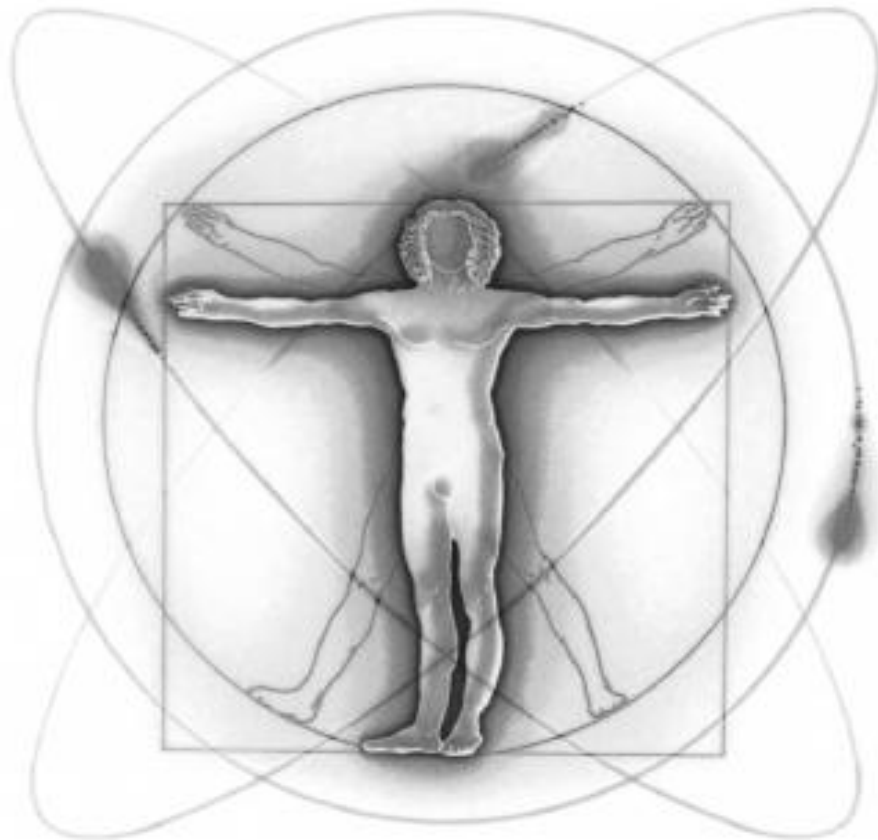


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

С.М. ВОВК, А.В. ОСІПЦОВ, О.Я. ЛИСЕЦЬКА

ОНТОКЕНІЗІОЛОГІЯ

Навчальний посібник



Маріуполь, 2015

УДК 612.7
ББК (Ч)75.0
В09

*Рекомендовано до друку згідно рішення науково-методичної ради факультету
філології та масових комунікацій
(Протокол №5 від " 19" 03. 2015)*

Рецензенти:

Зюзь В.М. – доцент кафедри фізичного виховання та спорту ДВНЗ «ПДТУ», кандидат наук з фізичного виховання та спорту;

Вертель О.В. - доцент кафедри фізичного виховання, спорту та здоров'я людини МДУ, кандидат наук з фізичного виховання та спорту

В09 Онтокенізіологія: навчальний посібник / С.М.Вовк, А.В.Осіпцов, О.Я.Лисецька – Маріуполь: Видавничий центр МДУ, 2015. – 90 с.

ISBN

Наданий навчальний посібник орієнтовано на підготовку бакалаврів з фізичної культури та спорту, за напрямом 6.010203 " Здоров'я людини". Його зміст відповідає навчальній програмі «Онтокенізіологія».

У навчальному посібнику розглянуто основи рухової діяльності людини, докладно викладаються роль і місце реабілітолога та фітнес-тренера у процесі оздоровлення спортсмена і будь-якої людини. Розглядаються основні функції онтокенізіології, методологія вивчення біомеханічних особливостей рухового апарату людини, а так само розвиток та вміння використовувати отримання знання у практиці.

Навчальний посібник розраховано на широке коло студентів факультетів фізичної культури вищих педагогічних навчальних закладів, а інститутів фізичної культури, викладачів, читачів, маючих зацікавленість до онтокенізіології.

Друкується за авторською редакцією

© Маріупольський державний університет
© С.М. Вовк, А.В. Осіпцов, О.Я. Лисецька 2015

ЗМІСТ

| | <i>Стор.</i> |
|---|--------------|
| ВСТУП | 4 |
| Розділ 1. Онтокенізіологія її особливості як науки і навчальної дисципліни | 6 |
| 1.1. Кінематична структура рухових дій | 6 |
| 1.2. Оцінювання точності рухових дій | 8 |
| 1.3. Напрями досліджень в кінезіології точнісних дій | 9 |
| Розділ 2. Кінематичні характеристики тіла людини та її рухових дій | 13 |
| 2.1. Кінематична структура рухових дій | 13 |
| 2.2. Оцінювання точності рухових дій | 14 |
| 2.3. Напрями досліджень в кінезіології точнісних дій | 16 |
| Розділ 3. Динамічні характеристики тіла людини | 20 |
| 3.1. Інерційні характеристики | 20 |
| 3.2. Силові характеристики | 21 |
| 3.3. Енергетичні характеристики | 27 |
| Розділ 4. Онтокенізіологічні особливості м'язового скорочення | 31 |
| 4.1. Визначення онтокенізіологічних термінів і понять | 31 |
| 4.2. Режими скорочення і різновиди роботи м'язів | 33 |
| 4.3. Механізм скорочення м'язових тканин | 35 |
| Розділ 5. Біомеханічна система як модель живого рухового механізму | 41 |
| 5.1. Біомеханічна класифікація опорно-рухового апарату. Вимірювання геометрії маси тіла людини | 41 |
| 5.2. Ланки біокинематических ланцюгів і механізми сполук біомеханічної системи рухового апарату | 49 |
| 5.3. Ланки ланцюгів біокинематических | 51 |
| Розділ 6. Положення центрів мас тіла людини, окремих його частин, та способи їх визначення | 54 |
| 6.1. Види рівноваги та умови збереження рівноваги тіла і ступінь його стійкості | 54 |
| 6.2. Центр тяжіння тіла людини. Центр об'єму тіла людини | 57 |
| 6.3. Вивчення питомої ваги тіла людини за допомогою онтокенізіологічних методів | 63 |
| Розділ 7. Біодинаміка рухових дій, опір середовища рухові тіла | 67 |
| 7.1. Біомеханічні характеристики рухів тіла людини | 67 |
| 7.2. Біомеханічні основи техніки і тактики фізичних вправ | 76 |
| 7.3. Технічна підготовленості | 77 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ | 81 |

ВСТУП

Онтоткенізіологія - це відносно нова дисципліна. З самої назви випливає, що це наукова і практична дисципліна, яка вивчає м'язовий рух у всіх його проявах. Розуміння основ онтокінезіології може допомогти поліпшити спортивні результати, знизити рівень стресу, пов'язаного зі спортом і фізичними навантаженнями. Крім того знання основ кінезіології сприяє загальній фізичній підготовці, а також допоможе швидше пройти реабілітацію після спортивних травм.

Однією з найважливіших завдань вивчення основ онтокінезіології є поліпшення свого здоров'я так і своїх спортивних результатів. Знаючи основи онтокенізіології, студенти навчаються аналізувати техніку та тактику рухів, отримують уявлення про засоби моделювання і оптимізацію рухів, отримують навчальні навички практичного використання біомеханічних методів та спеціальних тренажерів у навчально-тренувальному процесі. Вивчаючи малюнок руху людського тіла, реабілітолог або фітнес - тренер може краще зрозуміти, які рухи допомагають підвищувати спортивну майстерність, а які заважають розвитку. Для того, щоб фіксувати рухи людини і аналізувати його, фахівці з біомеханіки використовують спеціальне обладнання, яке дозволяє їм побачити, де можна домогтися поліпшення.

Усвідомлення складності рухової діяльності, оволодіння основами системного підходу до аналізу складних явищ, ознайомлення з теоретичними концепціями сучасної онтокенізіології, освоєння способів кількісного опису біомеханічних систем – все це формує специфічний стиль мислення, необхідний для доцільного та ефективного побудування занять з фізичного виховання. Засвоєння знань з предмету сприяє розвитку у студентів педагогічного світогляду, вмінню аналізувати та педагогічно мислити, формуванню спеціальної системи знань та вмінь. Все це дозволяє майбутньому вчителю поєднувати фізичне виховання з практикою суспільного життя, узагальнювати передовий педагогічний досвід,

самостійно розробляти та впроваджувати нові шляхи з фізичного вдосконалення дітей. А використання сучасних технологій дозволяють глибше зрозуміти механіку рухів, задіяних у спортивної активності, а, отже, дозволяють підвищувати ефективність спортивних результатів.

Предметом вивчення онтокенізіології є дисбаланс у будь-якій системі організму, який може бути наслідком функціональних розладів, але може відображати і структурні органічні порушення і захворювання. Цей дисбаланс проявляється своєрідною м'язовою слабкістю (але не парезом), у зв'язку з чим, мануальне м'язове тестування - основний діагностичний і контролюючий метод. Ця м'язова слабкість відображає нейром'язову дезорганізацію забезпечення і регулювання системи руху. У світлі цього онтокенізіологія розглядається як функціональна патологія. Наслідком цього дисбалансу, в першу чергу, виявляється біомеханічний у вигляді порушення акту ходьби, зміни взаємного розташування елементів хребтового рухового сегмента і інші порушення.

Цілі і завдання онтокінезіології. Онтокенізіологія встановлює або прогнозує функціональні синдроми та проводить їх аналіз, оцінюючи фізіологічні функції людини. В період спортивного навантаження, або лікування і реабілітації вона неінвазивними методами моніторує процес одужання.

Навчальний посібник, який пропонується до Вашої уваги, повинен допомогти студентам з фізичної культури та спорту, за напрямом 6.010203 «Здоров'я людини» в освоєнні дисципліни «Онтокенізіологія», та формувань умінь, необхідних в професійній діяльності.

Навчальний посібник підготовлені відповідно діючим державним стандартам медичної освіти і програмно-цільової системи управління якістю підготовки спеціалістів.

Розділ 1

ОНТОКЕНІЗІОЛОГІЯ ЇЇ ОСОБЛИВОСТІ ЯК НАУКИ І НАВЧАЛЬНОЇ
ДИСЦИПЛІНИ*ЗМІСТ:*

1. Введення в онтокенізіологію
2. Онтокенізіологія - складова частина прикладних наук, що вивчають рух людини
3. Завдання і зміст різновидів онтокенізіології

Література: 1,6-17,76,78

1. Введення в онтокенізіологію

Онтокенізіологія - це відносно нова дисципліна. З самої назви випливає, що це наукова і практична дисципліна, яка вивчає м'язовий рух у всіх його проявах. Сам термін утворився з трьох грецьких слів: *ontos* (буття), *kenesis* (рух) і *logos* (вчення, слово).

Виникнення онтокенізіології пов'язують з ХХ - ХХІ ст., коли вона стала на шлях активного теоретичного і методологічного розмежування з біомеханікою. До цього рух людини традиційно розглядался в межах цієї галузі знань. Але онтокінезіологію слід відрізнити від різних методів хіропрактики, що мають у своїй назві слово «кінезіологія» - «прикладна кінезіологія» (англ. *Applied kinesiology*), «освітня кінезіологія» (англ. *Edu-K*) та інших, наукова обґрунтованість яких відсутня, або є спірною.

Наука про механіку рухів людини традиційно носить назву «біомеханіка» і по цю пору вивчається в спортивних навчальних закладах. У цьому значенні онтокінезіологію викладають на спортивних факультетах і кафедрах по всьому світу. На Заході онтокенізіологія вважається основною частиною біомеханіки, в якій розглядаються не тільки механічні, але також фізіологічні та психологічні основи рухи живих істот. Онтокінезіологія допомагає домогтися найбільш раціональних рухів для спортсменів,

танцюристів, працівників фізичної праці. Онтокенізіологією у біомеханічному сенсі займається така дисципліна, як біомеханіка та фізіологія. Великий внесок у біомеханіку вніс радянський психофізіолог і фізіолог Н. А. Бернштейн (1896 – 1976), його концепція «фізіології рухів» становить теоретичну основу цієї науки.

У 1973 році на болгарському і в 1978 році російською мовою видавництвом «Медицина і фізкультура» (м. Софія, Болгарія) видано книгу «Керівництво з кінезітерапії». Вона написана колективом авторів з Медичної Академії, практикуючих лікарів (з приміткою на стор 67) у клініці післяопераційної реабілітації Інституту ортопедії і травматології м. Софії. У цій книзі до онтокінезітерапії відносять всі види лікування за допомогою руху (від масажу до трудотерапії, включаючи ЛФК і заняття на тренажерах), а теоретичною базою онтокінезітерапії називають фізіологію руху.

Онтокінезіологію називають наукою про рух людини, і наводять відомості про силу, центри тяжіння тіла в цілому і членів тіла окремо, про анатомічні важелі, лінії дії м'язової сили, про поділ скорочення м'яза на ексцентричні, ізометричні та концентричні, про функціональну класифікацію м'язів, про позах і фазах руху.

Рух лежить в основі життєдіяльності людини. Різноманітні хімічні і фізичні процеси в клітинах тіла, робота серця і плин крові, дихання, травлення і виділення; переміщення тіла в просторі і частин тіла відносно один одного; складна нервова діяльність, що є фізіологічним механізмом психіки, сприйняття і аналіз зовнішнього і внутрішнього світу - все це різні форми руху матерії. Закономірності механічного руху вивчаються механікою. Предметом механіки як науки є вивчення змін просторового розташування тіл і тих причин, або сил, які викликають ці зміни.

Онтокенізіологія - наука про закони механічного руху в живих системах. Вона вивчає рух з точки зору законів механіки, властивих всім без виключення механічних рухів матеріальних тел. Об'єкт пізнання біомеханіки - рухові дії людини як системи взаємно пов'язаних активних рухів і положень

його тіла. Область вивчення біомеханіки - механічні і біологічні причини виникнення рухів, особливості їх виконання в різних умовах. Загальна завдання вивчення рухів полягає в оцінці ефективності програми сил для досягнення поставленої цілі.

2. Онтокенізіологія - складова частина прикладних наук, що вивчають рух людини

Рухи частин тіла людини представляють собою переміщення в просторі і часі, які виконуються в багатьох суглобах одночасно і послідовно. Рухи в суглобах за своєю формою і характером дуже різноманітні, вони залежать від дії безлічі прикладених сил. Всі рухи закономірно об'єднані в цілісні організовані дії, якими людина управляє за допомогою м'язів. Враховуючи складність рухів людини, в біомеханіки досліджують і механічну, біологічну їхнього боку, причому обов'язково в тісному взаємозв'язку.

Оскільки людина виконує завжди осмислені дії, його цікавить, як можна досягти мети, наскільки добре і легко це виходить в даних умовах. Для того щоб результат руху був краще, і досягти його було б легше, людина свідомо враховує і використовує умови, в яких здійснюється рух. Крім того, він вчиться досконаліше виконувати рухи. Онтокенізіологія людини враховує ці його здібності, чим суттєво відрізняється від біомеханіки тварин.

Таким чином, онтокенізіологія людини вивчає, який спосіб і які умови виконання дій краще і як оволодіти ними. Загальна задача вивчення рухів полягає в оцінці ефективності докладання зусиль для досягнення поставленої мети. Будь-яке вивчення рухів, в кінцевому рахунку, направлено на те, щоб допомогти краще виконувати їх. Перш, ніж приступити до розробки кращих способів дій, необхідно оцінити вже існуючі. Звідси впливає спільне завдання онтокенізіології, що зводиться до оцінки ефективності способів виконання досліджуваного руху. Онтокенізіологія досліджує, яким чином отримана механічна енергія руху і напруги може придбати робоче застосування. Робочий ефект вимірюється тим, як використовується

витрачена енергія. Для цього визначають, які сили роблять корисну роботу, які вони за походженням, коли і де включені. Те ж саме повинно бути відомо про сили, які виробляють шкідливу роботу, знижує ефективність корисних сил. Таке вивчення дає можливість зробити висновки про те, як підвищити ефективність дії. При вирішенні загальної задачі онтокенізіології виникають численні приватні завдання, не тільки передбачають безпосередню оцінку ефективності, але й впливають із загальної задачі і їй підлегли.

Метод онтокенізіології - системний аналіз і системний синтез рухів на основі кількісних характеристик, зокрема кібернетичне моделювання рухів. Онтокенізіологія, як експериментальна наука, спирається на дослідне вивчення рухів. За допомогою приладів реєструються кількісні характеристики, наприклад траєкторії швидкості, прискорення та інш., що дозволяють розрізняти рухи, порівнювати їх між собою. Розглядаючи характеристики, подумки розчленовують систему рухів на частини - встановлюють її склад.

Система рухів як ціле - не просто сума її складових частин. Частини системи об'єднані численними взаємозв'язками, що додають їй нові системні властивості. Необхідно представляти це об'єднання, встановлювати спосіб взаємозв'язку частин у системі, їх структуру

При вивченні рухів у процесі розвитку системного аналізу і синтезу в останні роки все ширше застосовується метод кібернетичного моделювання - побудова керованих моделей (електронних, математичних, фізичних та інш.) рухів і моделей тіла людини.

3. Завдання і зміст різновидів онтокенізіології

Клінічна (медична) біомеханіка є складовою частиною медичних наук: ортопедії, травматології, протезування, (реабілітології, лікувальної фізкультури), педіатрії, фізіології та багато інших.

Клінічна онтокенізіологія - науковий напрямок, в якому з позицій механіки і загальної теорії управління за допомогою спеціалізованих методів дослідження вивчається рухова активність людини в нормі та патології.

Основні розділи:

- онтокенізіологія нормальної і патологічної ходьби;
- онтокенізіологія скелетної травми;
- онтокенізіологія великих суглобів;
- онтокенізіологія хребта;
- онтокенізіологія стопи.

Ходьба людини - філогенетически давня добре автоматизована і циклічна локомоція. Вивчення аналізу ходьби зручно тим, що в її здійсненні бере участь весь опорно-руховий апарат. Це дає можливість дослідити функцію будь-яких його відділів, включаючи верхні кінцівки і хребет.

Основна стійка - положення і рухи загального центру маси тіла (при стоянні обстежуваного на спеціальній платформі - метод Стабілометр).

Статичні положення. Інформація про кінцевих положеннях дозволяє оцінити взаимоположення сегментів тіла і визначити амплітуду рухів. Наприклад, оцінка форми хребта проводиться в трьох площинах - фронтальній, сагітальній і горизонтальною. Оцінюється нахил таза в сагітальній та фронтальній площинах, нахил надплечий у фронтальній площині. Співвідношення тазового і плечового пояса оцінюється у фронтальній і горизонтальній площинах. Крім того, у фронтальній площині оцінюється нахил надплечий щодо таза, а в горизонтальній - розворот надплечий щодо таза.

Основні методи дослідження:

- подометрія - вимірювання часових характеристик кроку;
- гоніометрія - вимірювання кінематичних характеристик рухів у суглобах;
- динамометрія - реєстрація реакцій опори;
- елекроміографія - реєстрація поверхневої емг;

- стабілометр - реєстрація положення і рухів загального центру тиску на площину опори при стоянні.

