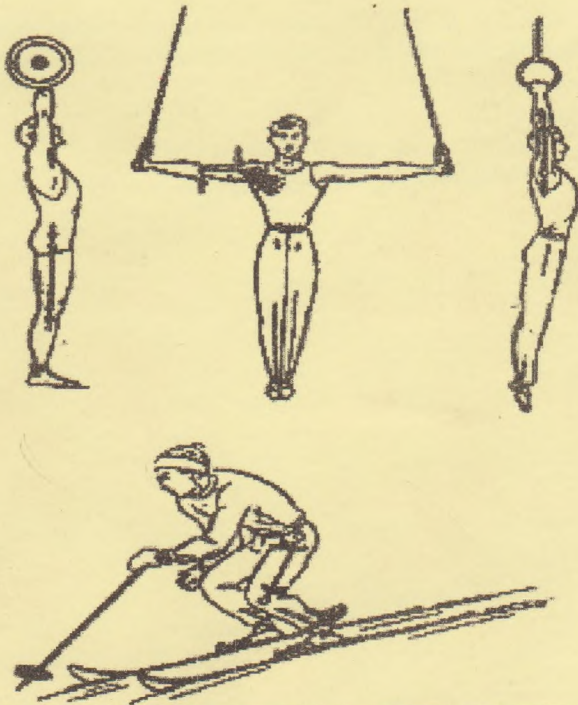


4510.0
Я-406

В.С. ЯЗЛОВЕЦЬКИЙ

БІОМЕХАНІКА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ



В.С. ЯЗЛОВЕЦЬКИЙ

БК 28.01
R - 40
УДК 27.04

Читальна зала
ЛДІФК

БІОМЕХАНІКА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК ДЛЯ СТУДЕНТІВ ФАКУЛЬТЕТІВ
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ УНІВЕРСИТЕТІВ

(3-є видання, доповнене й перероблене)

Кіровоград – 2003

БІБЛІОТЕКА
Львівського державного
інституту фізичної
культури

ББК 28.071
Я – 40
УДК 57.04

В.С. Язловецький. Біомеханіка фізичних вправ. Навчальний посібник.
Кіровоград: РВВ КДПУ ім. Володимира Винниченка, 2003. – 140 с.

Рецензенти: Муравов І.В. – доктор медичних наук, професор,
Сімферопольський державний університет.

Лапутін А.М. – доктор біологічних наук, професор,
завідувач кафедри кінезіології національного
державного університету фізичного
виховання і спорту.

У навчальному посібнику розглядаються теоретичні основи та методика проведення лабораторних і практичних занять з біомеханіки. Розкрито суть модульного навчання з цієї дисципліни, яка надасть допомогу студентам глибше зрозуміти зміст навчального матеріалу.

Рекомендовано до друку
методичною радою Кіровоградського
державного педагогічного університету
імені Володимира Винниченка.

БІБЛІОТЕКА
Львівського державного
інституту фізичної
культури

© В.С. Язловецький

ВСТУП

Сучасний розвиток суспільства поставив перед фізкультурним рухом нові завдання і нові вимоги до педагогічних кадрів, які повинні навчити людину керувати своїми рухами й тілом. Ефективна підготовка фізкультурних кадрів потребує глибоких знань з предмета “Біомеханіка фізичних вправ”. Біомеханіка в циклі наук освітньо-професійної програми напрямку вищої освіти за професійним спрямуванням “Фізичне виховання і спорт” (затверджена Кабінетом Міністрів України № 325 від 18 травня 1994 р.) належить до блоку спеціально-теоретичних дисциплін і ґрунтується на анатомії людини, спортивної морфології і спортивної метрології.

Біомеханіка як наука має бути основою для оволодіння студентами дисциплін професійно-орієнтованого циклу й повинна забезпечити природно-наукову підготовку, необхідну для формування професійних умінь та навичок.

Її головна мета полягає у наданні майбутнім фахівцям з фізичного виховання і спорту комплексу теоретичних та науково-практичних знань, що уможливають кваліфіковано забезпечити навчально-виховну, навчально-тренувальну та фізкультурно-оздоровчу роботу з різним контингентом населення.

У системі підготовки фахівців з фізичної культури ця дисципліна повинна зайняти провідне місце, сформувати відповідний стиль роботи, біомеханічний спосіб мислення, навчити аналізувати фізичні вправи, оптимізувати навчальний процес з фізичного виховання.

Виконання лабораторних робіт допоможе студентам глибше засвоїти теоретичний матеріал, навчить аналізувати техніку й тактику рухової діяльності.

Метою навчального посібника є систематизація лабораторних робіт для студентів факультетів фізичного виховання України з курсу “Біомеханіка фізичних вправ”, розкриття змісту й послідовності їхнього виконання.

Використання цього посібника при підготовці і в процесі виконання лабораторних робіт буде сприяти кращому засвоєнню програмного матеріалу. Перелік і зміст лабораторних робіт ґрунтується на програмі “Біомеханіка фізичних вправ”. При підготовці навчального посібника використано досвід провідних вузів України.

Результати лабораторних робіт оформляються у вигляді протоколів з обов’язковими графіками та малюнками на міліметровому папері, з висновками.

Зміст лабораторних і семінарських занять курсу пов’язаний між собою. Лабораторні заняття 1, 2, 3 розкривають біомеханічні характеристики рухового

апарату людини, після них проводиться семінарське заняття "Біомеханіка рухового апарату людини". Лабораторні заняття 5, 6, 7 охоплюють вивчення кінематичних характеристик рухів, а лабораторні заняття 8, 9, 10, 11 аналізують основні динамічні й енергетичні характеристики рухів.

Нами розроблені нові теми семінарських занять, тести для визначення рівня знань студентів з різних тем із біомеханіки фізичних вправ, подані екзаменаційні вимоги. Всі студенти до підсумкового заняття повинні написати реферат з теми "Біомеханічний аналіз спортивної техніки й тактики за спортивною спеціалізацією". План реферату й необхідна література подані в методичних розробках.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З КУРСУ "БІОМЕХАНІКА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ"

Пояснювальна записка

Мета курсу біомеханіки для студентів, які навчаються на факультетах фізичного виховання (різних спеціальностей) педагогічних факультетів за спеціальністю, полягає в наступному:

- 1) ознайомити студентів з біохімічними основами техніки рухових дій і тактики рухової діяльності;
- 2) озброїти студентів теоретичними знаннями й практичними навичками, необхідними для науково обґрунтованого планування навчально-тренувального процесу з фізичного виховання різних категорій людей.

Оволодіваючи основами біомеханіки, студенти навчаться науково аналізувати техніку й тактику рухів, отримують уявлення про основи моделювання та оптимізацію фізичних і спортивних вправ, ознайомлюються з методикою використання біомеханічних методів і тренажерів на практиці.

