залежності від характеру його моноцілі кожна фізична вправа класифікується як елементарна, проста комплексна та складна.

Елементарна вправа передбачає рухову дію, призначення якої – вирішення рухової задачі, що може бути досягнута односуглобним рухом з реалізацією одного – трьох ступенів волі.

Прості вправи призначені для вирішення рухової задачі, яка забезпечується рухами двох чи більше суглобів одного біокінематичного ланцюга (наприклад, верхньої чи нижньої кінцівки). При виконанні комплексних вправ вирішення рухової задачі забезпечується шляхом реалізації рухів одночасно в декількох біокінематичних ланцюгах рухового апарату. Нарешті, в складних фізичних вправах моноціль досягається шляхом активного переміщення центру маси всього тіла людини у просторі відносно яких-небудь зовнішніх систем відліку. Зазначені типи фізичних вправ можуть бути представлені в кожному класі (відповідно, серед оздоровчих, тренувальних, змагальних та показових вправ) та в усіх видах вправ. В залежності від моноцілі та рухових задач, які вирішуються засобами фізичного виховання, в кожному окремому випадку підбирається режим виконання вправ, який також може відрізнятися біомеханічними параметрами, рухами, що до нього входять, і мати оздоровчу, тренувальну, змагальну та показову направленість. Сукупність фізичних вправ, що дозволяють вирішувати важливі рухові задачі в кожному конкретному виді спорту, спеціалісти об'єднують в специфічне поняття, характерне для сучасного розвитку фізичного виховання, – спортивну техніку. Техніка фізичних вправ – складне, збірне найменування різноманітних за своєю

біомеханічною структурою, рухових дій, цілі яких орієнтовані на досягнення високих спортивних результатів.

Біомеханічні закономірності переміщення тіла людини з ковзанням у воді.

Можливість плавучості залежить цілої низки різних чинників. У тому числі: щільність води, морфотип людини, поза плавця у питній воді, особливості розташування підшкірного жиру, ступінь заповнення легких повітрям та інших. Плавучість розрізняють горизонтальну і вертикальну, позитивну і негативну. Що щільність води, тим більше плавучість. Середня щільність тіла людини визначається співвідношенням кісткової, жировій і м'язової тканини. Найнижча щільність має жирова тканину. У плавців кількість і місцезнаходження жировій тканини забезпечує найкращу плавучість. Відсоткове співвідношення видів тканини безпосередньо виявляється у оптимальних рухових здібностях спортсмена. Плавучість залежить від того показника життєвої ємності легенів (ЖЕЛ). У чоловіків-плавців ЖЕЛ становить 6 – 7 літрів; у жінок 5 – 5.5 літрів. Чим більший ЖЕЛ, тим більша плавучість. За повної глибокому вдиху змінюється обсяг тіла, а маса залишається колишньої, що навіть пояснюється вища плавучість, аніж за видиху. Рівновага тіла то, можливо стійким і хистким. Нестійким становище буде тоді, коли загальний центр маси тіла (ЗЦМТ) виявиться розташованим вище загального центру тиску (ЗЦД). Сили долучені до різним точкам і у різних вертикальних площинах, у своїй виникає момент обертання. Він тривати до того часу, поки сили ні діяти у одній вертикальній площині. Чим менший відстань між ЗЦМТ і ЗЦД, то вище горизонтальне стійка польсько-українська рівновага. Динамічний взаємодія тіла із жовтою водою залежить від швидкості його руху щодо води та зумовлено наявністю у ній сил внутрішнього тертя і тиску. При русі тіла у питній воді розподіл тиску відрізняється з його розподілу є у рідини, що у спокої. У потоку виникають області підвищеного і зниженого тиску. Область підвищеного тиску утворюється того частини тіла, яка зустрічає (атакує) потік води, область зниженого тиску – позаду тіла, що образує вихор. Результируючий вектор сила води реакції води в наведеному прикладі перешкоджає просуванню плавця вперед; у випадках можна називати її силою гідродинамічного опору.

Аналогічна сила реакції води утворюватися і робочих поверхнях рук і ніг плавця під час гребків, наприклад на робочій поверхні пензля. Оскільки цю силу плавець використовує, щоб просувати себе вперед, спираючись про воду, називатимемо її силою реакції опори. При русі тіла частки сусіднього шару взаємодіють із поверхнею. Таке взаємодії виникає опір тертя. Частинки

водного середовища але виявляються рухливими щодо тіла: внаслідок тертя вони уповільнюють свій рух, до зупинки. Виникає так званий сліпінг-ефект (звичайнісінький прилипання у поверхні). Через війну навколо рушійної тіла формується свого роду водний чохол, рухомий разом із тілом, і гальмуючий його рух.

При звичайному ковзанні людини у витягнуте становищі, руки вперед, обурення поширюється в різні боки приблизно 70 см. При аналізі цього виду опору найчастіше розглядається структура «прикордонного шару» і її фізичне процеси, які тоді відбуваються. Саме цими характеристиками визначається величина сили тертя. Прикордонним шаром називається тонкий шар загальмованою води, утворений лежить на поверхні тіл. Під кордоном розуміють умовну лінію поверхні, де швидкість частинок прикордонного шару тіла стає рівної швидкості тіла. На поверхні тіла спортсмена товщина прикордонного шару може становити кількох міліметрів.

Слід пам'ятати, що зниження опору сприяє більш обтічна форма, оптимальне становище тіла у питній воді, старанно підібраний купальний костюм й різні мастила. Існує думка, що у зниження опору впливає волосяний покрив тіла.