Як самостійна наукова дисципліна онтокенізіологія фізичних вправ збагачує теорію фізичного виховання, досліджуючи одну із сторін фізичних вправ-техніку. Разом з тим, онтокенізіологія фізичних вправ безпосередньо використовується в практиці фізичного виховання. Як навчальний предмет онтокенізіологія містить головні положення вчення про рухи, узагальнений і систематизований досвід вивчення загальних об'єктивних закономірностей. Об'єкт пізнання онтокенізіології - рухові дії людини, а як системи взаємно пов'язаних активних рухів і положень його тіла.

Онтокенізіологія фізичних вправ ділиться на загальну, диференціальну і приватну.

- загальна - вирішує теоретичні проблеми і допомагає дізнатися, як і чому людина рухається;

- диференціальна - вивчає індивідуальні та групові особливості рухових можливостей і рухової діяльності. Вивчаються особливості, що залежать від віку, статі, стану здоров'я і т. п.

- приватна - розглядає конкретні питання технічної та тактичної підготовки в окремих видах, у тому числі в оздоровчому бігу і ходьбі, загальнорозвиваючих гімнастичних вправах, ритмічної гімнастики на суші (аеробіка) і у воді (акваробіка) і інш. Основне питання приватної онтокенізіології - як навчити людину правильно виконувати різноманітні рухи або як самостійно освоїти культуру рухів.

Онтокенізіологія займає особливе положення серед наук. Вона базується на анатомії, фізіології і фундаментальних наукових дисциплінах - фізиці (механіці), математики, теорії управління. Взаємодія онтокенізіології з біохімією, психологією і естетикою дало життя новим науковим напрямкам, які, ледь народившись, уже приносять велику практичну користь.

Інженерна онтокенізіологія - це складова частина медико-біологічної науки протезобудування.

Онтоткенізіологія трудових дій і робочих поз - складова частина науки ергономіка (гігієна праці).

Теоретична онтокенізіологія - наука, заснована на застосуванні математичної методології і математичного апарату.

Комп'ютерна онтокенізіологія (комп'ютерне моделювання) нове напрямління яке інтенсивно розвивається, поповнюючи теоретичну онтокенізіологію новими знаннями

ВИСНОВОК

Онтоткенізіологія - це відносно нова дисципліна. З самої назви випливає, що це наукова і практична дисципліна, яка вивчає м'язовий рух у всіх його проявах. Рухи частин тіла людини представляють собою переміщення в просторі і часі, які виконуються в багатьох суглобах одночасно і послідовно. Всі рухи закономірно об'єднані в цілісні організовані дії, якими людина управляє за допомогою м'язів.

Таким чином, онтокенізіологія людини вивчає у якій спосіб та які умови виконання дій краще, і як оволодіти ними. Загальна задача вивчення рухів полягає в оцінці ефективності докладання зусиль для досягнення поставленої мети. Будь-яке вивчення рухів, в кінцевому рахунку, направлено на те, щоб допомогти краще виконувати їх. Перш, ніж приступити до розробки кращих способів дій, необхідно оцінити вже існуючі. Звідси випливає спільне завдання онтокенізіології, що зводиться до оцінки ефективності способів виконання досліджування руху.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.3 яким століттям пов'язують розвиток онтокенізіології?
2. З якою наукою тісно пов'язана онтокенізіологія? Обгрунтуйте відповідь.
3. Який метод онтокенізіології полягає у основах дослідження рухів людини ?

Розділ 2

КІНЕМАТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТІЛА ЛЮДИНИ ТА ЇЇ
РУХОВИХ ДІЙ*ЗМІСТ:*

2.1. Кінематична структура рухових дій

2.2. Оцінювання точності рухових дій

2.3. Напрями досліджень в кінезіології точностних дій

Література: 2, 5, 20,77, 85*2.1.Кінематична структура рухових дій*

Види рухових дій різноманітні: трудові, побутові, спортивні і т. д. В цьому різноманітті є клас рухів, які з певним ступенем умовності можна віднести до «точнісних». Зауважимо, що будь-цілеспрямований рух передбачає наявність точності, але в даному випадку будуть розглядатися такі рухи, для яких точність є кінцевою цільовою завданням.

Серед точнісних рухів можна виділити два види:

- рухи, якість яких оцінюється щодо точності виконання заданих траєкторій (точність стеження);
- рухи, якість яких оцінюється по кінцевому результату (цільова точність).

Об'єднуючим ці рухи є наявність у них деяких схожих рис і характеристик, що і дозволяє виділити їх в окремий клас. Загальними рисами і характеристиками зокрема є наступні:

- підвищення вимог до точності пов'язане з певними структурними особливостями роботи м'язів-антагоністів;
- наявність деякої спільності, в організації та побудові рухів.

Це дає підставу до постановки питання про необхідність цілеспрямованого дослідження такого класу рухів.

Для викладу матеріалу доцільно уточнити термінологію, яка буде використовуватися нижче.

В даному випадку складність підходу до формалізації понятійного апарату полягає в тому, що, з одного боку, розглядається організація рухів людини, а з іншого - його рухові здібності. У тлумачних словниках (як української мови, так і інших) поняття точності і влучності в якійсь мірі ідентифікуються, однак термінологічно їх слід розділити.

У даній лекції під терміном влучність слід розуміти здатність людини, притаманну йому, як індивідуальну характеристику з можливою опосередкованою оцінкою, а точність розглядати як кінцевий результат дій, який піддається прямому вимірюванню.

Таким чином, влучність - це здатність людини проявляти точність при виконанні рухів, а точність - це кінцевий результат дії.

Під терміном рух буде розумітися власне переміщення ланок тіла, а термін рухове дію передбачатиме більш широке поняття, що включає в себе і преднастройку до початку виконання власне руху, наприклад фазу простежування рухомих об'єктів при їх лову або відображенні.

2.2. Оцінювання точності рухових дій

Оцінку здатності людини виявляти в рухах точність визначає точність рухових дій суб'єкта при дотриманні стандартних зовнішніх умов. Оцінка точності як кінцевого результату виконання рухового дії вимагає більш детального розгляду, так як існують різні способи її оцінки як кінцевого результату одиночного руху або серії рухів.

Спосіб оцінки точності має принципове значення, так як точність може оцінюватися за різними показниками та отримані характеристики будуть відображати різні явища: різні механізми організації рухів і різні здібності людини.

Найбільш часто використовуваний спосіб оцінки точності - по ймовірності попадання в задану область (P). У цих випадках можуть бути дві оцінки:

- за альтернативною ознакою (так, немає);
- по відношенню вдалих і невдалих спроб в серії (у відсотках).

У прикладних галузях математики точність прийнято оцінювати як величину, зворотну величину стандартного відхилення від цілі ($1/\sigma$).

У цьому випадку розглядаються помилки:

а) систематичні як середня величина відхилення серії спроб від цілі з різною оцінкою у латеральному (X) та сагітальній (Y) напрямках чи по модулю (Z);

б) випадкові (купчастість) як стандартне відхилення від центру розсіювання в латеральному (σ_x) та сагітальній (σ_y) напрямках.

Кількісні показники точності, отримані різними способами, мають принципову відмінність. Наприклад, проведена нами оцінка точності одних і тих же спроб рухових дій щодо ймовірності і стандартного відхилення виявила, що показники точності, оцінені різними способами, змінюються за різними законів при зміні умов виконання завдання.

Залежність ймовірності влучень від дистанції носить строго лінійний характер. Це простежується на суттєво відмінних один від одного рухах і не залежить від форми цілі (коло, квадрат та інш.).

Оцінка рухів стандартним відхиленням характеризується нелінійною залежністю.

Відсутність урахування того що показники точності, оцінені різними способами, підпорядковані різним законам, часто призводить дослідників до невідповідності трактування одних і тих же фактів при обговоренні і зіставленні отриманих результатів.

Вельми суттєвим є також і те обставина, що точність рухів людини в латеральному та сагітальному напрямках залежить від різних біомеханічних структурних елементів.

Оцінка точності за вірогідність попадань не відображає таких відмінностей. Проведені дослідження говорять про те, що різні показники точності (систематична помилка і купчастість) корелюють з різними характеристиками кінематики рухових актів.

У зв'язку з тим що систематичні відхилення і показники точності відображають процеси, що відбуваються на рівні управління рухами, їх доцільно використовувати для оцінки впливу на точність «внутрішніх» чинників.

Лінійний закон зміни ймовірності попадання робить зручним використання цієї характеристики для оцінки впливу на точність зовнішніх факторів.

2.3. Напрями досліджень в кінезіології точностних дій

Вивчення точності рухів людини представляє інтерес в декількох аспектах. Точнісні рухові дії є зручною моделлю для вивчення побудови рухів, так як є чіткі і добре вимірювані критерії ефективності їх виконання. Ця модель є найбільш зручною формою, що відбиває організацію роботи мозку, яка, мабуть, є основною проблемою біомеханіки. З цієї точки зору точнісні рухові дії - найбільш перспективний об'єкт для вивчення біомеханічних систем.

Одним з головних напрямів проведення досліджень є пошук загальних структурних закономірностей в рухах цього класу, а також вивчення адаптації людини до впливів різного роду, в тому числі і змін сенсорного і фізіологічного характеру.

Щоб зрозуміти сутність змін, що відбуваються в самій біологічній системі, перш необхідно вивчити феноменологію таких явищ, як вплив навантаження, ліміту часу, можливостей переносу тренуваності та ін. Такий напрямок досліджень розширює уявлення про можливу організації кібернетичних систем і дає поштовх до нових напрямків розробок, пов'язаних з ергономікою.

Іншим аспектом вивчення точності рухових дій є здатність людини виконувати рухи точно як індивідуальна характеристика. В цьому плані необхідно розглянути сутність природи влучності та особливості її прояву, щоб установити, якою мірою ця здатність пов'язана з іншими індивідуальними характеристиками (конституцією людини, руховими якостями, психомоторики та ін).

Важливою стороною проблеми точності рухових дій є також область, пов'язана з диференціальною біомеханікою, в тій її частині, яка розкриває характер дозрівання рухового апарату. Тому не можна обійти увагою вікові особливості прояву точності рухів.

Також важливо розглянути і напрямок, пов'язаний з проявом адаптації людини до різного роду впливів, зокрема при навчанні і тренуванні. Розкрити механізми адаптації можна через оцінку впливу різних методів і методичних прийомів тренування, які дозволяють цілеспрямовано впливати на сенсорні та моторні компоненти.

Вивчення організації рухів такої складної системи, як людина, має проводитися на основі комплексного підходу з виділенням окремих елементів. Аналіз складного рухового дії може бути спрощено, якщо будуть відомі окремі закономірності зміни точності для елементарних форм рухів.

Тому, перш ніж проводити дослідження структури рухових дій, індивідуальних особливостей та адаптації людини до різного роду впливів, необхідно мати уявлення про залежності точності рухів від окремих елементарних характеристик кінематичного і динамічного порядку, причому бажано мати ці залежності у вигляді ряду аналітичних закономірностей.

Найбільш повне вивчення проблеми точності рухів людини повинно передбачати комплексний підхід. Для цього необхідні дослідження в наступних основних напрямках:

1. Вивчення аналітичних залежностей прояви точності з психофізичних (стимул-відповідь) і феноменологічних позицій.

2. Вивчення індивідуальних особливостей прояву точності рухів з позицій фенотипу і генотипу, фізичного розвитку та рухової підготовленості.
3. Вивчення біомеханічної структури точностних рухових актів.
4. Дослідження впливу на точність і рухову структуру рухових дій різних факторів фізіологічного, психологічного та біомеханічного характеру.
5. Визначення напрямів навчання і вдосконалення точності рухів.

Побудова теорії точності рухових дій передбачає наявність необхідних знань в галузі взаємозв'язку рухових якостей і прояви точності як єдиного цілого, що визначає ефективність дій.

До цього часу вивчення такого взаємозв'язку або носило емпіричний характер, або будувалося на основі досліджень, що носили фрагментарний або утилітарний характер, з урахуванням чітко визначених видів діяльності. В цілому не були сформульовані теоретичні положення, узагальнюючі науковий та практичний матеріал з точки зору теорії точності рухових дій.

Це пов'язано з тим, що не було чіткої формалізації положень, які визначають характер впливу на точність різних зовнішніх факторів, індивідуальних особливостей і закономірностей організації рухів.

Формалізація основних положень, що стосуються точності рухових дій, не тільки актуальна з точки зору розширення теоретичних знань у плані аналітичних залежностей, організації рухів, впливу зовнішніх впливів, включаючи фізичне навантаження, навчання і тренування, але і в значній мірі стимулює розвиток ергономіки, роботобудування, що передбачає певний економічний ефект.

Таким чином, погляд на навчання і вдосконалення рухової діяльності з позиції точності рухів дозволяє дати новий імпульс для теоретичних досліджень і прикладних робіт.

Рухова діяльність людини є проблемою, розв'язання якої передбачає, з одного боку, розкриття механізмів управління рухами, а з іншого - широке коло досліджень у галузі формування та вдосконалення рухових навичок.

У вивченні ефективності виконання рухових актів найбільш важливим, але в той же час і найбільш важким є знаходження чітких, конкретних показників, які можуть слугувати критеріями ефективності. З цієї точки зору найбільш зручним і доцільним є використання в якості критеріїв аналізу організації рухів біомеханічних систем (біомеханізмів) показників точності.

ВИСНОВОК

Рух тіла вважають вивченим лише тоді, коли відомий спосіб визначення положення цього тіла у будь-який момент досліджуваного проміжку часу. З цією метою рух тіла реєструють.

При проведенні онтокенізіологічних досліджень використовують різні методи реєстрації рухів і положень тіла. Серед них особливе місце займають оптичні та електричні методи, які часто застосовуються у комплексі, доповнюючи один одного.

Точнісні рухові дії є зручною моделлю для вивчення побудови рухів, так як є чіткі і добре вимірювані критерії ефективності їх виконання. Ця модель є найбільш зручною формою, що відбиває організацію роботи мозку, яка, мабуть, є основною проблемою онтокенізіології. З цієї точки зору точнісні рухові дії - найбільш перспективний об'єкт для вивчення біомеханічних систем.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Що таке тіло відліку й система відліку?
2. Як визначити масштаб зображення?
3. Що таке координати точки, як їх визначають?
4. Які основні розпізнавальні точки на тілі спортсмена виділяють і якими латинськими літерами їх позначають?

Розділ 3

ДИНАМІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТІЛА ЛЮДИНИ

ЗМІСТ:

3.1. Інерційні характеристики

3.2. Силові характеристики

3.3. Енергетичні характеристики

Література: 3, 8-19, 79, 84*3.1. Інерційні характеристики*

Перший закон (закон інерції, Р. Галілей, 1638). Будь-яке матеріальне тіло зберігає стан спокою або рівномірного прямолінійного руху до тих пір, поки зовнішній вплив не змінить стан (зокрема, стан спокою теж розглядається як рівномірний рух з нульовою швидкістю). Прямолінійний і рівномірний рух матеріального тіла називається інерціальним (або рухом за інерцією).

На всяке рухоме тіло в реальних умовах будуть діяти сили тертя, опору середовища і під їх дією тіло буде втрачати швидкість. Для підтримки швидкості необхідно прикласти певну силу F , яка врівноважить дію зовнішніх сил, і, отже, закон інерції може звучати наступним чином - всяке тіло, що перебуває під дією взаємно врівноважених сил, зберігає свою швидкість незмінною.

Процес збереження тілом стану рівномірного руху (або приватний випадок - спокою) називається інерцією. Здатність зберігати свою швидкість (або стан спокою) буде залежати від маси тіла, яка визначає властивість інертності. Маса є мірою інертності тіла при поступальному русі. Не плутати масу тіла (міра інертності) з вагою тіла (силою з якою воно тисне на опору). Простий приклад - поведінка тіл в невагомості. Тоді тіла не мають ваги (невагомість), але наявність маси не скасовує виконання законів Ньютона.

При обертальному русі важлива не сама маса тіла, а як вона розподілена відносно осі обертання. Тому мірою інертності при обертальному русі є момент інерції, який дорівнює сумі добутку мас всіх матеріальних точок тіла на квадрат відстані до осі обертання (чим більше відстань до осі обертання, тим більший внесок у інертність тіла)

$$J = m R_{\text{цм}}^2, \quad (3.1)$$

Момент інерції легко знайти для простих геометричних фігур, але визначити його в багатоланкової системи людини при різних позах непросто. Першу спробу визначення моментів інерції ланок тіла зробили Вільгельм Брауна і Отто Фішер у 1889 р. методом кочення визначили моменти інерції кінцівок.

Методом В. М. Абалакова визначається відстань від осі обертання до ОЦТ ланки і підставляється у формулу фізичного маятника.

Інструментальний спосіб - унифіляр.

Метод розрахунку (аналітичний) - розглядають тіло як фігуру з рівномірно розподіленою масою.

Іншою фізичною величиною, що зв'язує рух тіла з його масою, є імпульс тіла (кількість руху) - добуток маси тіла на його швидкість $p = mv$. Для імпульсу справедливий закон збереження, тобто, повний імпульс замкнутої системи залишається постійним.

Аналогом імпульсу тіла (кількості руху) у поступальному русі, в обертальному визначається момент кількості руху, або кінетичний момент (L), дорівнює добутку моменту інерції відносно осі обертання на кутову швидкість: $L = J \times \omega$.

3.2. Силі характеристики

Сила - це міра дії одного тіла на інше, в результаті якого тіла змінює своє механічне стан.

За другим законом Ньютона сила визначається добутком маси тіла на його прискорення: $F = m \times a$. Це основний закон динаміки. Доповненням до нього служить третій закон - дві матеріальні точки діють один на одного з силами, які чисельно рівні і протилежно спрямовані вздовж прямої.

Дія сили визначається: 1) точкою прикладання сили; 2) напрямком сили (лінія дії сили); 3) чисельним значенням (модулем) сили

Сили, діючі на тіло людини і окремі її ланки можуть призводити до різного результату: рушійні сили (збігаються з напрямком руху або прикладені під гострим кутом), гальмують (спрямовані протилежно напрямку руху), відхиляючі (перпендикулярні напрямку руху і збільшують кривизну траєкторії) і повертають (перпендикулярні до напрямку руху, але зменшують кривизну траєкторії).

Сили, діючі на тіло людини, поділяють на зовнішні і внутрішні.

Сила зовнішня - діє на тіло з поза, тобто виникає при взаємодії з іншими тілами.

Найбільш значимі з таких сил є сила тяжіння, тертя і опору середовища у воді і в повітрі.

Сила тяжіння - міра тяжіння тіла до землі.

$$F_{\text{тяж}} = mg \quad (3.2)$$

Спрямована вниз. Величина залежить від відстані від тіла до центра Землі (чим ближче, тим сила тяжіння більше). Отже, на значній висоті над рівнем моря і на певних географічних широтах спортивні результати в окремих видах спорту можуть бути поліпшені просто з-за меншої сили тяжіння. Другий фактор - вага тіла. Зі збільшенням ваги зростає і сила ваги, тому для її подолання необхідно розвивати більше зусилля. Третій фактор - трохи різна величина прискорення вільного падіння в різних точках на поверхні Землі, оскільки її форма - приплюснутий біля полюсів еліпсоїд.

Коли опора і тіло рухаються з деяким прискоренням, то в залежності від напрямку руху тіло може відчувати або невагомість або перевантаження.

Коли прискорення збігається з напрямком і дорівнює прискоренню вільного падіння, маса тіла дорівнює 0, це стан називається невагомістю.

Реакція опори - міра протидії опори при тиску на неї тіла. Оскільки маса тіла прикладена до опори, вона деформується і за рахунок сил пружності надає протидія силі тяжіння. По третьому закону Ньютона сила реакції опори дорівнює за величиною силі тяжіння і протилежна йому за напрямком при нерухомій горизонтальній опорі. Якщо людина на опорі рухається з прискоренням, то за рахунок власних м'язових зусиль впливає на опору, і сила реакції опори зростає на величину ma .