Загальноосвітнє і виховне значення курсу біомеханіки полягає в тому, що він допомагає формувати світогляд майбутніх фахівців з фізичної культури, оволодіти основами системного підходу до аналізу складних явищ і процесів, виробляє певний стиль мислення.

При вивченні цієї дисципліни студенти отримують також необхідну інформацію про біомеханічні основи як технічної, так і техніко-тактичної майстерності, бо ця навчальна програма містить не тільки знання про рухові дії, а й про рухову діяльність.

Програмний матеріал складається із двох розділів. У першому розділі (загальна й диференціальна біомеханіка) розглядаються питання про предмет, завдання і зміст біомеханіки, біомеханічний опис рухового апарату людини, основи функціонального й системно-структурного підходів до аналізу складних явищ і процесів, методи, що застосовуються для дослідження рухових дій, біомеханіки рухових якостей і вікових особливостей рухової діяльності.

Матеріал другого розділу (часткова біомеханіка) знайомить студентів з біомеханічними основами тих видів фізичних вправ, які входять до програми фізичного виховання у загальноосвітній школі і які є важливими в спортивно-оздоровчій діяльності.

Нижче наводиться орієнтовний розподіл навчального матеріалу.

Таблиця 1. Орієнтовний розподіл навчального матеріалу

Розділ	Тема	Кількість годин	
		лекції	лабораторні й практичні заняття
Загальна й диференціальна біомеханіка	Предмет і метод біомеханіки як навчальної і наукової дисципліни	2	—
	Руховий апарат людини як саморухлива система.	2	4
	Основи біомеханічного контролю.	4	8
	Біомеханічні основи рухових якостей.	4	2
	Диференційні особливості рухової діяльності.	4	4
	Дидактичний арсенал біомеханіки	2	2
	Моделювання та оптимізація рухової діяльності.	2	2
Біомеханіка спортивних вправ	<i>Біомеханічний аналіз техніки спортивних вправ з циклічною структурою рухів.</i>		
	Техніка й тактика ходьби та бігу.	2	2
	Техніка й тактика пересування на лижах і велосипеді.	2	2
	Техніка й тактика плавання.	2	2
	<i>Біомеханічний аналіз техніки спортивних ациклічної структури.</i>		
	Техніка й тактика метання гранати й кидання м'яча.	2	2
	Техніка й тактика стрибків у довжину та висоту.	2	2
	Техніка й тактика спортивних ігор.	2	2
	Техніка й тактика гімнастики.	2	2
	Біомеханіка техніко-естетичних видів спорту.	2	2
	Біомеханіка туризму.		

Дисципліна біомеханіка вивчається студентами III курсу протягом п'ятого й шостого семестрів. Навчальний процес з курсу біомеханіка проводиться у формі лекцій (40 год.), лабораторних (18 год.) і практичних занять (20 год.). У кінці п'ятого семестру студенти складають залік, а в кінці шостого семестру – екзамен. Певна частина матеріалу виноситься на самостійну роботу.

Студенти готують і захищають реферат з біомеханічного аналізу виду спорту стосовно спортивної спеціалізації.

РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНА Й ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА БІОМЕХАНІКА

1. Вступ у Біомеханіку

Поняття про біомеханіку. Предмет і завдання біомеханіки як навчальної і наукової дисципліни. Архітектоніка сучасної біомеханіки. Історія розвитку біомеханіки. Взаємозв'язок біомеханіки з іншими науками. Функціональний і системно-структурний підходи у вивченні рухової діяльності. Основні напрямки розвитку біомеханіки: загальна, диференційна й часткова біомеханіка. Етапи аналізу рухової діяльності. Критерії оптимізації рухової діяльності. Педагогічна направленість біомеханіки. Роль біомеханіки в підготовці фахівців з фізичної культури.

2. Руховий апарат людини

Руховий апарат як біомеханічна система, його склад і структура. Механічні властивості кісток. Біокінематичні ланцюги, їхні ступені свободи. Ланка тіла як важелі першого, другого й третього родів; умови їх рівноваги. Резонансні властивості тіла людини, його частин.

Біомеханічні властивості м'язів: збудливість, скоротливість, пружність, в'язкість, жорсткість, релаксація. Режимы скорочення і різновиди роботи м'язів. Групові взаємодії м'язів. Перетворення біопотенціальної енергії у м'язах. Моделі м'язового скорочення. Умови ефективного використання енергії м'язового скорочення.

Основи біомеханічного контролю. Біомеханічний контроль як елемент системи комплексного контролю у фізичному вихованні й спортивно-оздоровчій діяльності. Вивчення біомеханічних характеристик – основа біомеханічного контролю. Характеристика рухів як кількісних показників, що використовуються для опису й аналізу рухів людини. Кінематичні характеристики: просторові, часові й просторово-часові.

Динамічні характеристики, інерційні (маса, момент інерції, радіус моменту інерції) і силові (сила, момент сили, імпульс сили).

Енергетичні характеристики: робота, кінетична й потенціальна енергія, потужність, коефіцієнт економічності.

Різні системи відліку. Особливості біомеханічних характеристик поступального та обертового рухів.

Методи вимірювання біомеханічних характеристик: оптичні, оптико-електронні й механоелектричні. Методи опрацювання результатів вимірювань: побудова промірів, хронограм, кінематичних графіків.

Кількісна оцінка техніко-тактичної майстерності. Обсяг, різнобічність, раціональність, ефективність і засвоєння техніки й тактики.

3. Біомеханічні основи рухових якостей

Рухові якості як окремі, якісно відмінні сторони рухових можливостей людини, різновиди рухових якостей. Витривалість і втома, біомеханічні ознаки втоми. Витривалість – рухова якість, що залежить від енергетичного потенціалу й економічності рухів. Величина коефіцієнтів економічності людини.

Біомеханічні способи підвищення витривалості й усунення зайвих рухів: скорочень м'язів, мінімізація коливання загального центру тяжіння тіла, рекуперація енергії, рухові переведення.

Біомеханічні аспекти силових, швидкісних і швидко-силових якостей. Кількісні показники, що характеризують силу дії і швидкість рухів (статична сила, градієнт сили, коефіцієнт реактивності), латентний час рухової реакції, швидкість поодинокого руху, максимальний темп й швидкість пересування.

Залежність сили, що проявляється і швидкості від інерційних характеристик тіла людини й спортивного снаряда від топографії сили положення тіла й пози.

Біомеханічні аспекти гнучкості й спритності.

Вплив ускладнених та екстремальних умов на вияв рухових якостей.