Сили пружної деформації - це міра дії деформівного тіла на інші тіла, які викликають цю деформацію.

Величина сили пружності залежить від властивостей тіла, що деформується. При деформації твердого тіла під дією прикладених сил виникають сили пружності, так як тіло при зміні своєї форми перешкоджає цьому за рахунок міжмолекулярної взаємодії своїй кристалічній решітці. Причому взаємодія тіл буде пружним тільки в тому випадку, коли після зняття навантаження тіло відновлює свою форму за рахунок сил пружності.

У спорті прикладами можуть служити деформація гімнастичного містка при стрибках на нього, жердини в стрибках у висоту, батута, при розтягуванні еспандера.

При спортивних вправах виникають пружні взаємодії з такими снарядами, як трамплін для стрибків у воду, перекладина, бруси, місток у спортивній гімнастиці, штучне покриття легкоатлетичної доріжки. Спортсмен деформує об'єкт зовнішнього середовища, з яким взаємодіє, за рахунок своєї маси і розвиваються м'язових зусиль. Потенційна енергія пружної деформації переходить в кінетичну і передається тілу спортсмена. В цьому полягає позитивне дію пружних об'єктів: запасуючи енергію в попередніх фазах спортивного вправи, вони потім повідомляють додаткові зусилля і передають енергію спортсмену в основній фазі спортивного вправи.

Гідроаеродинамічний опір. При виконанні фізичних вправ людина відчуває опір з боку повітряного або водного середовища, таке ж опір відчувають і снаряди (при метаннях, у футболі). При цьому людина або снаряд відчувають два види опору: тертя і тиску.

Наприклад, при бігу 6 км/год, 8% енергії витрачається на подолання опору повітря, у спринтерів цей витрата збільшується до 16%.

На значних висотах над рівнем моря густина повітря набагато менше, а значить його опір руху також менше. Оскільки з висотою знижується і сила тяжіння, то таке поєднання сприяє покращенню спортивних результатів.

У повітряному середовищі сила опору середовища дорівнює:

$$R = \frac{1}{2} C_x \rho S v^2 \quad (3.3)$$

де

ρ - щільність середовища (1,23 Н с² / м⁴)

S - площа перерізу тіла

C_x - безмірний коефіцієнт опору, що залежить від форми тіла

У водному середовищі додається ще виштовхувальна сила - це міра дії середовища на занурене в неї тіло і хвильовий опір - це сила, з якою середовище перешкоджає руху тіла відносно її. Разом вони створюють гальмуючу силу, яка називається лобовим опором тіла.

Ще одна сила опору, що виникає між твердими тілами - це сила опору тертя (Кулон, 1781). Сила тертя опору залежить, головним чином, від двох чинників: ваги і якості дотичних поверхонь (коефіцієнт тертя). Тіло переміщається щодо іншого: нерівності, які завжди є на дотичних поверхнях тіл, чіпляються один за одного і деформуються, а при щільному контакті ковзних поверхонь молекули починають взаємодіяти.

Сили тертя діють у напрямку уздовж поверхонь стичних тіл протилежно вектору швидкості їх переміщення.

Розрізняють сили тертя ковзання (при русі тіла не втрачають контакт між собою), спокою (як варіант сили тертя ковзання, але коли зовнішньої

сили недостатньо, щоб зрушити тіло) і кочення (одне тіло котиться щодо іншого).

Тертям ковзання називається опір, яке викликане при ковзанні одного тіла відносно іншого з деякою швидкістю. В цьому випадку сила тертя ($F_{тр}$) виражається наступним чином:

$$F_{тр} = f \cdot N \quad (3.4)$$

де

f - коефіцієнт тертя ковзних поверхонь;

N - сила нормального тиску, перпендикулярна до стичним поверхонь (дорівнює вазі тіла або проекції сили тяжіння).

Саме завдяки силі тертя ковзання людина може рухатися по поверхні Землі, оскільки необхідна зовнішня сила, дії якої можливо переміщати ОЦМ тіла. Сила тертя лиж про сніг знаходиться в межах від 0,02-0,9. Ковзання коника залежить від чистоти води, якості стали полоза, підтавання води між полозом і льодом. Краще ковзання при температурі 3-5 градусів.

Приватним випадком тертя ковзання є тертя спокою, що виникає, коли сила, прикладена до тіла, недостатня, щоб зрушити його з місця. Коли сила досягає певного значення, і тіло починає рухатися, починається ковзання.

Значення коефіцієнтів тертя ковзання і тертя спокою дуже важливо при проектуванні поверхонь спортивних снарядів і спортивного взуття. При однакових дотичних поверхнях коефіцієнт тертя спокою (статичний коефіцієнт) більше, ніж коефіцієнт тертя ковзання (динамічний коефіцієнт), тому і сила тертя спокою більше, ніж при русі. Отже, чим з більшою відносною швидкістю підошва взуття ковзає по опорній поверхні, тим важче розігнатися, зробити поворот або змінити напрямок руху.

Ще одним видом тертя є тертя кочення. Механізм його виникнення пояснюється тим, що при деформації дотичних тіл під дією першого з них у другому утворюється «ямка». Край «ямки» створює момент сили, так як деформується, коли на нього тисне рухається по поверхні другого тіла перше, і таким чином перешкоджає цьому рухові

Тертя кочення менше тертя ковзання, тому в конструкціях спортивного інвентарю застосування катящихся один по одному поверхонь виправдане (у підшипниках роликів ковзанів, велосипеді).

Сила інерції зовнішніх тіл - ця міра дії на тіло людини з боку тіла, прискорюється їм. Дорівнює зовнішнього добутку маси тіла на його прискорення і спрямована в бік, протилежний прискоренню.

Як правило, зовнішні сили опору перешкоджають досягненню успіху в спорті. Так стрибуни у висоту і з жердиною, по суті, змагаються з гравітацією. Гірськолижник відчуває значний опір зустрічному потоку повітря, тоді як плавець-спринтер повинен подолати значний опір води. Істотно вплинути на спортивний результат можуть і сили тертя, як у випадку погіршення ковзання лиж при таненні снігу. У деяких видах спорту раціональне використання цих сил може сприяти покращенню спортивного результату.

Наприклад, під час спуск велосипедиста після подолання гірського підйому гравітація служить йому помічником.

Тому у видах спорту, де результат багато в чому залежить від впливу зовнішніх сил на рух, як, наприклад, у вітрильному спорті, деякі дослідники акцентують свою увагу на шляхах підвищення ефективності використання цих сил (наприклад, шляхом поліпшення конструкції яхти). Однак частіше вивчаються можливості зниження опору води, повітря, сил гравітації та тертя.

Сила внутрішня - сила, що діє зсередини тіла, взаємодія між частинами тіла. Внутрішні сили можуть бути активними і пасивними. Активна сила - сила м'язового скорочення або м'язової тяги. Пасивні сили - опір тканин, тертя тканин, інерційні сили тканин.

Наслідком третього закону Ньютона є те, що внутрішні сили не можуть змінити положення ОЦМ тіла людини: їх дія призводить лише до зміни взаємного розташування ланок тіла. Людина рухається тільки за рахунок взаємодії з зовнішнім середовищем, тобто за рахунок зовнішніх сил.

Сила, прикладена до твердого тіла, яке може обертатися навколо деякої точки, створює момент сили, що дорівнює векторному добутку модуля сили на її плече:

$$M = Fd \quad (3.5)$$

Плече сили - це найкоротша відстань від осі обертання до лінії дії сили (рис.3.1).

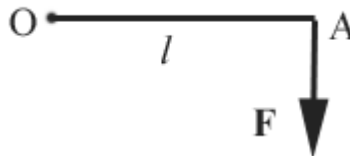


Рисунок 3.1. Плече сили

$$M = r \times F = r \times F \sin(\angle r; F) \quad (3.6)$$

Якщо вона лежить не в площині, перпендикулярній осі, то її буде створювати складова сили, що лежить в цій площині. Сила, що збігається з віссю або паралельна їй, не має плеча відносно осі, отже, не створює моменту сили.

Імпульсом сили називається добуток значення сили на проміжок часу, протягом якого вона діяла на матеріальне тіло. На основі наведених визначень можна представити другий закон Ньютона у другій формі для модулів векторів $Ft = \Delta(mv)$.

В обертальному русі момент сили, діючи протягом певного проміжку часу, створює імпульс моменту сили.

3.3. Енергетичні характеристики

Енергетичні характеристики показують, як змінюються види енергії при рухах і протікає сам процес зміни енергії. До них відносять роботу, потужність та енергію.

Якщо на тіло подіяти силою F і перемістити її на відстань S , то сила зробить роботу. Одиницею вимірювання роботи є Джоуль (у системі СІ) або кіловат-годину.

$$A = Fs = F s \cos(\alpha) \quad (3.7)$$

Якщо робота спрямована у бік руху (або під гострим кутом до напрямку руху), то вона позитивна; коли сила спрямована назустріч руху (або під тупим кутом до напрямку руху), то робота сили негативна.

Наприклад, при опусканні тіла відбувається позитивна робота, при підніманні - негативна.

Ефективність програми сил в механіці визначають за коефіцієнтом корисної дії (η) - відношенню корисної роботи до витраченої.

Потужність (N) - скалярна фізична величина, що дорівнює відношенню роботи до проміжку часу, протягом якого ця робота відбувається.

$$W = A/t = FS / t = F vt / t = Fv \quad (3.8)$$

За останньою формулою можна визначити потужність коротких інтенсивних рухів (ударів по м'ячу, боксерських ударів і інших ударних дій), коли механічну роботу визначити важко, але можна виміряти силу і швидкість. Одиниця виміру потужності - ват (Дж/с) (CI) або кінська сила.

Потужність опору м'язів-антагоністів характеризується силою тонусного опору:

$$F_t = t S \quad (3.9)$$

де

δt - тонусне напруження м'язової тканини;

S - фізіологічний поперечник м'язів-антагоністів.

Енергія - це запас працездатності системи. У онтогенезі розглядають такі види енергії:

1) кінетична поступального руху, визначає можливість зробити роботу, рівна $E_k = (1/2)mv^2$;

2) кінетична обертального руху $E_{квр} = (1/2) J \omega^2$;

3) потенційна, залежить від взаємного розташування елементів механічної системи, виникає при підйомі на певну висоту, що дорівнює $E_p = mgh$. Надалі переходить в кінетичну;

- 4) потенційна енергія деформації елементів системи (м'язи, снаряди);
- 5) тепла (U), внутрішня енергія системи;
- 6) обмінних процесів.

Повна енергія біомеханічної системи дорівнює сумі всіх перерахованих видів енергій рухомого тіла.

Перехід одного виду механічної енергії в інший називається рекуперацією механічної енергії. Простий приклад - обертання гімнаста на перекладині, коли обертальна кінетична енергія переходить в потенційну у верхній точці і навпаки - у нижній.

Якщо ми розглядаємо замкнуту систему, тобто систему, а яку не впливають зовнішні сили, то для такої системи справедливо перше начало термодинаміки: енергія в заданій замкнутій механічній системі зберігається (закон збереження енергії).

ВИСНОВОК

Для розкриття причини виникнення руху досліджують динамічні характеристики. До них відносяться інерційні характеристики (особливості тіла людини і рухомих їм тіл), силові (особливості взаємодії ланок тіла з іншими тілами) і енергетичні (стану та зміни працездатності біомеханічних систем).

Цілеспрямовані рухи людини характеризуються певними кінематичними, динамічними, тимчасовими і просторовими параметрами. Вся сукупність останніх може розглядатися як біомеханічне прояв рухового образу.

Повна енергія онтогенезіологічної системи дорівнює сумі всіх перерахованих видів енергій рухомого тіла. Перехід одного виду енергії в інший називається рекуперацією енергії.

У залежності від поставленого завдання рухи людини вивчають, розглядаючи її тіло або як матеріальну точку, або як систему тіл. Тіло

людини представляють як систему тіл тоді, коли важливо знати особливості руху окремих ланок тіла та їх роль у виконанні рухової дії. У цьому випадку на тілі спортсмена виділяють характерні розпізнавальні точки.

У онтокеннізіології прийнято позначати ці точки латинськими буквами: *gc* – центр маси голови, *b* – плечовий суглоб, *a* – ліктьовий суглоб, *m* – променево-зап'ястковий суглоб, *f* – кульшовий суглоб, *s* – колінний суглоб, *p* – гомілко-стопний суглоб, *d* – пальці стопи. Інколи, виходячи із завдання дослідження, виділяють точки *gm* – центр маси кисті та *tc* – бугор п'яtkової кістки.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

- 1.Надайте характеристику кінометоду реєстрації фізичних вправ.
2. Що таке кінограма, як і з якою метою її виготовляють?
3. Дати характеристику методу відеореєстрації фізичних вправ.
4. Розкрити переваги й недоліки окремих методів реєстрації рухів.
5. Що таке тіло відліку й система відліку?
6. Як визначити масштаб зображення?
7. Що таке координати точки, як їх визначають?
8. Які основні розпізнавальні точки на тілі спортсмена виділяють і якими латинськими літерами їх позначають?
9. Яка послідовність роботи при визначенні координат точок тіла за кінограмою (відеограмою) фізичної вправи?
10. Що таке біокінематична схема?
11. З якою метою будують біокінематичні схеми фізичних вправ?
12. Які основні принципи методики побудови біокінематичних схем?
13. Яка послідовність роботи при визначенні координат точок тіла за кінограмою (відеограмою) фізичної вправи?

Розділ 4

ОНТОКЕНІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ М'ЯЗОВОГО
СКОРОЧЕННЯ*ЗМІСТ:*

- 4.1.Визначення онтокенізіологічних термінів і понять
- 4.2.Режими скорочення і різновиди роботи м'язів
- 4.3.Механізм скорочення м'язових тканин

Література: 4-20, 83

4.1.Визначення онтокенізіологічних термінів і понять

При розгляді питання щодо організації та еволюції м'язових тканин необхідно звернути увагу на біомеханічні властивості і особливості м'язів. Кожен тип м'язів володіє своїми «силовими» характеристиками, пов'язаними з особливостями морфології, біохімії, системи іннервації і т. п.

Тому у лекції необхідно дати визначення ряду біомеханічних термінів і понять, які в подальшому будуть використовуватися при характеристиці того чи іншого типу м'язів хребетних або безхребетних тварин

Типи скорочень м'язів:

1. Изотоническое скорочення - вкорочення м'яза під дією постійного навантаження
2. Ізометричне «скорочення» - стан м'яза, яке не супроводжується зміною довжини м'яза у відповідь на навантаження, оскільки розвивається на цій стадії сила недостатня для виконання м'язом роботи. Це продовжується до тих пір, поки м'язи не розвине зусилля, достатнє для переміщення навантаження і тоді ця фаза перейде в ізотонічну.

Якщо навантаження збільшується, то швидкість і ступінь вкорочення м'яза під час ізотонічної фази зменшується, а довжина ізометричної фази збільшується.

Потужність м'язи - це механічна робота (сила м'язового скорочення \times довжину укорочення м'яза) в одиницю часу, що може бути розрахована як добуток навантаження на час і на швидкість укорочення м'яза.

Показники ефективності роботи м'язів залежать в такому разі і від довжини конкретного м'яза, оскільки ступінь максиміального скорочення обмежена.

Взаємини «довжина - сила» проявляються певним чином:

- це залежність між розвивається м'язом активної скоротливої силою і пасивним напругою. активна скорочувальна сила генерується м'язом у відповідь на її активацію нервовим імпульсом, а пасивне напруження - це діюча на м'яз сила розтягування і опору сполучнотканинних та еластичних структур м'язи

- при розтягнутій м'язі, величина пасивного напруги збільшена, також як і активна сила, оскільки в даному випадку велика частина миозинових протофібрилл взаємодіють з актиновими

- максиміальне значення активної скоротливої сили мають м'язи в стані спокою L_0 , що відповідає довжині спочиваючої м'язи в організмі.

- якщо м'яз сильно розтягнута, товсті і тонкі нитки не перекриваються і активна сила рівна нулю, а пасивна збільшується. Якщо в цьому випадку розтягнення буде продовжуватися, то пасивна сила збільшується, поки не станеться розрив м'яза і зв'язок.

- якщо м'яз скорочується, товсті і тонкі міофібрили в кінцевому підсумку виходять за межі оптичного перекриття і активна сила м'язи падає, а пасивна також зменшується.

Сила м'яза, з іншого боку, знаходиться в зворотних відносинах зі швидкістю укорочення м'яза.

В скелетних та серцевих м'язах форма залежності швидкості скорочення м'яза від сили схожі:

- при збільшенні навантаження на м'яз швидкість її скорочення зменшується

- при досягненні максимального навантаження швидкість скорочення дорівнює нулю, і навпаки.

У гладкій мускулатурі залежність схожа, але сама швидкість скорочення набагато менше, ніж у скелетних

М'язове стомлення:

- накопичення продуктів метаболізму із-за недостатнього кровопостачання (зокрема накопичення молочної кислоти в червоних м'язах)
- виснаження запасів медіатора в нервово-м'язових закінченнях
- недостатнє харчування (зниження рівня глікогену, креатининфосфата, АТФ).

4.2. Режими скорочення і різновиди роботи м'язів

Типи м'язових скорочень. За способом укорочення м'язів розрізняють три типи м'язових скорочень:

1) ізотонічне, при якому волокна коротшають при сталому зовнішньому навантаженні, у реальних рухах проявляється рідко (так як м'язи укорачиваясь разом з тим змінюють свою напругу);

2) ізометричне - це тип активації, при якому м'яз розвиває напругу без зміни своєї довжини. На ньому побудована так звана статична робота рухового апарату людини. Наприклад, в режимі ізометричного скорочення працюють м'язи людини, який підтягнувся на перекладині і утримує своє тіло в цьому положенні;

3) ауксотоническое або анізотоническое - це режим, при якому м'яз розвиває напругу і коротшає. Саме цей тип м'язових скорочень забезпечує виконання рухових дій людини.

У анізотонического скорочення два різновиди скорочення м'язи: *преодолевающим* і *поступальному* режимам.

У режимі подолання м'яз коротшає в результаті скорочення (наприклад, литковий м'яз бігуна коротшає у фазі відштовхування).

В поступальному режимі м'яз розтягується зовнішньою силою (наприклад, литковий м'яз спринтера при взаємодії ноги з опорою у фазі амортизації).

Права частина кривої відображає закономірності долає роботи, при якій зростання швидкості скорочення м'яза викликає зменшення сили тяги.

В поступальному режимі спостерігається зворотна картина: збільшення швидкості розтягування м'яза супроводжується збільшенням сили тяги (що є причиною численних травм у спортсменів, наприклад, розрив ахіллового).

При швидкості, що дорівнює нулю, м'язи працюють в ізометричному режимі.

Для руху ланки в суглобі під дією м'язових сил важливі не самі сили, а створювані ними моменти сил, оскільки рух ланки - це ні що інше, як обертання відносно осі, що проходить через суглоб.

Тому різновиди роботи м'язів можна виразити в термінах моментів сил: якщо відношення моменту внутрішніх сил до моменту зовнішніх рано одиниці, режим скорочення буде ізометрическим, якщо більше одиниці - переважаючим, якщо менше одиниці - поступливим.

Групове взаємодія м'язів. Існує два види групової взаємодії м'язів: синергізм та антагонізм.

М'язи-синергісти переміщують ланки тіла в одному напрямку.