4. Диференціальні особливості рухової діяльності

Розвиток рухів у різні вікові періоди. Строки оволодіння руховими навичками. Роль дозрівання й навчання; сенситивні періоди, руховий вік, акселеранти й ретарданти. Вікові зміни й строки зниження рухових можливостей. Проблема рухового (спортивного) довголіття. Прогнозування рухових можливостей. Ювінальні і дефінітивні показники. Прогностична інформативність ювінальних біомеханічних характеристик.

Статеві особливості рухового апарату рухових якостей і рухової діяльності. Вплив розмірів, будови й складу тіла на рухову діяльність. Поняття про рухову перевагу.

5. Дидактичний арсенал біомеханіки

Принципи роботи (свідомість, активність, наочність, доступність, систематичність) та їхня реалізація у біомеханіці. Програмування навчання і педагогічна кінезіологія: основні принципи й запропонована послідовність навчання.

Технічні засоби в техніко-тактичній підготовці. Засоби наочності й методика їх використання. Біомеханічні тренажери. Вплив віку на методику навчання складним у технічному й тактичному плані видах рухової діяльності.

6. Моделювання та оптимізація рухової діяльності

Поняття про моделювання. Різновиди моделей техніки рухових дій у біомеханіці: антропоморфні, механіко-математичні. Математичні моделі тактики рухової діяльності. Імітаційне моделювання на ЕОМ. Технологія створення і практичного використання моделей у біомеханіці. Основні фізичні та біологічні закономірності, що закладаються в основу моделей. Взаємозв'язок моделювання та оптимізації рухової діяльності. Поняття про критерії оптимальності й фактори оптимізації. Оптимальність як норма. Вікові зміни оптимальності. Різновиди факторів оптимізації. Особливості оптимальних форм рухової діяльності в специфічних умовах різних регіонів України. Методика виявлення оптимальних режимів рухової діяльності: експериментальні та аналітичні методи.

РОЗДІЛ II. БІОМЕХАНІКА СПОРТИВНИХ ВПРАВ

7. Біомеханіка (техніка й тактика) ходьби та бігу

Ходіння і біг – найпоширеніші види циклічних локомоцій. Різновиди ходьби й бігу людини. Поняття про оптимальні режими ходіння й бігу при прагненні до найвищої швидкості пересування і до найменших енергозатрат. Кінетика ходіння й бігу: швидкість, довжина кроку й темп, фазовий склад і ритм. Динаміка та енергетика ходіння і бігу. Сили, що діють на тіло людини, яка ходить, і бігуна. Механізм взаємодії з опорою. Роль махових рухів. Механічна робота, потужність, енергозатрати й економічність ходіння і бігу. Вікові особливості оптимальних режимів ходіння і бігу. Особливості раціональної техніки з кросового бігу, бігу з перешкодами, ходіння і бігу з обтяженнями і в ускладнених екологічних умовах.

8. Біомеханіка пересування на лижах і велосипеді

Кінематика, динаміка та енергетика пересування на лижах. Хронограма двокрокового й одночасного ходів, ковзального і ступального. Вибір стійки при спусках. Сили, що діють на тіло лижника.

Кінематика, динаміка й енергетика пересування на велосипеді. Фази педалювання. Сили, що діють на тіло велосипедиста; вибір положення тіла. Способи оптимізації техніки й тактики пересування на лижах і велосипеді. Вікові особливості економічних режимів. Біомеханічні вимоги до інвентаря, одягу лижника, велосипедиста.

9. Біомеханіка плавання

Особливості й загальні закономірності локомоції у воді. Статика плавання. Питома вага й плавучість тіла. Рівновага тіла плавця у воді. Кінематика плавання: швидкість, темп і ритм рухів плавця. Хронограми різних стилів спортивного плавання.

Динаміка й енергетика плавання. Сили, що діють на тіло плавця. Ефективність гребкових рухів, стартових дій і поворотів. Способи економізації техніки плавця. Раціональна тактика плавання на різні дистанції при прагненні до найвищої середньої швидкості й найвищої економічності.

10. Біомеханіка кидків та ударів

Різновиди дій з переміщення: удари, кидки (метання). Біомеханічні закономірності удару. Фазовий склад удару. Механізм передачі енергії. Біомеханічні фактори, що визначають силу й точність удару. Закономірності удару по м'ячу. Механіка польоту м'яча та ефект обертання. Техніка ударів по м'ячу в різних видах спорту.

Біомеханічні закономірності кидків. Фазовий склад кидка. Механізми передачі енергії. Біомеханічні фактори, що визначають точність і дальність кидків у різних видах спорту. Вікові особливості переміщувальних рухів. Раціональні засоби оволодіння найважливішими елементами техніки ударів і кидків.

11. Біомеханіка техніко-естетичних видів спорту

Особливості спортивно-технічної майстерності в гімнастиці, фігурному катанні та інших техніко-естетичних видах спорту. Проблема естетичного ідеалу й кількісна оцінка постави, краси й виразності рухів.

Види рухів, що є вправами в техніко-естетичних видах спорту. Біомеханічні закономірності збереження пози й положення тіла. Види й умови рівноваги.

Біомеханічні закономірності рухів на місці й рухів навколо вісі. Закономірності керування обертальними рухами при наявності й відсутності опори. Сили, що діють на спортсмена. Практичні способи керування обертальними рухами.

12. Біомеханіка загальнорозвивальних вправ

Поняття про загальнорозвивальні вправи та їхні різновиди. Послідовність біомеханічного аналізу загальнорозвивальних вправ: біомеханічний опис

рухів, вплив вправ на руховий апарат, робота м'язів, диференціальні особливості.

Біохіміка вправ, що впливають на гнучкість і поставу (нахили, повороти, стійки).

Біохіміка вправ, що сприяють розвитку сили. Вплив положення тіла, пози та обтяжень на ефект вправляння. Біохіміка вправ, що використовуються у масовій фізичній культурі для розвитку витривалості. Оздоровча ходьба та біг: оптимальні режими, оздоровчі ефекти, принципи комфортабельності.

Біохіміка спеціальних вправ, що сприяють розвитку апарату зовнішнього дихання.

13. Біомеханічна характеристика державних тестів, туризму й спортивного орієнтування

Біомеханічні основи туризму. Особливості техніки й тактики пересування з рюкзаком в ускладнених екологічних умовах, з використанням транспортних засобів (велосипед, б айдарка, шлюпка). Вікові й статеві особливості раціональної техніки й тактики туризму.

Біомеханічний аспект безпеки в походах і змаганнях.

КРИТЕРІЇ

оцінювання рівня студентських знань з біомеханіки фізичних вправ

На оцінку "ЗАДОВІЛЬНО" (середній – репродуктивний рівень).

ЗНАТИ:

- основні положення про рухову функцію людини;
- основні положення біомеханіки як навчальної і наукової дисципліни;
- поняття про різноманітні форми рухів та етапи біомеханічного аналізу рухової діяльності;
- уявлення про руховий апарат людини як саморушійної системи;
- уявлення про кількісні характеристики рухів людини;
- здійснювати біомеханічний аналіз видів спорту.

Виконати, оформити та захистити на задовільно більше 50% лабораторних і практичних робіт, передбачених навчальним планом. Підготувати і захистити реферати на тему: "Біомеханічна характеристика певного виду спорту".

УМІТИ:

- використовувати біомеханічні закономірності в практичній діяльності;
- визначити довжину окремих ланок і всього тіла;
- розраховувати кількісні показники кінематичних і динамічних і енергетичних характеристик;
- організувати і проводити біомеханічний контроль за розвитком фізичних якостей.

Мати задовільні оцінки на лабораторних і практичних заняттях та атестаціях.

На оцінку "ДОБРЕ" (вище середнього, локально-системний рівень).

ЗНАТИ:

- вчення про рухи людини;
- біомеханічну класифікацію фізичних і спортивних вправ;
- будову і функцію опорно-рухового апарату як саморушійної системи;
- біомеханічну характеристику фізичних якостей;
- індивідуальні і групові закономірності рухових можливостей і рухової діяльності;
- біомеханіка видів спорту.

Виконати, оформити та захистити на задовільно та добре більше 70% лабораторних і практичних робіт, що передбачені навчальним планом. Підготувати й захистити реферат на тему: "Біомеханічна характеристика певного виду спорту".

УМІТИ:

- організовувати і проводити біомеханічний контроль за формуванням спортивної техніки і тактики рухової діяльності;
- використовувати біомеханічні закономірності при плануванні занять і тренувального навантаження;
- визначати індивідуальні особливості будови тіла, розвитку фізичних якостей;
- здійснювати біомеханічний аналіз рухових дій.

Мати задовільні й добрі оцінки на лабораторних і практичних заняттях та атестаціях.

На оцінку “ВІДМІННО” (високий, системний рівень).

ЗНАТИ:

- ґрунтовно і глибоко вчення про рухи;
- сутність, теорії і методи біомеханіки;
- кінематику, динаміку і енергетику видів спорту;
- закони теоретичної механіки;
- джерела і перетворення біопотенціальної енергії;
- закономірності формування і перебудови структур системи рухів;
- сучасні методи дослідження в біомеханіці.

Виконати, оформити та захистити на добре і відмінно більше 80% лабораторних і практичних робіт, що передбачені навчальним планом. Підготувати і успішно захистити реферат на тему: “Біомеханічна характеристика певного виду спорту”.

УМІТИ:

- організовувати і якісно проводити біомеханічний контроль за розвитком фізичних якостей і техніки рухів;
- практично реалізувати спеціальні знання в процесі проведення дослідження;
- оптимізувати рухову діяльність різних категорій населення.

Мати добрі й відмінні оцінки на лабораторних й практичних заняттях та атестаціях.

ЛЕКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

1. Вступ до біомеханіки фізичних вправ

Біомеханіка спорту вивчає рухові дії людини у процесі виконання фізичних вправ. Основними завданнями біомеханіки є: вивчення об'єктивних закономірностей і вдосконалення рухової функції людини; оптимізація рухової діяльності людини на основі вимірювання та контролю її кількісних та якісних характеристик та розробки критеріїв в ефективного управління станом її рухової функції і т. і.

Рухова функція – одна з найважливіших функцій організму людини. Стан рухової функції відбиває здатність конкретної біологічної системи вловлювати, накопичувати та перетворювати різні види енергії, речовини та інформації. Ця здатність вимірюється шляхом об'єктивного дослідження механічних рухів та інших фізичних проявів біологічної системи організму.

Терміни, що характеризують рухову функцію:

Гомеостазис – стан рухової функції, що забезпечує сталість внутрішнього середовища організму в умовах його активної та динамічної взаємодії з зовнішнім середовищем.

Адаптація – механізми прояву рухової функції, що забезпечують гомеостазис організму людини.

Зворотний зв'язок – механізм інформаційного забезпечення системи управління адаптацією організму в середовищі його існування.

Механічні рухи – зміна положення тіла (матеріальної точки чи системи його матеріальних точок) з плином часу відносно інших тіл (систем відліку). Під рухом розуміють всілякі зміни в організмі, а також зміну його станів.

Біомеханічні характеристики рухів людини – це: міри змін механічного стану функцій людини на рівні цілісного організму (матеріальної точки чи системи його матеріальних точок).

Рухові здібності – це потенційні, але не реалізовані нахили людини до того чи іншого прояву рухової функції.

Фізичний розвиток – стан рухової функції людини в конкретний момент часу, що характеризується фізичними параметрами структури, рухового апарату, системи, що його обслуговують.

Рухові можливості – це реальні передумови до виконання рухів з визначеними біомеханічними характеристиками, що склалися в організмі людини в процесі філогенезу, онтогенезу, навчання та тренування.

Моторика – це сукупність (система) рухових здібностей та рухових можливостей людини.

Рухові якості – це окремі, якісно відмінні сторони моторики людини, що характеризуються одними й тими біомеханічними характеристиками, мають один і той самий вимірвач, подібні анатомічні, біологічні та психічні механізми забезпечення і реалізації.

Рухове завдання – це соціальне та біологічно обумовлена вимога до виконання певних рухів із заданими біомеханічними характеристиками, що стимулюють людину до активізації розумової та рухової діяльності і дають змогу досягти відповідних цілей у процесі лікувального впливу конкретного рухового режиму, фізичного виховання або спортивного тренування.

Рухова дія – це усвідомлений прояв рухової активності людини, спрямований на вирішення якого-небудь конкретного рухового завдання.

Фізична вправа – це основний засіб фізичного виховання, комплекс рухових дій, спрямований на вирішення визначених окремих завдань лікувальної фізкультури, фізичного виховання, спортивного тренування, що виконуються при суворій регламентації біомеханічних характеристик, зовнішніх умов та стану організму людини.

Руховий навик – це автоматизований компонент рухової дії, в якому усвідомлюються такі сенсори і корекції, які забезпечують його смислову та програмну частини.

Рухове вміння – це визначений рівень підготовленості людини до ефективного вирішення рухового завдання, сформований у процесі навчання на основі системи природних та набутих навичок.

Фізичне навантаження – це результат впливу фізичної вправи на організм, що здатний викликати в ньому адаптаційні зміни, які спрямовані на збереження гомеостазису та стимулюють його спрямований розвиток.