Наприклад, у згинанні руки в ліктьовому суглобі беруть участь двоголовий м'яз плеча, плечовий і плечопроменевий м'яз. Внаслідок синергічної взаємодії м'язів збільшується результуюча сила дії.

М'язи-антагоністи мають різноспрямований дію: якщо одна з них виконує переважаючу роботу, то інша - поступається. М'язи забезпечують зворотно-обертальні руху ланок тіла, оскільки кожна з них працює тільки на скорочення; високу точність рухових дій, так як ланка необхідно не тільки привести в рух, але і загальмувати в потрібний момент. Антагоністи складаються з пари: агоніст (згинач) - антагоніст (розгинач).

Потужність і ефективність м'язового скорочення. По мірі збільшення швидкості м'язового скорочення сила тяги м'яза, що функціонує в преодоліаюаоао режимі, зменшується за гіперболічним законом (див. рис. 1). Відомо, що механічна потужність дорівнює добутку сили на швидкість ($N = F \cdot V$).

Існує сила і швидкість, при яких потужність м'язового скорочення найбільша; цей режим виникає, коли і сила, і швидкість складають приблизно 30 % від максимуму можливих величин.

Накопичення енергії пружної деформації в розтягнутих м'язах і сухожиллях. Коли скорочення м'язів передуюа фаза розтягування, вироблені сили, потужність і робота досягають великих величин у порівнянні зі скороченням без попереднього розтягування. Після розтягування швидкість скорочення збільшується за рахунок швидкості відновлення пружних компонентів м'язи.

Розтягнення м'язово-сухожильно системи дозволяє також накопичувати і використовувати енергію пружної деформації. Було підраховано, що ахіллове сухожилля розтягується на 18 мм під час бігу з середньою швидкістю, при цьому енергія накопичується в 42 Дж.

Нелінійна залежність між величиною розтягування і накопичуваної енергією показує, що при великих ушкодженнях накопичується більше енергії, ніж при малих. Еластичне розтягнення внесе значний внесок у м'язову діяльність, тільки якщо за активною м'язовою розтягування негайно послідує долає режим скорочення м'яза.

Більш висока результативність стрибка з підседом по відношенню до стрибка з статичної пози показує перевагу попереднього розтягування м'язів.

4.3. Механізм скорочення м'язових тканин

У молекулярному механізмі скорочення м'язових тканин виділяють 2 процеси. Один з них кальцій-залежний, інший - АТФ-залежний.

У поперечносмугастих і гладеньких м'язах кальцій-залежний процес здійснюється по-різному, а АТФ-залежний - однаково.

Кальцій-залежний Процес скорочення в посмугованому м'язі. Скорочення м'язового волокна (або кардіоміоциту) відбувається тільки у тому випадку, коли на актині відкриваються ділянки для скріплення міозину, внаслідок чого міозин з'єднується з актином. При цьому етапність ініціації скорочення відбувається в наступній послідовності: скоротливий стимул (нервовий імпульс) проходить по сарколемі і поступає на мембрани Т-трубочок, що стимулює утворення з ліпідів мембран Т-трубочок инозитол-фосфатів, які взаємодіють з рецепторами на мембранах АЕС, що ініціює відкриття кальцієвих каналів в її мембранах. Вихід кальцію з АЕС в цитозоль (у спокої концентрація кальцію в цитозолі 10^{-7} - 10^{-8} ммоль/л, при скороченні - 10^{-5}) і його дифузія до міофібрил завершується утворенням комплексного з'єднання кальцію з тропоніном С, внаслідок чого на актині відкриваються місця для скріплення міозину, який з'єднується з актином і відбувається скорочення.

Кальцій-залежний процес скорочення в гладкому м'язі. Скорочення міоциту відбувається унаслідок фосфорилування легкого ланцюга міозину, тільки в цьому випадку головка міозину може зв'язувати і розщеплювати АТФ і взаємодіяти з актином. Надходження скоротливого стимулу (нервовий імпульс, гормон) ініціює відкриття кальцієвих каналів в цитомембрані міоциту, АЕС і мітохондріях. Поступаючий через ці канали кальцій з'єднується з кальмодуліном. Комплекс кальцій-кальмодулін, що утворюється, активує кіназу легких ланцюгів міозину, яка фосфорилує легкі ланцюги його головок, внаслідок чого вони придбавають здатність зв'язувати і розщеплювати АТФ і з'єднуватися з актином.

АТФ-залежний процес скорочення

Головка міозину приєднує молекулу АТФ і розщеплює її до АДФ і фосфату, унаслідок чого головка міозину приєднується до актина. Одночасно з цим від головки міозину від'єднуються АДФ і фосфат. Саме у цей момент

головка міозину робить гребковий рух і молекула міозину просувається уздовж молекули актина (іншими словами - молекула міозину тягне на себе актин). Вслід за цим головка міозину приєднує нову молекулу АТФ і лише після цього від'єднується від актина і придбаває первинне положення.

Таким чином, без АТФ м'язи не можуть ні скоротитися, ні розслабитися.

В процесі скорочення м'язових тканин важливу роль виконує гладенька ендоплазматична сітка (АЕС). У структурних одиницях м'язових тканин (особливо в поперечносмугастій) дуже добре розвинена АЕС, що є сховищем іонів кальцію. У її мембрані є кальцієві канали, по яких кальцій виходить з порожнини АЕС і входить назад. Вихід іонів кальцію з площі АЕС в цитозоль здійснюється пасивно, оскільки їх концентрація в цитозолі набагато нижча, ніж в порожнині АЕС, а надходження назад в порожнину є активним транспортом з витратою енергії АТФ.

Скорочення поперечносмугастих м'язів

В процесі скорочення поперечносмугастих м'язів довжина актинових і міозинових філаментів не змінюється, а відбувається їх зсув щодо один одного: міозинові філаменти всовуються в простори між актиновими, а актинові - між міозиновими; в результаті цього: ширина І-диска і Н-смужки А-диска зменшується, в той же час ширина диска А не змінюється, а довжина саркомера коротшає.

У структурних одиницях поперечносмугастих м'язових тканин АЕС обплітає кожну міофібрилу і близько підходить до Т-трубочок. Сигналом для виходу кальцію з каналців АЕС є спеціальні регуляторні речовини - ліпідні медіатори - інозитол-3-фосфат і інозитол-4-фосфат, які синтезуються в мембранах Т-трубочок тільки у момент проходження по них скоротливого імпульсу. Оскільки каналці АЕС близько підходять до Т-трубочок, інозитол-фосфати швидко досягають АЕС і взаємодіють із специфічними рецепторами для інозитол-фосфатів, що знаходяться на її мембранах. Це приводить до відкриття кальцієвих каналів в мембранах АЕС і швидкий

вихід іонів кальцію з порожнини каналців в цитозоль, що і ініціюють скорочення.

Скорочення гладеньких м'язів

На відміну від поперечносмугастих м'язів, в яких міофібрили існують постійно, в гладеньких м'язах вони утворюються тільки у момент скорочення, яке відбувається унаслідок надходження сигналу від нервових клітин. Під впливом медіатора в плазмолемі міоцитів утворюються кавеоли, в які шляхом ендоцитоза поступають іони кальцію, що викликають полімеризацію міозину і його взаємодію з актиновими філаментами. Актинові філаменти одним своїм кінцем за допомогою зшиваючих білків прикріплюються до спеціальних областей внутрішньої поверхні плазмолемі, а іншим - до міозину. Міозинові філаменти прикріплюються до спеціальних місць в цитозолі клітини (нексуси).

Зсув актинових філаментів щодо міозинових приводить до укорочення клітини. Після припинення надходження сигналу кальцій покидає кавеоли, міозин деполімеризується, міофібрили розпадаються і клітина розслабляється (рис. 3.2).

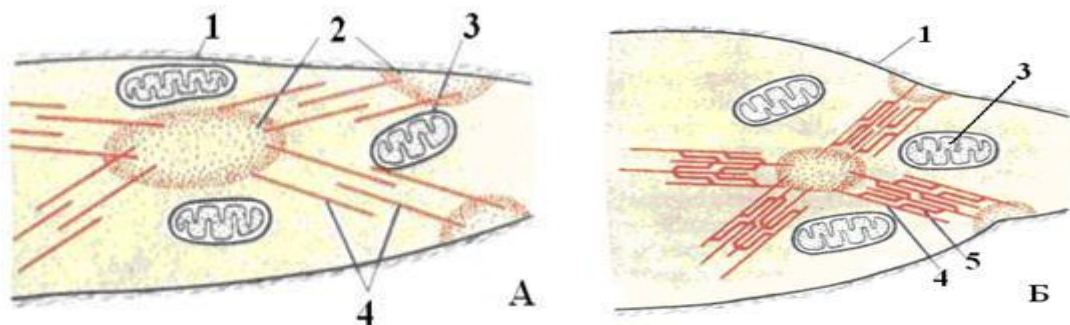


Рисунок 3.2. Схема будови міоциту гладенької м'язової тканини в розслабленому стані (А) і при скороченні (Б). 1 - цитолема; 2 - щільні тільця; 3 - мітохондрії; 4 - актинові філаменти; 5 - міозинові філаменти.

Типи скелетних м'язових волокон:

- фазні - у відповідь на нервовий імпульс швидко скорочуються;
- локалізація - майже вся скелетна мускулатура;

- тонічні - скорочення викликається лише множинними (повторними) нервовими імпульсами; локалізація - зовнішні вушні і зовнішні очні м'язи;
- червоні - містять багато міоглобіну, багато мітохондрій, висока активність окислювальних ферментів; поволі стомлюються, а по швидкості скорочення можуть бути як швидкими, так і повільними. Такий тип м'язів переважаючим є у пернатих і ссавців дикої фауни;
- білі - мають рис.о міоглобіну, рис.о мітохондрій, низька активність окислювальних ферментів, висока активність гліколітичних ферментів; мають високу швидкість скорочення, але швидко стомлюються;
- швидкі - мають високу швидкість скорочення, у них висока швидкість розщеплювання АТФ;
- повільні - скорочуються поволі, низька швидкість розщеплювання АТФ.

Швидкість скорочення залежить від типу міозину в м'язі. Розрізняють швидкий і повільний міозин. У одному м'язі присутні волокна як з швидким, так і з повільним міозином, і від їх співвідношення залежить швидкість скорочення м'яза в цілому.

ВИСНОВОК

Якщо функції скелетної системи полягають в підтримці ваги тіла і передачі зусиль від однієї частини тіла до іншої за допомогою кісток і зв'язок в межах рухливості суглобів, то завдання м'язової системи полягає в створенні цих зусиль і переміщення кісток.

М'язи знаходяться в постійній взаємодії один з одним. Ні один м'яз не працює поодиноці, без підтримки з боку інших м'язів. Дії однієї з них відразу ж відбиваються на дії іншого незалежно від того, знаходяться вони поруч або на значній відстані один від одного.

Цілком очевидно, що така тривимірна конструкція м'язів суто індивідуальна і у кожної людини складається унікальна модель динамічного

подовження і скорочення м'язів при виконанні самих звичайних повсякденних дій, будь то ходьба, розмова, відкорковування пляшки або чищення зубів. Те, що є оптимальною схемою рухів для однієї людини, зовсім необов'язково буде такою для іншого.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Механічні властивості кісток і суглобів.
2. Біоланки тіла людини. З'єднання біоланок: біокінематичні пари й ланцюги.
3. Ступені вільності біокінематичних пар і ланцюгів.
4. Біоланки як важелі, умови їх рівноваги та прискореного руху.
5. Особливості застосування „золотого правила” механіки до рухів людини.
6. Геометрія мас тіла людини. Центри мас окремих ланок і загальний центр маси тіла людини. Моменти інерції тіла. Центр об'єму та центр поверхні тіла.
7. М'язи – головне джерело забезпечення механічного руху людини. Механічні моделі будови м'язів. Біомеханічні властивості м'язів.
8. Прояви активності м'язів. Режими, види та різновиди роботи м'язів.
9. Механічні, анатомічні й фізіологічні умови прояву сили тяги м'язів.
10. Групова взаємодія м'язів. Поняття про руховий механізм.
11. Біомеханічна система, її будова та властивості.
12. Практичне застосування онтокенізіології у фізичному вихованні. Завдання онтокенізіології.
13. Основні етапи розвитку біомеханіки. Механічний, функціонально-анатомічний і фізіологічний напрями розвитку онтокенізіології. Системно-структурний підхід.

Розділ 5

БІОМЕХАНІЧНА СИСТЕМА ЯК МОДЕЛЬ ЖИВОГО РУХОВОГО МЕХАНІЗМУ

ЗМІСТ:

5.1. Біомеханічна класифікація опорно-рухового апарату. Вимірювання геометрії маси тіла людини

5.2. Ланки біокинематических ланцюгів і механізми сполук біомеханічної системи рухового апарату

5.3. Ланки ланцюгів біокинематических

Література: 21-26, 80, 81

5.1. Біомеханічна класифікація опорно-рухового апарату. Вимірювання геометрії маси тіла людини.

Розподіл маси тіла людини у просторі є дуже важливою біологічною характеристикою його організму. Саме він багато у чому визначає характер її енергетичних взаємодій з оточуючим середовищем. Для того щоб виміряти та об'єктивно оцінити такий розподіл, визначають геометрію мас тіла людини. Термін "геометрія мас" був запропонований французом Антоном де ля Гупійєром у 1857 р. Сьогодні визначення центрів мас, моментів інерції тіл відносно осей, полюсів, площин, вивчення інерції гіраційних еліпсоїдів, моментів інерції вищих порядків, а також теорія потенціалу становлять предмет науки, котру називають "геометрія мас".

При вимірюваннях досліджуваний, звичайно, перебуває у природній, звичній для нього вертикальній позі або у так званій антропометричній стійці: п'яти разом, носки нарізно, ноги прямі, живіт підтягнений, руки опущені вздовж тулуба, кисті вільно звисають, пальці випрямлені й притиснуті один до одного; голова фіксується так, щоб верхній край козелка вушної раковини та нижній край очної ямки перебували в одній горизонтальній площині.

Повздовжні розміри тіла звичайно вимірюють антропометром Мартина, обхватні розміри тіла — сантиметровою стрічкою. Для забезпечення точності вимірювання координат тіла людини точками відліку у вимірюваннях використовують спеціально вибрані антропометричні точки, що мають достатньо строгу локалізацію відносно певних кісткових утворень скелета. Щоб об'єктивізувати методику вимірювань геометрії мас тіла людини з урахуванням відносності її просторових координат, використовується соматична система координат. Місцезнаходження тієї або іншої антропометричної точки визначається шляхом промацування та безболісного натискування з наступним позначенням її дермографічним олівцем.

Якщо досліджуваний перебуває у загальноприйнятному для антропологічних вимірювань положенні стоячи, то соматична система координат буде так само, як і географічна, являти умовно інерційну систему. Тому визначити положення будь-якої точки тіла відносно двох даних систем практично легко.

Верхівка — це найвища точка тімені при положенні голови в очно-ушній горизонталі, проектується на середину краю яремної вирізки, рукоятки груднини. Акроміальна (плечова) точка проектується на зовнішню точку акроміального відростка лопатки. Променева точка — найвища точка головки променевої кістки на латерально-задній стороні передпліччя у ділянці плечепроменевого суглоба. Шилоподібна точка — нижня точка шилоподібного відростка променевої кістки. Пальцова — найнижча точка на м'якоті дистальної фаланги 3-го пальця. Верхня передня клубово-остиста точка — це точка передньої верхівки клубової ості, що найбільше виступає уперед. Лобкова точка відповідає верхньому краю лобкового симфізу. Верхньогомілкорова внутрішня точка відповідає середині внутрішнього відростка великогомілкової кістки. Нижньогомілковова точка — найнижча точка медіальної кісточки. П'яткова — точка стопи, що найбільше виступає

ззаду. Кінцева — це точка на м'якоті дистальної фаланги 1-го пальця стопи, іноді 2-го або 3-го, що найбільше виступає спереду.

Поздовжні розміри тіла включають: довжину тіла (зріст) — вимірюється від висоти верхівкової точки над площею опори; довжину тулуба — визначається різницею висот верхньогруднинної та лобкової точок; довжину верхньої кінцівки — визначають з урахуванням різниці висот акроміальної та пальцевої точок; довжину плеча (різниця висот плечової та променевої точок) — визначається як проекційна відстань між акроміальною та променевою точками; довжину передпліччя (різниця висот між променевою та шилоподібною точками); довжину кисті (різниця висот шилоподібної та пальцевої точок); довжину нижньої кінцівки — вираховують як напівсуму висот передньої клубово-остистої та лобкової точок; довжину стегна (довжина нижньої кінцівки мінус висота верхньогомілкової точки); довжину гомілки — вираховують як різницю висот верхньогомілкової та нижньогомілкової точок; довжину стопи (відстань між п'ятковою та кінцевою точками); ширину стопи (відстань між плесновими точками); ширину кисті (відстань по прямій лінії між головками 2-ї та 5-ї п'ясткових кісток).

Вимірювання діаметрів проводяться великим товщинним циркулем. За його допомогою вимірюються: акроміальний діаметр (ширина плечей) — відстань між правою та лівою акроміальними точками; вертлюжний діаметр — відстань між точками великих вертлюгів стегнових кісток, що найбільше виступають.

Так звані обхватні розміри тіла людини вимірюються сантиметровою стрічкою, площина котрої розташовується перпендикулярно до поздовжньої осі кістки або частини тіла. Вимірюються обхвати голови, грудей, талії, таза (через сідниці), стегна, гомілки, плеча, передпліччя.

Одним із найважливіших показників, що характеризує фізичний розвиток, прийнято вважати площу поверхні тіла. Серед багатьох методів її

визначення найбільш популярними є аналітичні методи, що передбачають використання формул Boyd та Issakson.

Для осіб, у котрих сума маси тіла та його довжини понад 160 одиниць, формула для визначення площі поверхні тіла запропонована

$$S = \frac{[100+W+(H-160)]}{100} \quad (2.1)$$

де

S — площа тіла, см²;

H — довжина тіла, см;

W — маса тіла, кг.

На думку багатьох дослідників, площу поверхні тіла як ознаку фізичного розвитку доцільно розглядати не в абсолютних значеннях, а у відносних відповідно до маси тіла (при цьому визначається величина маси, що припадає на одиницю поверхні). У фізично слабких осіб на одиницю площі поверхні тіла припадає менше маси, ніж у фізично сильних.

Для визначення площі поверхні окремих частин тіла людини найбільш точним визнано метод, що запропонував Skerli.

Багато вимірювань та досліджень анатоми проводили на трупах. У цих дослідженнях трупи заморожувалися, розсікалися за осями обертання у суглобах, після чого сегменти зважували, визначали положення центрів мас (ЦМ) ланок та їхні моменти інерції переважно з використанням відомого методу фізичного маятника. Окрім того, визначалися об'єми та середні щільності тканин сегментів. Головна цінність досліджень на трупах полягала у тому, що вони були основою для уявлення про величини просторових параметрів сегментів тіла живих людей. Однак при такому узагальненні фахівцям необхідно було врахувати, що різниця фізичних якостей трупної та живої тканини може бути вельми значною. Сьогодні для прижиттєвого визначення геометрії мас тіла людини використовуються такі методи: водного занурення; фотограмметрії; так званого раптового звільнення; механічних коливань; радіоізотопний; фізичного моделювання; математичного моделювання.

Метод водного занурення дозволяє визначити об'єм сегментів та центр їх об'єму. Шляхом множення на середню щільність тканини сегментів фахівці вираховують потім масу та локалізацію центра мас тіла. Таке обчислення проводиться з урахуванням припущення про те, що тіло людини має однакову щільність тканин в усіх частинах кожного сегмента. Аналогічні умови звичайно застосовуються при використанні методу фотограмметрії.