Втома – зниження рухової активності та рухових можливостей людини, що викликано таким проявом рухової функції, який перевищує потенціал організму в даний період часу.

Витривалість – рухова якість людини, яка може виявлятися в неї протягом визначеного часу при регламентації заданих біомеханічних характеристик рухових дій.

Техніка фізичних вправ (спортивна техніка) – засіб вирішення рухового завдання, система рухових дій, що заснована на раціональному використанні рухових можливостей і спрямована на досягнення високих показників у вибраному виді спорту.

Технічна майстерність – специфічна форма спортивного тренування, цілями якого є таке використання педагогічних засобів, яке дозволяє спортсменам досягти заданого рівня техніки майстерності.

Технічна підготовка – специфічна форма спортивного тренування, цілями якого є таке використання педагогічних засобів, яке дозволяє спортсменам досягти заданого рівня техніки майстерності.

Метод навчання – засіб реалізації дидактичних принципів, засіб діяльності педагога-тренера та адекватна йому рухова діяльність спортсменів; визначена форма теоретичного та практичного оволодіння руховими діями, що виходить з фізичного та духовного розвитку особистості.

Об'єкт фізичного виховання – учень, спортсмен.

Суб'єкт фізичного виховання – педагог (тренер), що здійснює управління поведінкою об'єкта - спортсмена.

Реабілітація – процес відновлення властивостей рухової функції засобами фізичного виховання з метою збереження здоров'я та забезпечення нормальних умов життєдіяльності організму людини.

Кінезіотерапія – один з напрямків прикладної біомеханіки, в основі якого лежить специфічний метод спрямованого регулювання гравітаційних взаємодій організму людини та середовища, метою якого є профілактика та лікування хвороб, а також реабілітація, тимчасово втраченої здатності до виконання певних функцій, засобами цього є мимовільні рухи (пасивна кінезіотерапія) та рухові дії (довільні рухи), фізичні вправи (активна кінезіотерапія).

Контрольні запитання

1. Що є предметом біомеханіки?
2. Які основні завдання біомеханіки в галузі фізичних вправ?
3. Дайте визначення поняттям; що характеризують рухову функцію людини.

2. Руховий апарат як біомеханічна система

Руховий апарат людини – це система біокінематичних ланцюгів, усі біоланки яких з'єднані в біокінематичні пари та мають між собою зв'язки, які визначають їх зовнішню свободу рухів. Біокінематичний ланцюг - зв'язані між собою біокінематичні пари. Морфологічні ланцюги визначаються як прості та складні, замкнені та незамкнені. Всього в системі біокінематичних ланцюгів близько 246.

Практично ланки рухового апарату людини відносно своєї пари мають від одного до трьох ступенів свободи ланок тіла людини і регламентуються біомеханічними характеристиками суглобових з'єднань.

Біокінематичні пари, центрами яких є суглобові з'єднання, мають у своїй основі досить жорсткі кісткові утворення, які механічно можна розглядати як важелі та маятники, що функціонують як живі силові механічні пристосування, ефективно забезпечуючи утилізацію, перетворення та витрату

енерпі оточуючого середовища в тілі людини. На прикладі важелів та маятників наочно видно різні рівні організації рухової функції людини. Вирізняють важелі першого та другого роду.

Основний компонент апарату руху - м'яз. Він безпосередньо перетворює хімічну енергію в механічну, досягаючи високого коефіцієнта корисної дії в умовах нормальної температури тіла людини. Головними біомеханічними показниками, що характеризують діяльність м'яза, є:

- а) сила, що реєструється на його кінці (сила тяги м'яза);
- б) швидкість зміни довжини м'яза.

Виділяють такі режими м'язового скорочення: ізометричний, (переборюючий), уступаючий, ізотонічний та ауксотонічний.

Робочі тяги м'язів (динамічна робота) зумовлюють виконання рухів, а опорні тяги м'язів (статична робота) створюють необхідні умови для цього. М'язи, які при русі виконують одну й ту ж саму чи схожу функцію, називаються синергістами. М'язи, які діють у протилежному напрямку, називаються антагоністами.

М'яз - це не тільки джерело механічної енергії в руховому апараті. Це один з найважливіших органів сприйняття зовнішнього силового поля. Завдяки м'язам нервова система одержує об'єктивну інформацію про силу земного тяжіння.

Контрольні запитання

1. З яких основних елементів складається руховий апарат людини?
2. Що таке ступінь свободи та умови зв'язку оболонки?
3. Які основні особливості будови та функцій кісткових важелів тіла людини?
4. Які основні біомеханічні закономірності функціонування м'язової системи та види роботи м'язів?

3. Біомеханічні характеристики рухів тіла людини

Розрізняють біомеханічні характеристики якісні та кількісні. Кількісні характеристики поділяють на два види: біокінематичні та біодинамічні. Біокінематичні характеристики рухів тіла людини - це міра положення та руху людини в просторі та часі. Рухи тіл в кінематиці вивчають без урахувань їх інерційності та діючих сил. Біокінематичні характеристики можуть бути просторові, часові та просторово-часові. Просторові характеристики: координати точки, траєкторія точки. Часові характеристики: момент часу, тривалість, темп, ритм руху. До просторово-часових характеристик відносять швидкість та прискорення. Біодинамічні характеристики дають змогу розкрити механізм рухів (причини їх виникнення та зміни). До них належать інерційні характеристики: маса тіла та момент інерції; силові - момент сили,

імпульс сили та імпульс моменту сили, кількість руху та кінематичний момент; енергетичні – робота сили, поступальність сили, кінетична та потенційна енергія.

При біомеханічному аналізі фіксованих положень людини та його рухів на місці використовуються біостатичні характеристики. Рівновага може бути стійкою, нестійкою або байдужою. До основних критеріїв стійкості відносять: висоту розташування ЗЦМ тіла над опорою; розмір площі опори;

місце проходження лінії ваги відносно опори; кути стійкості тіла, моменти стійкості тіла та перекидальні моменти, коефіцієнт стійкості.

Контрольні запитання

1. Для яких цілей визначають біомеханічні характеристики рухів тіла спортсменів?
2. Перерахуйте основні біокінематичні характеристики.
3. Перерахуйте основні біодинамічні характеристики.
4. Назвіть фактори, що визначають ступінь стійкості тіла людини.

4. Біоенергетика рухових дій

Термодинаміка вивчає умови перетворення енергії одного типу в інший та кількісні співвідношення при цих перетвореннях. Кількість теплоти – це міра енергії, що передається тілу у формі теплоти в процесі теплообміну.