У методах раптового звільнення та механічних коливань той чи інший сегмент тіла людини переміщується під дією зовнішніх сил, а пасивні сили зв'язок та м'язів-антагоністів приймаються рівними нулю.

В основі радіоізотопного методу (методу гама-сканування) лежить відома у фізиці закономірність ослаблення інтенсивності моноенергетичного вузького пучка гама-випромінювання при проходженні його через певний шар будь-якого матеріалу.

У досліджуваних у ході експерименту визначалися мас-інерційні характеристики 10 сегментів. В міру того як проводили сканування, реєструвалися координати антропологічних точок, котрі є показниками меж сегментів, місць проходження площин, що відділяють один сегмент від іншого.

Метод фізичного моделювання використовується шляхом виготовлення зліпків кінцівок досліджуваних. Потім на їхніх гіпсових моделях визначалися не тільки моменти інерції, але й локалізація центрів мас.

Математичне моделювання застосовується для наближеної оцінки параметрів сегментів або усього тіла. При такому підході людське тіло уявляється як набір геометричних компонентів, таких, як сфери, циліндри, конуси тощо. Harliss (1860) був першим, хто запропонував використовувати геометричні фігури як аналоги сегментів тіла людини.

Hanavan (1964) запропонував модель, котра поділяє тіло людини на 15 простих геометричних фігур однорідної щільності. Перевага цієї моделі полягає в тому, що вона потребує невеликого числа простих

антропометричних вимірювань, необхідних для визначення положення загального центра мас (ЗЦМ) та моментів інерції при будь-яких положеннях ланок. Однак три припущення, як правило, при моделюванні сегментів тіла обмежують точність оцінок: сегменти вважаються жорсткими, межі між сегментами вважаються чіткими, а також приймається, що сегменти мають однорідну щільність. Фактично реальність є такою, що можуть мати місце значні зміщення м'яких тканин під час руху, межі між сегментами не є такими чіткими і щільність матерії тіла людини різна як між сегментами, так і усередині них.

Беручи за основу той самий підхід, Natze (1976) розробив більш детальну модель людського тіла. Запропонована ним 17-ланкова модель для урахування індивідуалізації будови тіла кожної людини потребує 242 антропологічних вимірювання. Модель поділяє сегменти на елементи невеликої маси з різною геометричною структурою, дозволяючи детально моделювати форму та варіації щільності сегментів. Більше того, у моделі не робиться припущень щодо білатеральної симетрії та ураховуються особливості будови чоловічого та жіночого тіла шляхом регулювання щільності деяких частин сегментів (відповідно до вмісту підшкірного жиру). Модель ураховує зміни у морфології тіла, наприклад спричинені ожирінням або вагітністю, а також дозволяє імітувати особливості будови тіла дітей. Пропонована модель звичайно використовується на практиці для оцінки геометрії мас тіла, центрів мас та моментів інерції сегментів немовлят.

Положення ЗЦМ у тілі людини вивчалось багатьма дослідниками. Як відомо, його локалізація у людини залежить від розміщення мас окремих частин тіла. Будь-які зміни у тілі, пов'язані з переміщенням його мас та порушенням попереднього їх співвідношення, змінює й положення ЗЦМ. Фахівцями встановлено, що на розташування ЗЦМ впливають такі чинники:

1. Стать — у середньому відносна висота центра мас у жінок на 0,5—2 % нижча, ніж у чоловіків.

2. Вік — вікові особливості розташування загального центра мас зумовлені нерівномірною зміною розмірів голови, кінцівок, окремих частин тулуба та змінами співвідношення мас цих ланок тіла у період росту. Вони пов'язані також з характерними статичними особливостями постави людини, набутими у кожному віковому періоді, починаючи з моменту першого стояння дитини й до похилого віку.

Так, у перші роки життя дитини відносна висота центра мас значно більша, ніж у дорослих (до 10—15 %); до п'яти років вона досягає величин, що порівнюються з висотою у дорослих; далі, до старечого віку, положення центра мас залишається незмінним, і тільки вікова еволюція призводить до зміщення його положення.

3. Спортивна спеціалізація — у спортсменів зі значною гіпертрофією м'язів нижніх кінцівок положення центра мас нижче.

4. Конституція тіла — різниця між досліджуваними з різною конституцією значна.

Уперше положення ЗЦМ визначив Джованні Альфонсо Бореллі, котрий у 1679 р. у своїй книзі "Про локомоції тварин" писав, що "центр мас людського тіла, котре перебуває у випрямленому стані, розташовується між сідницями та лобком". Користуючись методом зрівноважування (важіль першого роду), він визначав розташування ЗЦМ (дошка, на якій лежав труп, врівноважувалася на гострому клині).

Harless (1876) визначив положення ЗЦМ на окремих частинах трупа за способом Бореллі. Далі, знаючи положення центрів мас окремих частин тіла, він геометричним шляхом підсумовував сили тяжіння цих частин і визначав за рисунком положення центра мас усього тіла при даному його положенні. Цим же методом для визначення ЗЦМ тіла у фронтальній площині користувався Necht, котрий для цього застосував профільне фотографування.

Для вивчення положення центра мас багато зробили Braune та Fischer (1889), котрі проводили свої дослідження на трупах. На основі цих досліджень вони визначили, що центр мас тіла людини розташований в

ділянці рис.ого таза у середньому на 2,5 см нижче мису крижів і на 4—5 см вище поперечної осі кульшового суглоба. Якщо під час стояння тулуб висунутий уперед, то вертикаль ЗЦМ тіла проходить попереду поперечних осей обертання кульшового, колінного та гомілковостопного зчленувань.

Для визначення ЗЦМ тіла, Базлер запропонував прилад, що працює за принципом важеля другого роду (рис. 7.1).

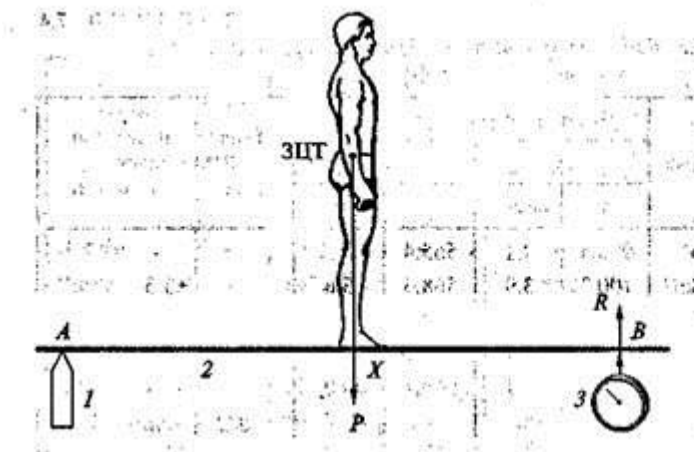


Рисунок 2.1. Прилад Безлера: 1 – нерухома опора, 2 – дошка, 3 - динамометр

Довжина дошки, що визначає відстань між опорними точками A і B , відома (2 м). Якщо відомі маса тіла досліджуваного та тиск на динамометр, то можна визначити місце проходження лінії тяжіння тіла через опору. Для цього необхідно використати рівняння, що виводиться із відношення моментів сил, котрі діють на важіль при рівновазі:

$$AX = \frac{R \cdot AB}{P},$$

де

AX — відстань від опорної точки важеля до місця перетину лінії тяжіння з площею опори;

R — показник динамометра;

AB — лінія опори дошки;

P — власна маса тіла досліджуваного.

Якщо сфотографувати досліджуваного у площині, перпендикулярній до довжини опорної дошки, то на фотограмі можна провести лінію тяжіння.

Сфотографувавши досліджуваного у фронтальній площині, на фотографії у тому самому масштабі знаходять лінію тяжіння. Перетин лінією тяжіння площі опори тіла людини на фотографії дозволить графічно визначити ЗЦМ даного досліджуваного.

5.2.Ланки біокінематичних ланцюгів і механізми сполук біомеханічної системи рухового апарату

Біомеханіка - розділ природничих наук, що вивчає на основі моделей і методів механіки механічні властивості живих тканин, окремих органів і систем, або організму в цілому, а також відбуваються в них механічні явища. Біомеханічні дослідження охоплюють різні рівні організації живої матерії: біологічні макромолекули, клітини, тканини, органи, системи органів, а також цілі організми і їхні співтовариства. Частіше всього об'єктом дослідження цієї науки є рух тварин і людини, а також механічні явища у тканинах, органах та системах. Під механічним рухом розуміється рух всієї біосистеми в цілому, а також рух окремих частин системи щодо один одного - деформація системи.

Всі деформації в біосистемах, пов'язані з біологічними процесами, які відіграють вирішальну роль у рухах тварин і людини. Це скорочення м'яза, деформація сухожилля, кістки, зв'язок, фасцій, руху в суглобах. Окремим напрямком біомеханіки є - біомеханіка дихального апарату, його еластичне і нееластичне опір, кінематика (тобто геометрична характеристика руху) і динаміка дихальних рухів, а також інші сторони діяльності дихального апарату в цілому і його частин (легенів, грудної клітки); біомеханіка кровообігу вивчає пружні властивості судин і серця, гідравлічний опір судин току крові, поширення пружних коливань судинної стінки, рух крові, роботу серця та ін Біомеханіка людини - комплексна наука, вона включає в себе найрізноманітніші знання інших наук, таких як: механіка і математика, функціональна анатомія і фізіологія, вікова анатомія і фізіологія, педагогіка і теорія фізичної культури.

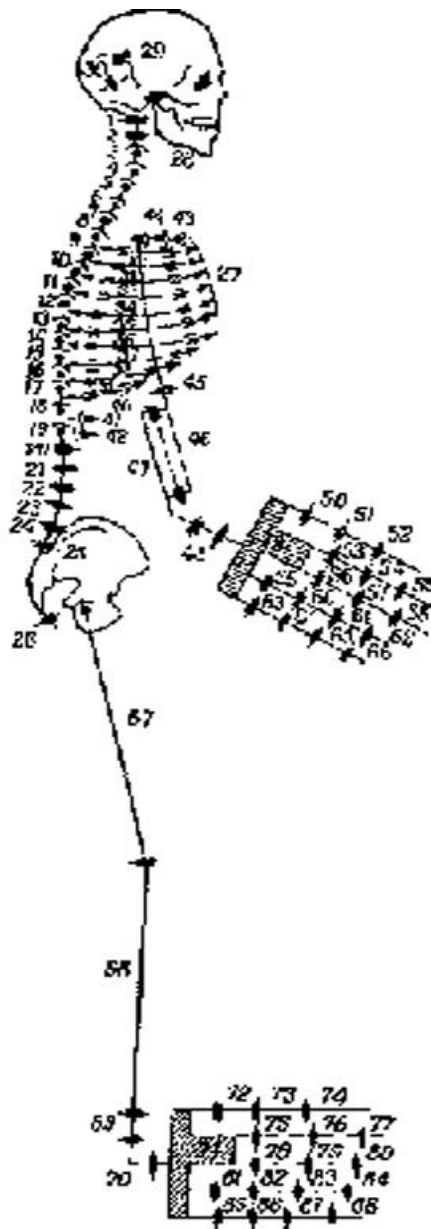


Рисунок 2.1. Рухливі кістки в скелеті людини

У механіці рухоме з'єднання двох ланок, що знаходяться в безпосередньому зіткненні, називають кінематичною парою. Кінематичні пари можуть бути обертальними і поступальними. Вважається, що число рухомих кісток n у тілі людини так само 148, а число незалежних рухів кісток у суглобах може становити від одного до трьох. Число обмежень на рух в суглобах з однією, двома і трьома ступенями свободи відповідно становить $k = 5, 4$ і 3 . Таких суглобів у тілі людини нараховується відповідно 85, 33 і 29. Тоді рухливість (число ступенів свободи) опорно-рухового апарату визначається за структурною формулою

$$w = 6n - \sum_{k=3}^5 kp_k = 6 \cdot 148 - 5 \cdot 85 - 4 \cdot 33 - 3 \cdot 29 = 244$$

Руху людини в значній мірі залежать від того, яке будова його тіла і які його властивості.

Надзвичайна складність будови і різноманіття властивостей тіла людини, з одного боку, роблять дуже складними самі руху та управління ними. Але, з іншого боку, вони обумовлюють надзвичайне багатство, різноманітність рухів, досі недоступне в цілому жодній найдосконалішою машині.

Біомеханіка вивчає в тілі людини, в його опорно-руховому апараті, переважно ті особливості будови та функцій, які мають значення для досконалості рухів.

Відволікаючись від деталей анатомічної будови і фізіологічних механізмів рухового апарату, розглядають спрощену модель тіла людини - біомеханічну систему. Вона володіє основними властивостями, істотними для виконання рухової функції, але не включає в себе безліч приватних деталей.

Таким чином, біомеханічна система - це спрощена копія, модель тіла людини, на якій можна вивчати закономірності рухів.

Біомеханічна система тіла людини складається з біомеханічних ланцюгів. Безліч частин тіла, з'єднані рухомо, утворює биокинематические ланцюга. До них прикладені сили (навантаження), які викликають деформації ланок тіла і зміна їх рухів.

5.3. Ланки ланцюгів биокинематических

Биокинематические ланцюга опорно-рухового апарату складаються з рухливо з'єднаних ланок (твердих, пружних і гнучких) і відрізняються їх змінним складом, своєю довжиною та формою (складові важелі і маятники)

Фіксація суглобів (блокада) та їх звільнення (зняття динамічних зв'язків - тяги м'язів) змінюють число рухомих ланок в ланцюгу. Вона може

перетворитися як би в одну ланку або зберігати рух у частині зчленувань або в усіх з'єднаннях.

Відстань по прямій від проксиричного зчленування до кінця відкритою ланцюга при її згинанні-розгинанні змінюється. Багатоланкові маятники тому мають змінну довжину. Це впливає на величину інертного опору (зміни моменту інерції).

Биокинематические ланцюга, замикаючись геометрично (зв'язуванням між собою кінцевих ланок), змінюють свої властивості (передача зусиль, можливості управління). Зокрема, виникають складові важелі зі складною передачею тяг многосуставных м'язів. Тверді; Ланки (кістки), пружні (м'язи) і гнучкі (зв'язки, самі м'язи; і їх сухожилля), змінюючи ступінь і характер своєї участі в рухах, забезпечують різноманітні можливості рухів.

Механізми з'єднань ланок у біомеханічних ланцюгах і неодноосных зчленуваннях дозволяють визначати необхідний рух завдяки утворенню биодинамически пов'язаного механізму.

Биодинамически пов'язанный механізм (біомеханізм) характеризується виключенням зайвих у даному русі ступенів свободи. Тяги груп м'язів забезпечують необхідний напрямок рухів ланок у биокинематических ланцюгах і регулювання їх швидкостей. Крім цього, м'язи при необхідності обмежують і розмах рухів, затормаживая ланки раніше, ніж настає пасивне обмеження (кістково-суглобовий-связочное).

Напрямок рухів, швидкості ланок і розмах рухів у ряді суглобів взаємопов'язані завдяки спільному дії многосуставных м'язів.

ВИСНОВОК

Біомеханіка як наука вивчає просторові рухи біологічних об'єктів. Біомеханіка використовується для медичної діагностики, створення методів аналізу та корекції рухових дій тощо.

Біомеханіка фізичних вправ вивчає рухову систему людини та її рухові акти під час занять фізичною культурою і спортом з метою забезпечити раціональні методи фізичного виховання населення і створити міцні наукові основи сучасної системи підготовки спортсменів високої кваліфікації.

Біомеханіка розглядає спортивну техніку як складну динамічну систему дій, що ґрунтується на раціональному використанні рухових можливостей людини і спрямована на розв'язання конкретного завдання у тому або іншому виді спорту, зокрема на досягнення високих спортивних показників.

Біомеханічний аналіз спортивної техніки є важливою передумовою для наукового обґрунтування та раціоналізації самого процесу навчання рухів у спорті, а також для профілактичного, оздоровчого та лікувального застосування фізичних вправ у лікувальній фізичній культурі. Для розв'язання поставлених завдань біомеханіка використовує різні методи дослідження, запозичені з анатомії, фізіології, педагогіки, механіки, математики та інших наук. Разом з тим вона розробила власні оригінальні способи вивчення рухів, котрі сформувалися у самостійні методичні прийоми, що визначають так званий біомеханічний метод дослідження.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Основне завдання механіки. Поступальний рух тіл. Матеріальна точка.
2. Положення тіла в просторі. Система координат.
3. Переміщення.
4. Про векторні величини.
5. Проекції вектора на координатні осі. Дії над проекціями.
6. Прямолінійний рівномірний рух. Швидкість.
7. Графічне зображення руху.
8. Відносність руху.

Розділ 6

ПОЛОЖЕННЯ ЦЕНТРІВ МАС ТІЛА ЛЮДИНИ, ОКРЕМИХ ЙОГО
ЧАСТИН, ТА СПОСОБИ ЇХ ВИЗНАЧЕННЯ*ЗМІСТ:*

6.1. Види рівноваги та умови збереження рівноваги тіла і ступінь його стійкості

6.2. Центр тяжіння тіла людини. Центр об'єму тіла людини

6.3. Вивчення питомої ваги тіла людини за допомогою онтокенізіологічних методів

Література: 6-29, 76,85

6.1. Види рівноваги та умови збереження рівноваги тіла і ступінь його стійкості

Стан рівноваги характеризується положенням тіла в просторі. На стан рівноваги впливає багато факторів. Морфологія положення або руху тіла вивчається на основі зорового образу, що виник за даними візуального ознайомлення з виконуваною вправою, а також при використанні фото-и кінодокументації. При цьому звертається увага на симетричність положення або руху, наявність і вид опори, взаємне розташування частин тіла.

Морфологія руху включає його загальну характеристику, поділ на окремі фази і розгляд них.

Характеристика положення або руху тіла з позицій законів механіки необхідний для розуміння роботи рухового апарата. Біомеханічне осмислення форми і структури руху або положення тіла людини для морфолога не самоціль, а, лише дуже важлива передумова детального анатомічного розбору руху або положення тіла.

Вид рівноваги визначається по співвідношенню площі опори з положенням ОЦТ тіла.

Площа опори визначається площею опорних поверхонь тіла і величиною простору, укладеного між ними. Площа опори завжди враховується при анатомічному аналізі фізичних вправ. Від неї залежить стійкість тіла: вона тим більше, чим більше площа опори. Так, стійкість тіла в стійці ноги нарізно більше, ніж у стійці ноги разом; у стійці на двох ногах - чим у стійці на одній нозі; на лижах - чим на кониках; у стійці фехтувальника або боксера при розставлених ногах - чим у звичайному положенні коштуючи (тому і маневреність рухів без втрати рівноваги в спортивному двобої досить велика).

Якщо площа опори розташована нижче ОЦТ тіла, то рівновага нестійка або, по визначенню Д.Д. Донського, обмежено стійка. Якщо площа опори знаходиться вище ОЦТ тіла, рівновага стійка (тіло, виведена з цього положення, може без участі внутрішніх сил прийти у вихідне).

Рівновага тіла в тому або іншому положенні зберігається за умови, якщо вертикаль ОЦТ тіла проходить усередині площі опори. Якщо ж вона виходить за межі границь площі опори, рівновага порушується - тіло падає. Ступінь стійкості тіла при виконанні вправи залежить від висоти розташування ОЦТ тіла і від величини площі опори. Чим нижче розташований ОЦТ тіла і більше площа опори, тим стійкість більше. Кількісною характеристикою ступеня стійкості тіла є кут стійкості. Він утворений вертикаллю, опущеної з ОЦТ тіла, і лінією, проведеної з нього до краю площі опори. Чим більше кут стійкості, тим стійкість тіла більше. Величина кута стійкості визначає можливість переміщення тіла без втрати рівноваги.

Для правильного анатомічного трактування роботи рухового апарата необхідно попередньо з'ясувати умови руху з урахуванням рівності дії протидії, проявів інерції, збереження моменту кількості рухів і інших закономірностей.

Кожен рух, вироблений людиною, і будь-яке положення, у якому він знаходиться, обумовлені взаємодією ряду сил. Сили, що діють на тіло людини, розділяються на зовнішні і внутрішні.

Зовнішні сили прикладені до людини ззовні або виникають при його взаємодії з зовнішніми тілами (супротивником, спортивними снарядами й ін.). Найбільше значення для анатомічного аналізу положень або рухів людини мають сила ваги (сила гравітації), сила реакції опори і сила опору середовища. Кожна з цих сил характеризується величиною, напрямком і точкою додатка.

Сила тяжіння (сила гравітації) дорівнює масі тіла, прикладена в місці положення ОЦТ тіла і спрямована прямовисно вниз. При виконанні вправи з обтяженням (штангою, ядром) необхідно враховувати силу ваги системи „спортсмен – снаряд”.

Сила реакції опори являє собою протидію опорної поверхні при тиску на неї. Сила реакції опори при вертикальному положенні тіла дорівнює силі ваги (дія дорівнює протидії), але протилежна їй по напрямку. При ходьбі, бігу, стрибках у довжину з місця сила реакції опори спрямована до тіла під кутом від опорної поверхні і може бути розкладена за правилом паралелограма сил на дві складові: вертикальну і горизонтальну. Вертикальна складова сили реакції опори (сила нормального тиску) спрямована нагору і взаємодіє із силою ваги, горизонтальна (сила тертя) впливає на переміщення тіла. Якби не існувало тертя, людина не могла б ходити і бігати: нога, якою відштовхується, ковзала б назад і переміщення тіла було б неможливим (щось подібне спостерігається при ходьбі по слизькому льоду).

Сила опору середовища діє на тіло людини при його рухах у повітряній (при сильному вітрі або швидкому бігу) або водному середовищу (плавання). Вона залежить від площі лобової поверхні опору тіла, швидкості руху і щільності середовища. Зі зменшенням лобової поверхні (наприклад, при низькій посадці велосипедиста) опір середовища зменшується.

Внутрішні сили виникають усередині тіла людини при взаємодії частин тіла. Внутрішні сили розділяються на пасивні й активні. До пасивних внутрішніх сил відносяться: сила еластичної тяги м'яких тканин (зв'язок, суглобних сумок, фасцій, м'язів і ін.), що виникає при їх розтяганні, сила опору кісток, хрящів, обумовлена їх фізико-хімічними властивостями, а також сила молекулярного зчеплення синовіальної рідини, що знаходиться в порожнині суглобів.

Основною активною внутрішньою силою є сила скорочення м'язів. Величина сили скорочення м'язів залежить від анатомічних і фізіологічних умов. Напрямок її визначається рівнодіючої.

Якщо сили, що діють на тіло, урівноважені, то воно знаходиться в спокої; якщо ж їх рівнодіюча не дорівнює нулю, то тіло переміщається в напрямку цієї рівнодіючої. Кожна із сил може бути рушійною або гальмуючою. Наприклад, сила ваги при русі вниз є рушійною силою, а при русі нагору - гальмуючою. При русі по горизонталі силу ваги умовно вважають нейтральною. Сила побіжного вітру, наприклад, при ходьбі - рушійна сила, а сила зустрічного вітру - гальмуюча.

6.2. Центр тяжіння тіла людини. Центр об'єму тіла людини

Варто розрізняти загальний центр ваги (центр мас) тіла (ОЦТ тіла) людини і центри ваги окремих частин тіла.

Загальним центром ваги тіла людини називається точка дії рівнодіючої всіх сил ваги складових його частин (ланок тіла). Кожна частина тіла людини при визначеній масі і специфічному розташуванні її має власний центр ваги. Так, центр ваги голови знаходиться позаду спинки турецького сидла приблизно на 7 мм; центр ваги тулуба - на 0,44 відстані від плечового суглоба до тазостегнового, попереду від верхнього краю 1-го поперекового хребця; центр ваги плеча - на 0,47, передпліччя - на 0,42, стегна - на 0,44; гомілки - на 0,42 відстані від свого проксиного кінця; центр ваги кисті з трохи зігнутими пальцями приблизно на 1 см проксирише голівки 3-й п'ясткової кісти;

центр ваги стопи - на її подовжній осі і відстоїть від її заднього краю на 0,44 довжини стопи.

Оскільки ланки тіла людини навіть при звичайному вертикальному його положенні (а особливо при рухах) не розташовуються строго вертикально друг над іншою, між ними в області з'єднань утворюються кути. Тому вертикаль ОЦТ тіла проходить на деякій відстані від центра будь-якого суглоба і виникає момент обертання (добуток величини сили ваги на довжину плеча її дії). Чим більше момент обертання, тим більша напруга випробує група м'язів, що протидіє силі ваги.

Знаючи положення центра ваги ланки, можна визначити плече дії сили ваги стосовно суглобів і обчислити момент обертання. Величина маси окремих ланок тіла складає: голови - 7% маси тіла, тулуба - 46,4%, плеча - 2,6%, передпліччя - 1,8%, кисті - 0,7%, стегна - 12,2%, гомілки - 4,6%, стопи - 1,4%.

Таким чином, ВЦТ тіла служить показником розподілу маси тіла в організмі людини, визначаючи тією чи іншою мірою його статура. Адже ні обхвати, ні лінійні розміри, звичайно уживані в антропометричній практиці, не є достатнім показником тієї кількості маси, що відповідає цим розмірам. При однакових лінійних розмірах кількість маси, обумовлена ними, може бути неоднаково (у залежності від різної питомої ваги тканин і органів).

Чим вище розташований ОЦТ тіла, тим маса верхньої половини тіла більше.

Наприклад, у гімнастів він розташований вище, ніж у легкоатлетів-бігунів, тому що великі фізичні навантаження в гімнастів приходяться на м'язи верхніх кінцівок, а в бігунів - на м'язи нижніх кінцівок. Виникають розходження в розподілі м'язових мас.

Коли говорять "центр тяжіння людського тіла" і мають на увазі живу людину, то мають на увазі не геометричну точку, а лише сферу, у якій ця точка розташована. У залежності від особливостей кровообігу, дихання, травлення й ін. у кожен момент часу усередині тіла відбувається

перерозподіл його маси, що позначається і на положенні ОЦТ: він постійно трохи переміщається в ту або іншу сторону. Орієнтовно можна вважати, що діаметр сфери, усередині якої відбувається переміщення ОЦТ тіла при спокійному положенні тіла, дорівнює 5-10 мм.

Для встановлення місця розташування ОЦТ тіла необхідно визначати його в трьох площинах: фронтальній, горизонтальній і сагітальній. При будь-якому симетричному положенні тіла його ОЦТ розташований у медіанній площині, оскільки права і ліва половини тіла важать приблизно однаковими (хоча маса внутрішніх органів, розташованих праворуч, приблизно на 500 м більше, ніж розташованих ліворуч, у зв'язку з тим що в правій половині знаходиться велика частина такого масивного органа, як печінка).

Для визначення положення ОЦТ тіла використовувався також метод Шейдта, заснований на принципі важеля другого роду (рис.2.2.1); величина довжини тіла випробуваного, помножена на отриманий в експерименті вага, дорівнює природній масі випробуваного, помноженої на відстань від підшовної поверхні стопи до положення ОЦТ тіла.

М. Ф. Іваницький визначив місце розташування ОЦТ тіла в горизонтальній площині в 650 випробуваних. Щодо подовжньої осі тіла положення його позначене індексом: відношенням відстані від центра ваги до підшовної поверхні стопи до довжини тіла, помноженим на тисячу.

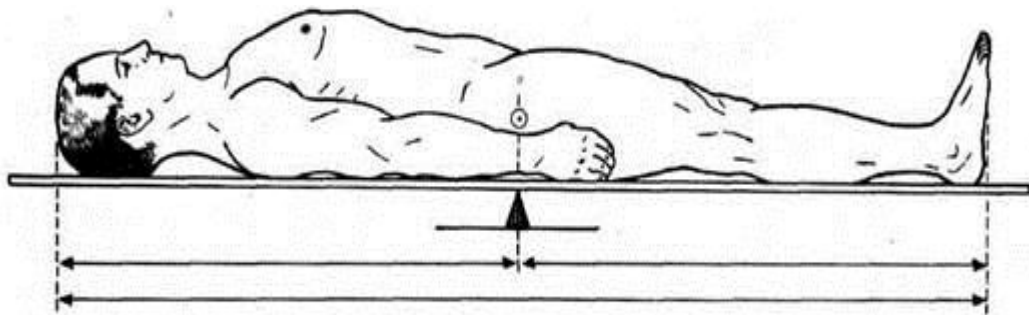


Рис. 2.2.1. Метод визначення положення ОЦТ тіла за принципом важеля першого роду: переривчаста лінія показує площину ОЦТ тіла; нижня горизонтальна лінія - довжина тіла людини в положенні лежачи; дві вище розташовані лінії - відстань від підшовної поверхні стопи і від верхньої крапки тіла до ОЦТ тіла.

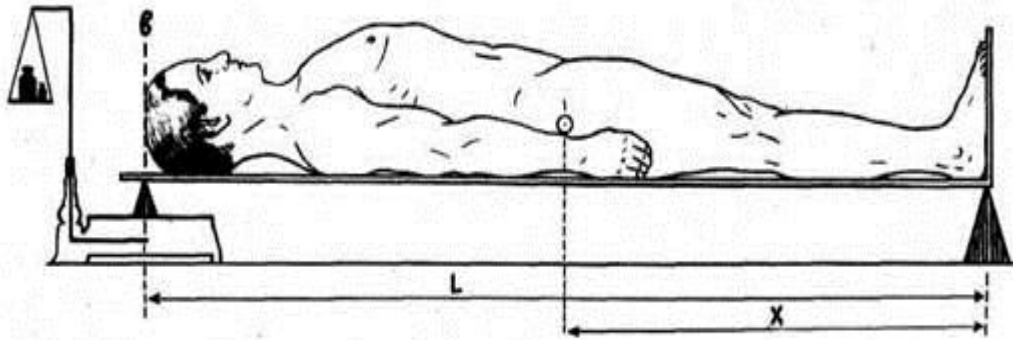


Рис. 2.2.2. Метод визначення положення ОЦТ тіла за принципом важеля другого роду: \blacksquare - положення ОЦТ тіла; X - відстань від підшовної поверхні стопи до ОЦТ тіла; l - довжина тіла випробуваного; v - показник ваги тіла

Найбільш часте значення індексу складає 555-565, тобто ОЦТ тіла знаходиться трохи вище середини тіла. Іншим показником положення ОЦТ тіла є його проекція на хребетний стовп і на черевну стінку. Спостереження М. Ф. Іваницького показують, що ОЦТ тіла може знаходитися в межах 1-5-го крижового хребців.

Положення його щодо подовжньої осі тіла і хребетного стовпа залежить від багатьох факторів: статі, віку, розвитку мускулатури, масивності кістяка, виразності жировідкладення й ін. Можливі і добові коливання положення ОЦТ тіла, зв'язані з деформаціями, що тіло випробує при великих фізичних навантаженнях. Індивідуальні коливання його положення щодо хребетного стовпа більш помітні, чим щодо довжини тіла. На передню поверхню тіла ОЦТ проектується вище лобкового симфізу.

У немовлят ОЦТ тіла розташовується на рівні 5-6-го грудних хребців, до двох років він опускається до рівня 1-го поперекового хребця і продовжує опускатися до 16-18 років, поступово переміщаючи не тільки вниз, але і назад. У чоловіків ОЦТ тіла знаходиться на рівні 3-го поперекового - 5-го крижового хребця, а в жінок - на рівні 5-го поперекового до 1-го куприкового (рис. 2.3).

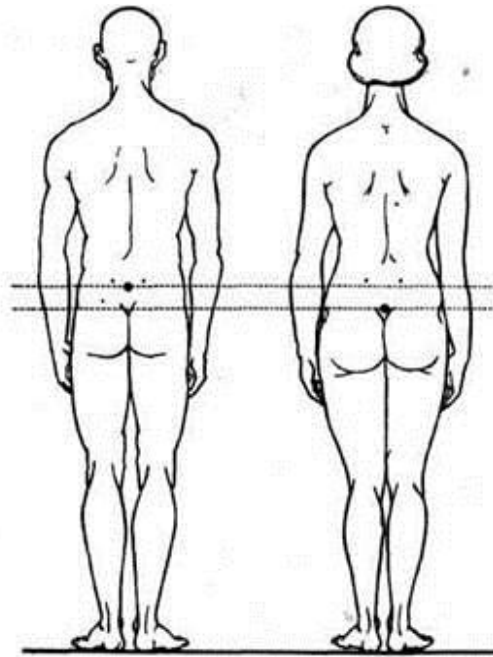


Рисунок 2.3. Положення ОЦТ тіла в чоловіків і в жінок (при однаковій довжині тіла ОЦТ тіла в жінок розташований нижче, ніж у чоловіків)

Середня відносна висота ОЦТ тіла (стосовно довжини тіла) у чоловіків складає 572, а в жінок 559. У літньому віці положення ОЦТ тіла залежить, крім всього іншого, від особливостей постави.

Кожному типові статури відповідають свої особливості положення ОЦТ тіла. При доліхоморфних пропорціях тіла він розташовується відносно нижче, ніж при брахіморфних (рис. 2.4).

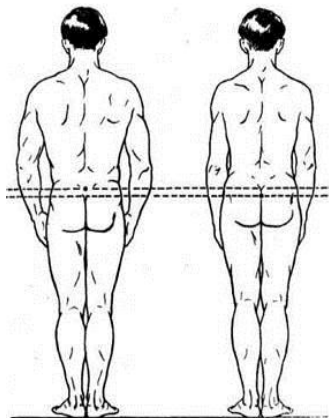


Рисунок 2.4. Положення ОЦТ тіла в чоловіків однакового росту, але різного складу тіла

При переважному відкладенні підшкірного жирового шару в області таза і стегон (у жінок) ОЦТ тіла знаходиться нижче, ніж при більш рівномірному його розподілі.

Особливості пропорцій тіла і розподіли м'язової маси в спортсменів різних спеціалізацій також обумовлюють розходження в положенні ОЦТ тіла. У плавців більш високе розташування його, чим у тенісистів, а у велосипедистів більш низьке; у хокеїстів більш низьке, чим у баскетболістів.

При анатомічному аналізі рухів важливо знати траєкторію центра ваги. Без цього неможливо розприділити ні швидкість, ні прискорення, ні зусилля, випробовувані тілом або його окремими ланками при виконанні руху.

Для визначення траєкторії ОЦТ тіла при русі необхідно, користуючись фотовідбитками або рис.юнками з кінограмми людської фігури, визначити послідовно положення ОЦТ тіла в кожен момент даного руху. Лінія, що з'єднала отримані точки, і буде траєкторією ОЦТ при виконанні даного руху. Більш докладно методи оцінки траєкторії ОЦТ вивчаються в курсі біомеханіки.

Зведення про центр об'єму тіла людини мають особливо велике значення для анатомічного аналізу рухів при плаванні, для оцінки гідродинамічних якостей плавця. Центром обсягу тіла називається місце (крапка) додатка всіх сил тиску води на його поверхню. Центр обсягу тіла людини розташовується трохи вище, ніж ОЦТ тіла.

Це підтверджується тим, що людина з витягнутими уздовж тіла руками, лягаючи у воді на спину, звичайно переходить з горизонтального положення у вертикальне, тому що нижній кінець його тіла опускається.

Лише деякі можуть не рухаючи зберігати таке горизонтальне положення у воді. Утримати рівновагу у воді можна лише в тому випадку, коли вертикаль ОЦТ тіла збігається з вертикаллю центра його обсягу.

Для визначення проекції центра обсягу в горизонтальній площині застосовується метод витиснення води тілом у градуйованому резервуарі. Реєструється рівень води, наливої в резервуар, потім визначається рівень

води при повному зануренні людини і рівень води, дорівнює половині даного обсягу (обсяг верхньої частини тіла повинний відповідати обсягові нижньої частини тіла).

Після цього випробуваному пропонується поступово занурюватися у воду доти, поки вода не доходить до наміченого рівня, що характеризує положення центра обсягу тіла. Як правило, він відстоїть на 2- 6 див від рівня ОЦТ тіла. При вдиху загальний центр обсягу буде розташовуватися вище, ніж при видиху.

6.3. Вивчення питомої ваги тіла людини за допомогою онтокенізіологічних методів

Цілеспрямовані рухи людини (локомоції) є стійкий патерн руху, характеризується певними кінематичними, динамічними, тимчасовими і просторовими параметрами. Вся сукупність останніх може розглядатися як біомеханічне прояв рухового образу, який складається для кожної конкретної людини в період постнатального онтогенетичного розвитку і зазнає змін в результаті змін на якому рівні рухового аналізатора в залежності від віку та умов функціонування життєзабезпечуючих систем організму. Природно, що реєстрація кінезіологічних параметрів руху є необхідною для його характеристики, і при порушеннях функції опорно-рухового апарату, і при вивченні локомоції спортсмена.

Найбільш достовірні відомості про рух можуть бути отримані за допомогою оптичних методів, які забезпечують комплексну реєстрацію будь-якої кількості точок тіла людини і зовнішньої обстановки щодо просторово-часової координатної сітки і дають інформацію про кінематиці досліджуваних точок у формі, зручній для математичного аналізу. Координати ж, як відомо, є той матеріал, з аналізу якого може бути почерпнуто максимум кількість відомостей про протікання знятого руху. Циклографія (від циклу ... і ... графія), метод вивчення рухів людини шляхом послідовного фотографування (до сотень разів на секунду) міток або

лампочок, укріплених на рухомих частинах тіла. Вперше фотографування фаз руху було запропоновано в 80-х рр.. 19 в. французьким ученим Е. Маре. Н. А. Бернштейн в 20-х рр.. 20 в. удосконалив і модифікував Ц., наприклад він запропонував кімоціклографію - зйомку на пересувається плівку. На основі аналізу циклограм - циклограмметрії - для ряду рухів були отримані дані про траєкторію окремих точок тіла, про швидкостях і прискореннях рухомих частин тіла, що дало можливість обчислити величини сил, що обумовлюють даний рух. Ці відомості лягли в основу сучасних уявлень про принципи управління рухами людини, використані при вивченні спортивних рухів, рухових порушень та ін До Ц. близький метод кінозйомки рухів з подальшою обробкою кадрів на зразок циклограм.

Найбільш простим і часто вживаним на практиці видом кінозйомки є фотограмметрія. Ця зйомка являє собою реєстрацію рухів людини і об'єктів навколишнього середовища в площині, перпендикулярній оптичній осі апарату. При цьому апарат встановлюється так, щоб в його полі зору знаходилося все, що буде піддано вивчення і подальшого аналізу. Отримані за допомогою оптичних методів реєстрації експериментальні дані піддаються математичній обробці. В якості датчиків ("світяться точок") для отримання кінематичних характеристик рухів кінцівок застосовують мітки або електричні лампочки, які зміцнюють на досліджуваних суглобах. Спорядження випробуваного майже невагомо, тому воно не вносить жодних змін в структуру рухового образу.