Повна енергія складається з кінетичної, потенціальної та внутрішньої енергії тіла. Процеси обміну та перетворення енергії підпорядковуються законам термодинаміки.

Перший закон термодинаміки стверджує, що теплова енергія, доведена до тіла, витрачається на підвищення його внутрішньої енергії та роботу, що виконується ним проти зовнішніх сил, інакше кажучи, зміна внутрішньої енергії тіла при переході з одного стану в інший дорівнює сумі виконаної цим тілом роботи та одержаної ним кількості теплоти.

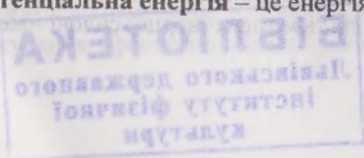
Другий закон термодинаміки свідчить про те, що теплоту можна перетворити в роботу тільки за умови, що частина цієї теплоти одночасно перейде від гарячого тіла до холодного.

Третій закон термодинаміки містить у собі принципову неможливість абсолютного нуля температури, оскільки при цьому перетворюється в нуль теплоємності коефіцієнт розширення систем.

Людина тільки тоді здійснює певну механічну роботу, коли під дією сил, які вона розвиває, об'єкт, до якого прикладені сили, переміщується.

Кінетична енергія – це енергія тіла, яке рухається.

Потенціальна енергія – це енергія положення тіла.



Відомо три основні шляхи збереження (рекуперації) механічної енергії при рухах людини: 1) перехід кінетичної енергії в потенціальну енергію гравітації й навпаки; 2) перехід кінетичної енергії руху в потенціальну енергію пружної деформації м'язів та сухожиль і навпаки; 3) перехід механічної енергії від однієї ланки до іншої.

Рухова активність людини відносно гравітаційного поля Землі характеризується як поле сили тяжіння, що визначається двома основними сполученими силами: силою земного тяжіння та відцентровою силою добового обертання Землі. Гравітаційне поле Землі лімітує розміри тіла людини, співвідношення його маси відносно рухомих частин ланок.

Контрольні запитання

1. Які фізичні властивості тіла людини визначають його термодинамічний стан?
2. Чим характеризується внутрішня та повна енергія тіла людини?
3. Назвіть основні шляхи збереження (рекуперації) механічної енергії?
4. Чи впливає гравітаційне поле Землі на людину?

5. Психомоторика рухових дій

Рефлекс як елементарна одиниця рухової поведінки людини. Циркуляція інформації в руховій системі. Зворотний зв'язок (негативний та позитивний). Рефлекторна дуга. Нервові сіті. Руховий аналізатор як система, що забезпечує рухові функції. Рухові навички (генотипові та фенотипові). Механізми утворення рухових навичок.

Екстрапірамідна система. Пірамідний шлях. Лімбіко-ретикулярний комплекс. Палідум. Моторна зона великих півкуль головного мозку. Провідні шляхи нервової системи. Ретикулярна формація як центр енергетичного забезпечення кори головного мозку. Участь відділів мозку в регуляції параметрів рухової функції. Мозочок. Роль вегетативної нервової системи в забезпеченні рухової функції. Комплекси фіксованих рухових реакцій та їх роль в еволюційному процесі формування рухової функції.

Поведінкові рухові реакції. Рухові прояви захисної, харчової та статевої поведінки. Закономірності формувань локомоцій людини. Участь нервової системи у формуванні маніпуляційних рухів. Взаємозв'язок рухових функцій з вищими психічними функціями людини. Мозкові центри локалізації психічних функцій. Рухові прояви пізнавальних процесів (відчуття, сприйняття, пам'яті, мислення, уяви, мови, уваги) та емоційно-вольових процесів (почуття, волі).

Зовнішня та внутрішня увага. Зорова, слухова увага.

Прояв вольових рухових реакцій. Кінестазичні (рухово-дотикові) відчуття. Емоції як важливий пристосувальний механізм поведінки. Позитивні та негативні емоції, що програмують доцільну рухову поведінку людини.

Емоції, як правило, виявляються рухами всього тіла людини. Проте встановлено, що власним ефекторним апаратом емоційної поведінки є так звані мімічні м'язи обличчя.

Будь-який емоційний прояв, будь-яка реакція неминуче супроводжується м'язовим скорочення та, внаслідок цього, виконанням конкретних рухових дій, дуже часто достатньо визначених і навіть асоційованих з емоціями, що їх викликають.

Контрольні запитання

1. Що таке рефлекс та яка його роль в регуляції рухової активності?
2. З яких основних компонентів формується система управління руховою поведінкою?
3. Який взаємозв'язок між руховою функцією та психічними функціями людини?
4. Які особливості участі нервової системи у формуванні в людини природних локомоцій та маніпуляційних рухів?

6. Види і структура рухових дій

В основі більшості рухових дій лежать механізми системних локомоцій.

Локомоції – активні рухи людини в просторі, які виконуються шляхом керованої силової взаємодії його рухової системи із зовнішнім середовищем.

Види спортивних локомоцій (основні та допоміжні) – циклічні та нециклічні.

Типи локомоцій за способом:

- відштовхування від твердої опори чи рідкого середовища;
- притягування до опори чи середовища;
- комбінованим методом.

Види руховий дій: локомоції, рухи навколо осей, рухи на місці, переміщувальні рухи та ударні дії.

Рухи на місці (статичні) – пов'язані зі збереженням певного положення тіла. Положення тіла визначається позою людини, взаємним відносним розташуванням ланок тіла, незалежно від орієнтації та місцезнаходження його в просторі. Види рівноваги: стійка, нестійка, обмежено-стійка та байдужа.

Основною метою переміщуючих рухів є переміщення спортивних знарядь у заданому напрямку та із заданою швидкістю.

Фізичні вправи розглядаються педагогікою спорту як основні засоби фізичного виховання.

Фізичні вправи класифікуються як: а) оздоровчі; б) тренувальні; в) змагальні; г) показові.

Оскільки велика кількість параметрів фізичних вправ недоступна для прямого вимірювання, їх дослідження проводиться на експериментальних моделях. Побудова моделей ґрунтується на методичних принципах гомо- та ізоморфізму.

Біомеханічна структура вправ являє собою закономірні зв'язки між елементарними суглобовими рухами людини та рухом центра маси його тіла відносно об'єктів зовнішнього середовища при виконанні тих чи інших рухових дій, які орієнтовані на досягнення високих спортивних результатів.

Контрольні запитання

1. Види спортивних локомоцій?
2. Біомеханічна структура рухових дій циклічного характеру при ходьбі, бігу, плаванні?
3. Принципи та зміст класифікації фізичних вправ.
4. Для яких цілей проводиться моделювання фізичних вправ у педагогічному процесі?

7. Біомеханічні основи рухових навичок

Процес сприйняття гравітаційних взаємодій здійснюється сенсорною системою на трьох основних рівнях: рецептором, на шляхах, які проводять інформацію в нервових сітках, що є основою сенсорного сприйняття.

Перший етап – перетворювання гравітаційного стимулу в рецепторному апараті здійснюється на рівні молекулярних організмів.

Другий етап – містить у собі перетворювання змін у молекулярному механізмі рецептора в зміну мембранного потенціалу рецепторної клітини.

Третій етап – в аферентних нервових волокнах відбувається перекодування відповіді рецептору в імпульсний розряд, який передає інформацію про гравітаційне поле іншим відділам нервової системи. Сукупність сенсорних сигналів від м'язів та сухожиль має назву пропріоцентивної чутливості (м'язове почуття). Важливим центром сенсорної інформації про положення окремих ланок та всього тіла людини, про гравітаційне поле є суглобові рецептори. Вони зосереджені головним чином у зоні суглобової сумки.

Кінстезичне почуття – сприйняття параметрів гравітаційного поля, завдяки якому людина може оцінити положення та рух ланок своїх кінцівок.

Гравірецептор – спеціалізований рецепторний орган рівноваги, специфічний інерційний датчик.

Гравітаційне поле відображається нервовою системою людини, яка організує відповідні реакції на його вплив. Ступінь складності цих реакцій різний, але основа їх завжди одна – рефлекторний принцип.

Складні поведінкові програми рухів людини здійснюються головним чином завдяки інтегративній діяльності нервової системи, яка об'єднує організм в єдине ціле.

Рухова поведінка людини – це складаний багаторівневий поведінковий комплекс, який вимагає від системи рефлекторних рухових реакцій, комплексів фіксованих, а також довільних рухових лій, які виконуються свідомо та цілеспрямовано. Кожний поведінковий акт керується цілою низкою командних нейронів.

Навчання – процес формування рухів та рухових дій, в основі якого лежить утворення відповідних умовних рефлексів, поведінкових навичок та програм.

Контрольні запитання

1. Перерахуйте основні рецептори, що сприймають енергію гравітаційного поля.
2. Назвіть механізми впливу гравітаційних стимулів на вегетативні функції організму.
3. Роль та механізми участі гравірецепторів у формуванні рефлексів та рухових поведінкових реакцій.
4. Перерахуйте основні ієрархічні рівні керування рухами.

8. Біомеханічні закономірності навчання руховим діям

Фізичне виховання людини – один з існуючих різновидів (форм) процесу пізнання. Він характеризується спільною діяльністю тренера (викладання) та спортсмена (навчання, тренування).

Навчання руховим діям ґрунтується на дидактичних принципах.

Дидактичні принципи – це принцип науковості, наочності, активності, доступності, індивідуалізації та міцності.

Метод вправ – це багаторазове, усвідомлене повторення в процесі тренування спеціальних фізичних вправ з біомеханічною структурою, що постійно ускладнюється, з метою максимального наближення її характеристик до характеристик руху зразка (еталона).

Процес фізичного виховання характеризується змістовною та процесуальною (організаційною) сторонами діяльності.

Змістова сторона містить у собі мету, функції, напрямки, принципи, методи, стан тих, хто навчаються.

Процесуальна сторона містить у собі: організацію, керівництво, види діяльності, засоби, форми роботи, ефективність. Уся інформація в педагогічному процесі класифікується за характером та джерелами надходження. Інформацію ділять на дві групи: систематизовану та несистематизовану. Якісні характеристики інформації містять у собі такі показники, як достовірність, оперативність, економічність. Оцінюючи потоки інформації в інформаційній системі спортивного тренування, необхідно аналізувати її кількість, зміст та цінність.

Цінність інформації розглядається як приріст відповідності досягнення цілі управління, який відбувся в результаті одержання інформації.

Контрольні запитання

1. У чому сутність фізичного виховання як педагогічного процесу?
2. Перерахуйте основні дидактичні принципи.
3. Яка організаційна структура процесу навчання руховим діям?
4. Які особливості процесуальної сторони організаційної структури процесу навчання?

9. Технічні засоби навчання в навчальному й тренувальному процесі

Технічні засоби навчання (ТЗН) об'єднують різномірну групу інструментів, пристроїв та обладнань, якими користується педагоги-тренери, учні та спортсмени.

Залежно від місця в педагогічному процесі та завдань, які вирішуються, технічні засоби поділяються на тренажери, автоматизовані системи керування за засоби технічного забезпечення.

Технічні засоби передачі інформації про спортивні рухи призначені для передачі довідкової інформації про техніку спортивних рухів. Вони допомагають правильно поставити завдання, дозволяють виявити біомеханічні параметри кожного руху, оптимізувати обмін інформацією між тренером та спортсменом, що забезпечує можливість керування формуванням соціальних рухових навичок, удосконаленням техніки спортивних рухів.

Технічні засоби, які дають змогу у штучно створених умовах імітувати тренувальну та змагальну активність, називаються тренажерами.

Тренажери – це устаткування чи обладнання, яке допомагає моделювати ті чи інші умови майбутньої реальної діяльності учнів. Тренажери дозволяють моделювати різні умови та ситуації. В основу їх конструкції закладені різні механічні, електричні, логічні чи інформаційні процеси.

Суттєвим є те, які біомеханічні (психологічні та ін.) структури рухів тренажери дають змогу моделювати.

Тренажери класифікують: за призначенням (обладнання, що використовується з метою розвитку рухових якостей; обладнання, призначене для керування процесами формування спеціальних рухових навичок); за спрямованістю (на опанування геометрією рухів, біокінематичною чи біодинамічною структурою рухів), за галуззю моделювання (спортивне знаряддя, зовнішні та внутрішні відносно спортсмена, який навчається, явища та умови середовища); за способом моделювання (використання механічних, інформаційних факторів, логічних схем); за характером інформаційного обміну (з дублюванням зворотного зв'язку, використанням звукових, силових та інших каналів зв'язку).

Тренажери із зворотним зв'язком забезпечують автоматичне вимірювання показників, які характеризують спортсмена, та порівняння їх за програмним значенням. Тренажери із зворотним зв'язком поділяють на тренажери без термінової інформації та тренажери з терміновою інформацією.

Багатоконтурні тренажери дають змогу більш точно та цілеспрямовано дозувати тренувальні навантаження та знаходити індивідуально оптимальні варіанти техніки і тактики рухів.

Навчання із широким застосуванням ТЗН реалізує всі основні дидактичні принципи.

За допомогою цього обладнання педагог може визначити рівень здібностей людини, проконтролювати якість виконання вправи.