Конвергентна стереофотограмметричеських зйомка і дзеркальна циклограмметрія тотожні. Дійсно, дзеркальна циклограмметричеськая зйомка під кутом α (кут між головною оптичною віссю кіноапарата і площиною дзеркала - кут зйомки) є не що інше, як зйомка двома апаратами, оптичні осі яких конвергируют під кутом α . Обчислення просторових координат проводиться за формулами математичної залежності між просторовими координатами приміщення (в разі, якщо зйомка проводиться в камеральних умовах) і координатами перспективних зображень. Крім аналітичних

методів, в даний час знайшли широке поширення різні номографічні прийоми, засновані на відомих положеннях синтетичної геометрії.

Номограма, за допомогою якої здійснюється обробка ізоінформації, являє собою функціональну сітку і служить для отримання реальних (дійсних) координат будь-якої фіксованої точки на сегменті або суглобі кінцівки.

Питома вага характеризує щільність тіла і являє собою його масу, приведену до одиниці об'єму (1 см^3). Це один з важливих показників фізичного розвитку і стану здоров'я людини, що залежить від багатьох факторів. Зокрема, він зв'язаний з дихальними рухами: у період вдиху зменшується, а в період видиху збільшується.

У дорослих чоловіків при довжині тіла 165 см і масі тіла 64 кг питома вага складає 1,044. Чоловіка високого зросту мають питома вага менший, чим чоловіка низького росту. В осіб з добре розвитими м'язами питома вага більше, ніж у тих, хто має слабкий розвиток мускулатури.

Питома вага тіла жінок менше, ніж у чоловіків, за рахунок більшого жировідкладення. У дитинстві питома вага тіла з віком збільшується: у хлопчиків 11 років він дорівнює 1,019, у 13 років - 1,026, у 15 років - 1,033, у 17 років - 1,040. Це зв'язано з віковими змінами компонентів маси тіла.

У дівчинок питома вага тіла збільшується лише до 13 років, після чого зменшується. Розходження у віковій динаміці питомої ваги тіла між хлопчиками і дівчинками порозуміваються нерівномірністю темпів росту і розвитку організму.

По динаміці питомої ваги можна стежити за зміною компонентів маси тіла: наростання питомої ваги говорить про збільшення м'язової (активної) маси тіла, і навпаки, зниження його - про збільшення жирового компонента.

ВИСНОВОК

При онтогенезіологічному дослідженні рухів людини необхідно перш за все вибрати систему відліку та побудувати характерну розрахункову схему

її опорно-рухової системи, яка була б визначальною для того чи іншого конкретного руху. Розрізняють два види рівноваги: стійку та нестійку.

Ступінь стійкості тіла при виконанні вправи залежить від висоти розташування ОЦТ тіла і від величини площі опори. Чим нижче розташований ОЦТ тіла і більше площа опори, тим стійкість більше. Кількісною характеристикою ступеня стійкості тіла є кут стійкості.

На стійкість рівноваги тіла людини також спричиняють вплив певні фактори:

- діючі сили (зовнішні сили, сила тяжіння, сила реакції опори і сила протидії середовища);
- положення центра тяжіння (мас) тіла людини і його окремих ланок;
- положення центра обсягу тіла людини;
- величина питомої ваги тіла людини;
- стан площі опори (чим більша площа опору, тим рівновага тіла буде стійкіша).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Швидкість при нерівномірному русі.
2. Прискорення. Рівноприскорений рух.
3. Переміщення при прямолінійному рівноприскореному русі.
4. Вільне падіння тіл. Прискорення вільного падіння.
5. Переміщення й швидкість у криволінійному русі.
6. Прискорення в рівномірному русі по колу.
7. Рух на обертовому тілі.
8. Тіла та їх оточення. Перший закон Ньютона.
9. Взаємодія тіл. Прискорення тіл під час їх взаємодії.
10. Інертність і маса тіл
11. Сила. Другий закон Ньютона.
12. Третій закон Ньютона.

Розділ 7

БЮДИНАМІКА РУХОВИХ ДІЙ, ОПІР СЕРЕДОВИЩА РУХОВІ ТІЛА

ЗМІСТ:

7.1. Біомеханічні характеристики рухів тіла людини

7.2. Біомеханічні основи техніки і тактики фізичних вправ

7.3. Технічна підготовленості

*Література: 35-50**7.1. Біомеханічні характеристики рухів тіла людини*

Рухи тіла людини як біомеханічної системи, яка має до-сить складну будову, по ходу їх виконання не залишаються постійними. Для того, щоб розкрити закони певних рухів, потрібно виділяти в їх складній системі складові частини, описувати їх особливості, встановлювати, як вони змінюються, будучи зв'язаними між собою.

Біомеханічні характеристики рухів тіла людини – це міри механічного стану і зміни (поведінки) його біосистеми.

У практиці використовуються біомеханічні характеристики двох типів: якісні і кількісні.

Якісні характеристики дозволяють розрізняти рухи принципово різні за типами, видами, біомеханічними закономірностями, принципами побудови і особливостями виконання (приклад якісно різноманітних типів рухів: рух навколо осі й локомоторні рухи).

Кількісні характеристики вимірюються чи розраховуються – мають числове значення і вказують на зв'язок одної міри з іншою (наприклад, швидкість показує, як пов'язаний пройдений шлях із часом, витраченим на нього).

Кількісні характеристики рухів тіла людини методично зручно розділити на два основні види: 1) біокінематичні й 2) біодинамічні.

Біокінематичні характеристики

Розділ біомеханічного аналізу біокінематика вивчає рух живих тіл і біологічних систем. Рухи тіл у кінематиці вивчаються без урахування їх інертності і діючих сил. То му кінематику інколи називають геометрією рухів. В основу поняття кінематики рухів включають засоби опису зміни положення тіла в просторі у відношенні до інших тіл на протязі часу. Кінематика ставить перед собою мету аналізувати різні види руху та встановлювати закони, що відображаються між величинами, які характеризують ці рухи; фізичні ж особливості матеріальних об'єктів у їх взаємодії (маси, сили) – матеріальна природа, а також фізичні процеси не розглядаються. Отже, кінематичні характеристики змальовують тільки зовнішню картину рухів, а причини виникнення та зміни самих рухів і їх особливостей не розкривають.

Таким чином, кінематичні характеристики рухів людини – це їх специфічні особливості: просторові, часові та просторово-часові.

Для того, щоб упорядкувати уявлення про оточуючий простір, вводяться безпосередні системи просторових координат. Умовний простір розділяється на частини, квадранти. Існують різні системи координат. Системи координат бувають прямокутні, косокутні, сферичні та ін.

Координати розрізняються на площинні та просторові. Площинні дозволяють фіксувати положення точки на площині, просторові – у просторі. Для визначення точки у площинних координатах достатньо двох цифр (довгота й висота). Для визначення її в просторі – трьох. Для об'єктивного вивчення характеристик рухів людини необхідно якимсь чином моделювати його тіло. В біомеханіці відомо два основних способи моделювання тіла людини. Перший – уявити тіло за матеріальну точку. Другий – уявити тіло людини як систему матеріальних точок. Рух фізичного об'єкта спостерігається тільки в порівнянні положень об'єкта з положенням іншого тіла (тіла відліку), тобто як відносний.

В залежності від умов завдання вибір випадає на ту чи іншу систему відліку. При відліку відстаней потрібно встановити: а) початок; б) напрямок;

в) одиниці відліку. Систему відліку пов'язують із певним фізичним тілом відліку.

Дуже важливо доцільно вибрати тіло й початок відліку. На відлік відстаней у русі, який вивчається, зовсім не впливав би рух тіла відліку без прискорення; але тіл, що рухалися б без прискорення, у природі просто не існує. Умовно прийнято вважати „нерухомим”, не прискореним – інерційним тілом відліку – таке тіло, прискорення якого на-стільки мале, що не впливає помітно на відлік даного руху, який спостерігається.

Іноді доцільний чи просто детермінований вибір „рухомих”, тобто таких тіл відліку, які прискорюються – неінерційних. Вони рухаються з такими прискореннями, які суттєво впливають на відлік руху. Наприклад, визначаючи, які особливості рухів ніг у тазостегнових суглобах у гімнаста при масі на кільцях, можна ввести відлік відносно тазу, який сам також рухається.

Декартова система координат на площині складається із двох взаємоперпендикулярних осей – абсциси (X) і ординати (Y). Декартовою системою координат у просторі вважається упорядкована трійка попарно перпендикулярних осей координат з одним загальним початком координат O на кожній із них із одним і тим же масштабним відношенням у всіх осях. Для визначення координат будь-якої точки досліджуваних просторових фігур біологів необхідно використовувати три числові осі: X (абсциса), Y (ордината), Z (апліката). При цьому додаткова піввісь X повинна збігатися з додатковою піввіссю Y обертом на 90° проти годинникової стрілки, якщо дивитися з додаткової півосі Z.

В результаті побудови трьох координатних осей у просторі можна розпізнати координатні площини, які проходять через дві які-небудь координатні осі. У тій чи іншій системі відліку всі точки тіла людини володіють такими біокінематичними характеристиками:

- траєкторія руху;
- форма руху;

- шлях руху;
- час руху;
- швидкість руху;
- прискорення руху.

Траєкторія руху – умовна лінія, яку описує рухома точка тіла у просторі.

У систему відліку часу входить визначений початок та одиниці відліку. Часові характеристики розкривають рух у часі, коли він почався і коли закінчився (момент часу), як довго продовжувався (тривалість руху), як часто виконувався рух (темп), як вони були побудовані в часі (ритм). Разом з просторово-часовими характеристиками вони визначають характер рухів людини.

Визначаючи, де знаходилась та чи інша точка тіла людини в просторі, необхідно визначити, коли вона там була.

Момент часу – це часова міра положення точки тіла і системи. Момент часу визначають проміжком часу до нього від початку відліку.

Момент часу визначають не тільки для початку й закінчення руху, але і для інших важливих миттєвих положень.

У першу чергу це моменти істотної зміни руху: закінчується одна частина руху і починається наступна. За моментами часу визначають тривалість руху.

Тривалість руху – це часова міра, яка вимірюється різницею моментів часу кінця і початку руху:

$$\Delta t = t_{\text{кі.}} - t_{\text{поч.}}, [\Delta t] = T.$$

Тривалість руху є проміжок між двома обмежуючими його моментами часу. Знаючи відстань, пройдену точкою, і тривалість її руху, можна визначити її швидкість. Знаючи тривалість рухів, визначають також їх темп і ритм.

Темп рухів – величина обернена тривалості рухів. Чим більша тривалість кожного руху, тим менший темп і навпаки.

В циклічних рухах темп може служити показником досконалості техніки. Так у спортсменів високої кваліфікації частота рухів більша ніж у менш підготовлених.

Ритм рухів (часовий) – це часова міра співвідношення тривалості частин рухів. Ритм – величина безрозмірна, він визначається по співвідношенню тривалості частин рухів:

$$t_{12} : t_{23} : t_{34} \dots$$

Ритм рухів характеризує, наприклад, відношення часу опори до часу польоту в бігу, чи часу амортизації до часу відштовхування в опорі. Зі зміною темпу кроків змінюється і їх ритм. Крім часових можна визначити ще і просторові показники ритму.

Фази, ритм яких вивчається, можуть розрізнятися за напрямком, швидкістю та прискоренням рухів, за величиною та напрямком зусиль і за іншими характеристиками. Співвідношення тривалості фаз відображує співвідношення зусиль, які їх обумовлюють. З точки зору біомеханіки у кожному русі є ритм, оскільки є частини рухів певної тривалості, які розрізняються.

За просторово-часовими характеристиками визначають, як змінюється положення руху людини в часі, як швидко людина змінює свої положення і рухи.

Швидкість точки – це просторово-часова міра руху точки (швидкості вимірювання її положення). Швидкість дорівнює першій похідній в часі від відстані в системі відрахунку, що розглядається:

$$\vec{v} = \frac{ds}{dt}; [\vec{v}] = T^{-1}.$$

Швидкість точки визначається за заміною її координат у часі. Швидкість величина векторна, вона характеризує швидкість руху та його напрямок.

В обертовому русі тіла визначають кутову швидкість як міру швидкості зміни його кутового положення. Вона дорівнює за величиною першій похідній за часом від кутового переміщення.

Прискорення точки – це просторово-часова міра зміни руху точки. Прискорення точки дорівнює першій похідній за часом від швидкості цієї точки в системі відліку, яка розглядається:

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}; [\vec{a}] = L^1 T^{-2}.$$

Прискорення точки визначається за зміною її швидкості в часі.

Рух будь-якої рухомої системи відносно Землі в механіці розглядають як переносний рух (наприклад, рух човна на дистанції). Рух точки тіла людини, яка знаходиться в човні, відносно до човна буде відносним рухом. Рух цієї ж точки відносно Землі (нерухомих об'єктів на березі) треба вважати абсолютним (або складним).

Абсолютна швидкість руху цієї точки в такому випадку виражається діагоналлю паралелограма, побудованого на векторах відносної та переносної швидкості. Рухи людини відбуваються в результаті дії сил. Власне вони є наслідком взаємодії її тіла з іншими тілами. Біодинамічні характеристики дозволяють розкрити основні особливості цих взаємодій. Біодинамічні характеристики включають: інерційні характеристики (особливості тіла людини й тіл, які вона рухає); силові (особливості взаємодії біоланок тіла й інших тіл); енергетичні (стани та зміни працездатності біомеханічних систем).

Інерційні характеристики найбільше повно розкриваються в 1-ому законі Ньютона. Інертність – властивість фізичних тіл, виявляється в поступовій зміні їхньої швидкості з часом під дією сил. Інакше кажучи, усяке тіло зберігає швидкість, поки її не змінять сили, що на нього діють.

Будь-які тіла зберігають швидкість незмінною при відсутності зовнішніх впливів. Цю властивість, що не має міри, і прийнято називати інерцією. Різні тіла змінюють швидкість під дією сил по-різному. Ця властивість, отже, має міру: її називають інертністю. Саме інертність і становить інтерес у тих випадках, коли необхідно оцінити як змінюється швидкість тіла.

Зберігання незмінної швидкості (рух немов би по інерції) у реальних умовах можливе тільки тоді, коли всі зовнішні сили, прикладені до тіл, взаємно врівноважені. В інших випадках нерівноважені зовнішні сили змінюють швидкість тіла відповідно до міри його інертності.

Маса тіла – це міра інертності тіла при поступальному русі. Вона вимірюється відношенням величини прикладеної сили до прискорення, яке вона викликає:

$$m = \frac{F}{a}; [m] = M,$$

При дослідженні обертальних рухів необхідно враховувати не тільки величини маси, але і її розподіл у тілі. На розподіл матеріальних точок у тілі вказує місце розташування центра маси тіла.

Момент інерції тіла – це міра його інертності при обертальному русі. Момент інерції тіла щодо осі дорівнює сумі добутків мас усіх матеріальних точок тіла на квадрати їхніх відстаней від даної осі:

$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2; [I] = ML^2.$$

У системі тіл, що деформується, наприклад, коли її частини віддаляються від осі обертання, момент інерції системи збільшується. Інерційний опір збільшується з віддаленням частин тіла від осі обертання пропорційно квадрату відстані. Оскільки матеріальні точки в тілі розташовані на різних відстанях від осі обертання, для вирішення ряду задач зручно вводити поняття радіуса інерції.

Радіус інерції тіла – це порівняльна міра інертності даного тіла щодо його різних осей. Його можна виміряти, здобувши корінь квадратний із відношення моменту інерції (щодо даної осі) до маси тіла:

$$R_{in} = \sqrt{\frac{I}{m}}; [R_{in}] = L.$$

Відомо, що рух тіла може відбуватися як під дією прикладеної до нього рушійної сили, так і без рушійних сил (по інерції, коли прикладена тільки гальмуюча сила). Рушійні сили прикладені не завжди; без гальмуючих же сил руху не буває.

Сила – це міра механічної дії одного тіла на інше. Чисельно вона визначається добутком маси тіла на його прискорення, викликане даною силою:

$$F = ma; [F] = MLT^{-2}.$$

Вимір сили, також як і маси, базується на другому законі Ньютона. Сила, прикладена до даного тіла, викликає його прискорення.

При біомеханічному аналізі велике значення має встановлення джерела діючих сил. У зв'язку з цим необхідно враховувати, що джерелом сили в інерційній системі відліку для досліджуваного тіла завжди служить інше матеріальне тіло.

Рушійні сили визначаються по прискоренню тіла, що виникло в результаті дії цієї сили. Рушійна сила, як правило, збігається з напрямком руху тіла або ж утворює з ним гострий кут (при цьому вона може виконувати позитивну роботу та збільшувати енергію тіла).

У рухах людини як системі тіл, де всі рухи частин тіла обертальні, зміна обертального руху залежить не від сили, а від моменту сили.

Момент сили – це міра обертаючої дії сили на тіло; він визначається добутком модуля сили на її плече:

$$R_{in} = \sqrt{\frac{I}{m}}; [R_{in}] = L.$$

Момент сили – величина векторна (сила виявляє свою обертаючу дію, коли вона прикладена до її плечей). Інакше кажучи, лінія дії сили не повинна проходити через вісь обертання.

Визначення сили або моменту сили, якщо відома маса або момент інерції, дозволяє визначити тільки прискорення, тобто як швидко змінюється швидкість. Треба ще дізнатися, наскільки саме зміниться швидкість. Для цього повинно бути відомо, як довго була прикладена сила. Інакше кажучи, необхідно визначити імпульс сили (або її моменту).

Імпульс сили – це міра впливу сили на тіло за даний проміжок часу (у поступальному русі).

В обертальному русі момент сили, діючи протягом певного часу, створює імпульс моменту сили.

Імпульс моменту сили – це міра дії моменту сили щодо даної осі за даний проміжок часу (в обертальному русі).

За кінцевий проміжок часу він дорівнює певному інтегралу від елементарного імпульсу моменту сили; межами інтеграла є моменти початку й кінця даного проміжку часу

Кількість руху – це міра поступального руху тіла, що характеризує його спроможність передаватися іншому тілу у вигляді механічного руху. Кількість руху тіла вимірюється добутком маси тіла на його швидкість

Кількість руху тіла спортсмена може бути встановлено, наприклад, по тому, як довго воно рухається до припинення свого руху під дією визначеної гальмуючої сили. Відповідна зміна кількості руху відбувається під дією імпульсу сили.

Кінетичний момент – це міра обертального руху тіла, що характеризує його спроможність передаватися іншому тілу у виді механічного руху. Кінетичний момент дорівнює добутку моменту інерції щодо осі обертання на кутову швидкість тіла.

Таким чином, до раніше розглянутих кінематичних мір зміни руху (швидкості та прискорення) добавляються й динамічні міри зміни руху

(кількість руху, кінетичний момент). Разом із мірами дії сили вони відображають взаємозв'язок сил і руху. Вивчення їх допомагає усвідомити фізичний зміст рухів, що у свою чергу необхідно для правильного розуміння специфічних особливостей рухових дій людини.

7.2. Біомеханічні основи техніки і тактики 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 самим сучасним зразком існуючої спортивної техніки. Такі зразки називають еталонними. Вони звичайно розробляються за результатами попередніх вимірювань біомеханічних характеристик багатьох ведучих 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 в усіх її розділах.

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 кажучи, 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.

У 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.

У першу групу показників входять: а) об'єм; б) різнобічність; в) раціональність технічних дій, які вміє виконувати спортсмен. У другу групу: а) ефективність; б) освоєння виконання.

7.3. Технічна 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, гімнасти – майстри 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 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 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. Та чи інша 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 поперемінний 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.

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 швидкіс-них якостей.

Тому описаний метод оцінки ефективності техніки придатний в основному в тих випадках, коли технічні дії не вимагають найбільшого проявлення рухових якостей.

ВИСНОВОК

Рухи тіла людини як біомеханічної системи, яка має до-сить складну будову, по ходу їх виконання не залишаються постійними. Для того, щоб розкрити закони певних рухів, потрібно виділяти в їх складній системі складові частини, описувати їх особливості, встановлювати, як вони змінюються, будучи зв'язаними між собою.

Біомеханічні характеристики рухів тіла людини – це міри механічного стану і зміни (поведінки) його біосистеми.

У практиці використовуються біомеханічні характеристики двох типів: якісні і кількісні.

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

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Про що ми дізнаємося із законів Ньютона?
2. Як вимірюють силу?
3. Сила пружності.
4. Рух тіла під дією сили пружності.
5. Сила всесвітнього тяжіння.
6. Сила тяжіння.
7. Вага тіла. Невагомість.
8. Сила тертя. Тертя спокою.
9. Сила тертя ковзання.
10. Рух тіла під дією кількох сил.
11. За яких умов тіло рухається поступально? Центр тяжіння тіла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамчик Я.Г. Оценка эффективности разминки с использованием плиометрических упражнений и упражнений с прогрессивным сопротивлением на выбранные биомеханические и физиологические параметры нижних конечностей [Текст] / Я. Г. Адамчик, А. Слупик, Д. Богушевский [et al.] // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 4. – С. 94–99.
2. Бакум А. Біомеханічні особливості техніки захисних дій у спортсменів різної кваліфікації, що спеціалізуються у фехтуванні на рапірах [Текст] / А. Бакум, В. Гамалій // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2012. – № 2. – С. 82–87.
3. Бакум А. Особливості техніки четвертого прямого захисту з відповіддю у спортсменів різної кваліфікації, що спеціалізуються у фехтуванні на рапірах [Текст] / А. Бакум, В. Гамалій // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2012. – № 3. – С. 66–71.
4. Баранцев С. А. Особенности кинематической структуры метания малого мяча учащимися 7–8 лет в зависимости от пола [Текст] / С. А. Баранцев, В. В. Просянкин // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 2. – С. 59–61.
5. Биленко А. Г. Биомеханическое моделирование в решении задач эргономики спорта [Текст] / А. Г. Биленко, Г. П. Иванова, А. Б. Яковлев // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 3. – С. 14-17.
6. Богдановська Н. Ефективність комплексного застосування засобів кінезотерапії в реабілітації хворих на остеохондроз хребта [Текст] / Н. Богдановська, І. Кальонова // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2012. – № 3. – С. 122–125.
7. Болобан В. Оцінювання статодинамічної стійкості тіла та системи тіл спортсменів, які спеціалізуються у складнокоординаційних видах спорту [Текст] / В. Болобан, Ю. Литвиненко // Теорія і методика

фізичного виховання і спорту. – 2012. – № 2. – С. 88–92.

8. Бондар О. Технологія контролю та корекції порушень просторової організації тіла дітей [Текст] / О. Бондар, Н. Носова // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2005. – № 4. – С. 62-65.

9. Біомеханіка спорту: навчальний посібник для студентів ВНЗ з ФВ і С / за заг. ред. А. М. Лапутіна. – К.: Олімпійська література, 2005. – 319 с.

10. Брискин Ю. А. Использование современных электронных технологий для тестирования координации движений [Текст] / Ю. А. Брискин, В. М. Корягин // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 3. – С. 52–55. – Библиогр. в конце ст.

11. Бучацкая И. Н. Динамика электрической активности мышц стрелков из лука в ходе многократно повторяющихся выстрелов [Текст] / И. Н. Бучацкая, Р. М. Городничев // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 1. – С. 32–35. – Библиогр. в конце ст.

12. К вопросу о воздействии на позвоночный столб соревновательного упражнения "толчок от груди двух гирь" [Текст] / Ф. Я. Верховский, В. Е. Смирнов, В. В. Беянина, А. А. Шалманов // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 2. – С. 46-48.

13. Виноградова В. И. Биомеханика маха ногой и его влияние на исполнение многооборотных прыжков в фигурном катании на коньках [Текст] / В. И. Виноградова // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 10. – С. 35–38.

14. Волков Н. П. Статические характеристики техники жима штанги лежа [Текст] / Н. П. Волков, М. В. Филиппов // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 11. – С. 48–50.

15. Гамалій В. Моделювання кінематичної структури техніки ходьби без "наштовхування" [Текст] / В. Гамалій // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2005. – № 3. – С. 70-73.

16. Гамалій В. Порівняльний аналіз кінематичних характеристик рухових дій висококваліфікованих і кваліфікованих гімнасток в опорному стрибку типу "переворот" [Текст] / В. Гамалій, І. Хмельницька, С. Крупеня // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2014. – № 4. – С. 81–85. – Бібліогр. в кінці ст.
17. Гамалій Н. Біомеханічні особливості різних типів посадки кваліфікованих велосипедисток при педалюванні на стаціонарному велотренажері [Текст] / Н. Гамалій, М. Галета // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2012. – № 3. – С. 72–76.
18. Гачкевич А. Біомеханічний аналіз базових ударних рухів ногами у стрибку в бойовому гопаку [Текст] / А. Гачкевич // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2007. – № 2-3. – С. 174-177.
19. Германов Г. Н. Тренировочное (двигательное) задание - структурно-функциональная единица спортивно-педагогического процесса (психолого-педагогический аспект проблемы) [Текст] / Г. Н. Германов // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 6. – С. 94-99.
20. Горшкова А. Н. Влияние занятий аквааэробикой на комплексные показатели субъективного и объективного здоровья женщин 36-45 лет [Текст] / А. Н. Горшкова // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 12. – С.11-15.
21. Грец И. А. Различия во времени сохранения рекордных достижений у мужчин и женщин в отдельных видах плавания [Текст] / И. А. Грец // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 3. – С. 68-70.
22. Дмитриев С. В. Цель образовательных технологий - передача знания или расширение сознания? [Текст] / С. В. Дмитриев // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 7. – С. 94-101.
23. Дмитриев С. В. Концепция антропно ориентированной биомеханики: от порождения "живых движений" - к "овладению двигательным действием" [Текст] / С. В. Дмитриев // Теория и практика

физической культуры. – 2007. – № 3. – С. 72-73. – Биомеханика спорта.

24. Дмитриев С. В. От праксиса к логосу: междисциплинарные исследования в сфере биомеханики спорта [Текст] / С. В. Дмитриев // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 11. – С. 45-52.

25. Загrevский В. И. Влияние фазового состава биомеханических событий в спортивных упражнениях на структурный компонент двигательных действий [Текст] / В. И. Загrevский, В. О. Загrevский, В. Г. Шилько // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 12. – С. 33–37.

26. Загrevский В. И. Компьютерный синтез двигательных действий с управлением движением по кинематическому состоянию биомеханической системы [Текст] / В. И. Загrevский, О. И. Загrevский // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 7. – С. 10–15.

27. Загrevский В. И. Биомеханические параметры стартовых условий полетной части перелетовых упражнений "Ткачев" на перекладине [Текст] / В. И. Загrevский // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 10. – С. 6-11.

28. Исследование мышечных сил в плечевых суставах у гимнастов различного возраста [Текст] / О. И. Загrevский // Теория и практика физической культуры. – 2008. – № 10. – С. 12-16.

29. Зотов И. Д. Биомеханика ходьбы. Патогенетическое значение дисфункций стопы (отчет о семинаре Дэвида Лива) [Текст] / И. Д. Зотов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 3. – С. 52-59.

30. Иванова Г. П. Асимметрия структуры пояса верхних конечностей и ее проявление в теннисном ударном действии [Текст] / Г. П. Иванова // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 2. – С. 2-6. – Спортивная биомеханика.

31. Иванова Г. П. Некоторые причины и проявления асимметрии динамической структуры ударных действий [Текст] / Г. П. Иванова, Д. В. Спиридонов, Э. Н. Саутина // Теория и практика физической

культуры. – 2006. – № 2. – С. 41-45.

32. Анализ основных направлений развития современной кинезиологии [Текст] / В. Н. Ирхин, О. В. Василенко, Е. С. Николаева, О. В. Польщикова // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 12. – С. 19–20.

33. Ібрагімов Михайло Кінестеза як висхідна філософська категорія у фізкультурно-спортивній руховій активності [Текст] / Михайло Ібрагімов // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2012. – № 4. – С. 119–128.

34. Кашуба В.А. Сучасні біомеханічні ергогенні засоби у спорті [Текст] / В. Кашуба, Ю. Литвиненко // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2010. – № 3. – С. 4-6.

35. Кашуба В.А. Дослідження функціонального стовпа школярів 15-16 років [Текст] / В. Кашуба, Н. Носова // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2005. – № 2. – С. 27-29.

36. Кашуба В.А. Биомеханическая коррекция нефиксированных нарушений опорно-двигательного аппарата детей дошкольного возраста [Текст] / В. А. Кашуба, Е. М. Тышко // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – Х. : ХГАДИ (ХХПИ), 2004. – № 1. – С. 71-77.

37. Кизько А. П. Критические заметки по проблеме биоэнергетического спектра режимов беговой нагрузки [Текст] / А. П. Кизько, Е. А. Кизько // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 2. – С. 51-54.

38. Коблев Я. К. Проблемы и перспективы биомеханики спорта [Текст] / Я. К. Коблев, И. М. Козлов // Теория и практика физической культуры. – 2007. – № 1. – С. 61-62.

39. Использование магнитной стимуляции для повышения силовых возможностей мышц опорно-двигательного аппарата велосипедистов [Текст] / М. М. Ковылин, Э. А. Малхасян, В. С. маркарян [et al.] // Теория и

практика физической культуры. – 2011. – № 11. – С. 51-53.

40. Ковылин М. М. Философские и педагогические аспекты онтокинезиологии человека [Текст] / М. М. Ковылин, А. А. Передельский // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 12. – С. 21–25.

41. Козлов И. М. Дихотомия (симметрия-асимметрия) физического развития спортсменов [Текст] / И. М. Козлов, А. В. Самсонова, В. С. Степанов // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 4. – С. 24-26.

42. Перспективы использования тренажера для поддержания и реабилитации свойств мышечного аппарата у различных профессиональных и возрастных групп населения [Текст] / И. Б. Козловская, Е. Н. Ярманова, О. Л. Виноградова [et al.] // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 3. – С. 18-20. – Биомеханика спорта.

43. Комплексная диагностика подготовленности высококвалифицированных тяжелоатлетов [Текст] / А. Н. Корженевский, Л. В. Тарасова, А. А. Воробьев, Л. Ф. Колокатова // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 12. – С. 26–32. – Библиогр. в конце ст.

44. Корнилов А. Н. Целенаправленное изменение структуры движений и оперативный самоконтроль в тяжелой атлетике [Текст] / А. Н. Корнилов, В. С. Беляев // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 8. – С. 43-45.

45. Кочурова Л. А. Факторы, влияющие на проявление занимающимися оздоровительной аэробикой латеральных двигательных предпочтений [Текст] / Л. А. Кочурова // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 3. – С. 48–51.

46. Крупеня С. Біомеханічні особливості техніки виконання опорного стрибка типу "переворот" кваліфікованими гімнастками на стрибковому столі [Текст] / С. Крупеня // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2010. – № 1. – С. 76-81.

47. Курьсь В. Н. Вектор развития бомеханики как учебной дисциплины [Текст] / В. Н. Курьсь, Л. Н. Сляднева, А. А. Сляднев // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 6. – С. 13-18.
48. Латіна Г. Спосіб оцінки загальної фізичної працездатності осіб 19–21 років за показниками варіабельності серцевого ритму [Текст] / Г. Латіна // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2013. – № 3. – С. 152–157.
49. Литвиненко Ю. Біомеханічні особливості техніки ударних дій у тайському боксі спортсменами різної кваліфікації [Текст] / Ю. Литвиненко, С. Беленко // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 2. – С. 118–121.
50. Логинов С. И. Кинезиологический потенциал человека: возможности управления с позиции теории хаоса и синергетики [Текст] / С. И. Логинов, В. М. Еськов, В. К. Бальсевич // Теория и практика физической культуры. – 2010. – № 7. – С. 99-101.
51. Лях В. И. Двигательное действие и его производные [Текст] / В. И. Лях // Физическая культура в школе. – 2006. – № 1. – С. 45-52.
52. Мамий А. Р. Формирование оптимальной биомеханической структуры подъема штанги от груди [Текст] / А. Р. Мамий // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 10. – С. 35-37.
53. Минахин А. А. Бег на месте как метод диагностики асимметрии биомеханики опорно-двигательной системы [Текст] / А. А. Минахин, А. С. Холманский // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 11. – С. 40–44.
54. Михайлов Н. Г. Биомеханический анализ броска питчера [Текст] / Н. Г. Михайлов, М. А. Рыбакова // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 11. – С. 45–47.
55. Назаренко Л. Д. Концепция классификации двигательных координаций [Текст] / Л. Д. Назаренко // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 3. – С. 99–101.

56. Кинематическая структура узловых элементов спортивной техники акробатических упражнений "двойное сальто назад в группировке" и "двойное сальто назад прогнувшись" [Текст] / Т. Нижниковски, Е. Садовски, В. Болобан [et al.] // Теория и практика физической культуры. – 2013. – № 3. – С. 41–47.

57. Никитин С. Н. Кинезиология: взгляд с позиции ретроспективы и перспективы [Текст] / С. Н. Никитин, М. В. Лопатин, Н. Ф. Носов // Теория и практика физической культуры. – 2015. – № 2. – С. 47–49.

58. Олешко В. Біомеханічні характеристики структури руху системи "спортсмен-штанга" у важкоатлетів [Текст] / В. Олешко, О. Антонюк // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2010. – № 1. – С. 36-39.

59. Структура психомоторики и сенситивные проявления двигательных способностей детей [Текст] / О. П. Панфилов, И. М. Туревский, С. И. Завьялов, В. В. Борисова // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 12. – С. 38–41.

60. Рожкова Т. Вплив занять спортивними танцями на опорно-руховий апарат спортсменів [Текст] / Т. Рожкова // Спортивний вісник Придніпров'я. – 2013. – № 3. – С. 82–85.

61. Регуляция позы юных спортсменов при решении двигательных задач на устойчивость тела в равновесии [Текст] / Е. Садовски, В. Болобан, Т. Нижниковски, А. Масталез // Теория и практика физической культуры. – 2011. – № 8. – С. 37-42.

62. Рибак О. Ю. Конспект вибраних лекцій з біомеханіки. Методичні вказівки для студентів ІФК / Рибак О. Ю. – Львів, 2002. – 57

63. Позные ориентиры движений как узловые элементы спортивной техники акробатических упражнений [Текст] / Е. Садовски, В. Болобан, Т. Нижниковски [et al.] // Теория и практика физической культуры. – 2009. – № 12. – С. 42-47.

64. Скворцов Д. В. Методика исследования кинематики движений и современные стандарты. Видеоанализ [Текст] / Д. В. Скворцов // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2012. – № 12. – С. 4–10.
65. Исследование биомеханики движений комплекса онтогенетически ориентированной кинезотерапии [Текст] / В. И. Скворцова, Г. Е. Иванова, Д. В. Скворцов [et al.] // Лечебная физкультура и спортивная медицина. – 2010. – № 5. – С. 13-18.
66. Сляднев Л. Н. Телесная пластичность как биомеханическая реальность [Текст] / Л. Н. Сляднев // Теория и практика физической культуры. – 2005. – № 4. – С. 20-23.
67. Сляднев Л. Н. Пластичность как экспликация необратимости биодвижения [Текст] / Л. Н. Сляднева, В. Н. Курьсь, А. А. Сляднев // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 5. – С. 98-101.
68. Сократов Н. В. Кинезотерапия как средство профилактики и коррекции адаптационных возможностей организма ребенка [Текст] / Н. В. Сократов, П. Л. Тиссен, Л. А. Акимова // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 2. – С. 55-59.
69. Строганов С. Сучасні підходи до аналізу особливостей взаємодії між стопою і опорою під час гри у баскетбол [Текст] / С. Строганов, К. Сергієнко // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2013. – № 2. – С. 122–127.
70. Тарханов И. В. Сравнительный анализ техники танцевальных шагов назад по биомеханическим (кинематическим) показателям [Текст] / И. В. Тарханов, Е. А. Лукунина, А. А. Шалманов // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 7. – С. 78-80.
71. Насосная функция сердца у спортсменов при выполнении физического упражнения для развития быстроты [Текст] / И. Г. Хурамшин, Р. А. Абзалов, Н. И. Абзалов [et al.] // Теория и практика физической культуры. – 2012. – № 6. – С. 49-52.
72. Шишкова Наталья Кинезиология - отрада двоечников [Текст]

/ Наталья Шишкова // Физкультура и спорт. – 2011. – № 11. – С. 14-15.

73. Кензіолог – нести допомогу людям – Режим доступу:
<http://kineziolog.bodhy.ru/content/biofizika>

74. А.А. Шалманов, Е.А. Лукунина Методы исследования двигательных действий и технического мастерства спортсменов в спортивной биомеханике – Режим доступу: <http://wikiatletics.ru/index.php>

75. Вікіпедія - вільна енциклопедія. - Режим доступу:
<https://ru.wikipedia.org/wiki>

76. Study On the internet and Download Ebook Kinesiology For Dummies. Download Steve Glass ebook file free of charge and this book pdf present at Saturday 12th of January 2013 01:46:05 AM, Get several Ebooks from our online library associated with Kinesiology For Dummies ..
<http://leidenedu.com/download/kinesiology-for-dummies.pdf>

77. Study Online and Download Ebook Biomechanics of Cycling. Download Rodrigo R Bini ebook file totally free and this ebook found at Friday 18th of November 2011 02:12:15 PM, Get a lot of Ebooks from our on-line library associated with Biomechanics of Cycling ..
<http://leidenedu.com/download/biomechanics-of-cycling.pdf>

78. Read On-line and Download Ebook Biomechanics in sport. Download Vladimir M. Zatsiorsky ebook file for free and this ebook identified at Monday 11th of October 2010 03:45:02 AM, Get numerous Ebooks from our on-line library related with Biomechanics in sport ..
<http://leidenedu.com/download/biomechanics-in-sport.pdf>

79. Kinesiology and physical education T Injury Study and Pre Physical Therapy our students are equipped to impact the kingdom of Christ in their communities physicaleducation.pdf

80. Biomechanics of Soft Tissue by Gerhard A Holzapfel Institute for Structural Analysis Computational Graz University Technology 8010 GRAZ AUSTRIA me338_project02.pdf

81. 3 Manual of Structural Kinesiology Foundations 1 13 Anatomical

directional terminology Anterolateral in front and to the side
 Kines_PPT_PDF_Chap1.pdf

82. Kinesiology Master's Portfolio Template Introduction The main purpose of this portfolio is for you to determine and highlight the depth breadth
 Kinesiology_Masters_Portfolio_Template.pdf

83. Kinesiology resume third year functional REFERENCES Nancy Reed Cooperative Education Coordinator and Course Instructor School of Exercise Science Physical Kinesiology%20resume_third%20year_functional.pdf

84. Research support for the applied kinesiology management of childhood health problems Cuthbert S Rosner A Applied methods a 10
 Research-Applied-kinesiology-and-children1.pdf

85. Listing of Graduate Programs in Kinesiology and Exercise Science College University List as 03 11 10 255 records meet current search criteria
 listing-graduate-kinesiology.pdf