Контрольні запитання

1. Призначення механічних засобів навчання в учбовому та тренувальному процесі.
2. Класифікація тренувальних засобів навчання.
3. Призначення технічних засобів передачі інформації.
4. Роль тренажерів у тренуванні спортсмена.

10. Біомеханічні основи спортивно-технічної підготовки

Знання механізмів та закономірностей формування рухів людини визначає ступінь ефективності та цілеспрямованості навчання. Логіка методів навчання рухам повинна відповідати логіці їх біомеханічної структури.

Теорія структурності вміщує такі основні принципи:

- принцип цілісності дії;
- принцип свідомої цілеспрямованості систем рухів.

Ці принципи зумовлюють форми організації процесу навчання рухам та технічної підготовки спортсменів як об'єктів біомеханічного керування. Програмно-цільовий підхід в організації процесу навчання рухам дозволяє здійснити оптимальне керування спортивним тренуванням. З метою його

інтенсифікації та економізації ресурсів. Дидактичні особливості, використання цього методу керування передбачає здійснення одинадцяти етапів його реалізації.

1) дослідження антропоморфологічних та біомеханічних характеристик рухового апарату учнів;

2) вимірювання характеристик біомеханічної структури зразків складних спортивних рухів, вибраних як об'єкт вивчення у спортивному тренуванні;

3) узгодження біомеханічних характеристик руху, який вивчається, з параметрами рухових можливостей учнів;

4) моделювання руху, який вивчається;

5) установка (у кількісній формі) інтегральної цілі процесу навчання;

6) декомпозиція генеральної мети процесу, побудова дерева цілей;

7) формулювання рухового завдання навчання;

8) розробка та запис алгоритмів, вирішення рухового завдання у процесі навчання;

9) побудова цільових педагогічних програм навчання;

10) ознайомлення учнів з рухом, що вивчається, змістом процесу навчання, його станами, з технічними засобами навчання;

11) тренування учнів за цільовою педагогічною програмою з поступовим засвоєнням усіх її рівнів та етапів.

Перевага цільових програм навчання рухам полягає в тому, що вони призначені для вирішення головних цілей педагогічного процесу на тому чи іншому етапі. Досягнення учнем певних цілей навчання рухам може бути реальним за умови найточнішого виконання відповідних програм.

Основним предметом навчання у спорті є техніка фізичних вправ. Те, що вміє робити спортсмен і як він володіє засвоєними діями, прийнято називати технічною майстерністю. В технічній підготовці спортсменів

виділяють такі її характеристики, як обсяг та різнобічність, раціональність, ефективність та освоєність виконання. Обсяг технічної підготовленості визначається кількістю технічних дій, які вміє виконувати спортсмен. Розрізняють спеціальний та загальний обсяг технічної підготовленості.

Різнобічність характеризується ступенем різноманітності рухових дій, якими володіє спортсмен чи які застосовують на змаганнях. Тут також виділяють загальну та змагальну різнобічність.

Раціональність технічних дій визначається можливістю досягти на їх основі вищих спортивних результатів. Раціональність техніки – це характеристики не спортсмена, а самого способу виконання руху.

Ефективністю оволодіння спортивною технікою (чи ефективністю техніки) того чи іншого спортсмена називається ступінь наближення її до найбільш раціонального варіанта.

Особливості техніки – це ступінь оволодіння спортсменом технічними діями. Для добре засвоєних рухів типові:

- 1) стабільність спортивного результату та ряду характеристик руху при виконанні його в стандартних умовах;
- 2) стійкість результату при виконанні руху в умовах, які змінюються;
- 3) збереження рухового вміння при перервах у тренуванні;
- 4) автоматизованість виконання.

Контрольні запитання

1. Основні принципи теорії структурності рухів та їх значення при навчанні рухам.
2. Дидактичні особливості використання програмно-цільового методу керування тренувальними процесами.
3. Що таке механічна майстерність?
4. Назвіть характеристики технічної майстерності спортсмена.

ПЛАН РЕФЕРАТУ “Біомеханічний аналіз спортивної техніки й тактики”

(з обраного виду спорту)

1. Біомеханічні особливості виду спорту.
2. Біомеханічний аналіз техніки і тактики виду спорту (кінематика, динаміка й енергетика).
3. Біомеханіка рухових якостей виду спорту.
4. Оптимізація спортивної техніки і тактики.
5. Результати тестування (показники ЗФП і СФП, спортивні результати).
6. Література.

ЗАГАЛЬНА Й ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА БІОМЕХАНІКА

Руховий апарат як біомеханічна система

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 1. Вимірювання довжини біоланок та обчислення їхньої ваги й біомаси

Мета: ознайомитися з методикою вимірювання довжини біоланок та визначення їхньої ваги й маси.

Обладнання: сантиметрова стрічка, циркуль, таблиці, скелет.

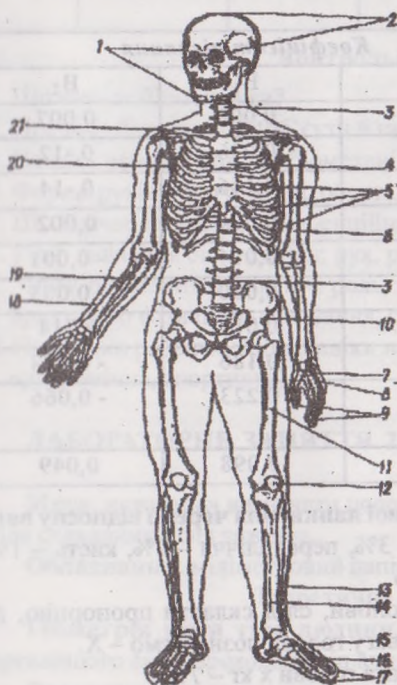
Хід роботи

Руховий апарат людини – це саморуховий механізм, який складається з м'язів (600), кісток (200) і мотонейронів, розміщених у спинному мозку. Руховий апарат людини складається із біоланок, пар та ланцюгів (мал.1).

1. Провести вимірювання довжини біоланок людини

Методика вимірювання біоланок тіла людини

1. Довжина плеча вимірюється від акроміального виростка до зовнішнього надвиростка плечової кістки.
2. Довжина передпліччя вимірюється від зовнішнього надвиростка плечової кістки до шилоподібного виростка променевої кістки.
3. Довжина, кисті вимірюється від середини променево-зап'ясткового суглоба до кінця середнього пальця.
4. Довжина тулуба вимірюється від акроміального відростка до великого вертлюга кульшового суглоба.



Мал. 1. Скелет людини

1 – лицевий череп; 2 – мозковий череп; 3 – хребтовий стовп; 4 – груднина; 5 – ребра; 6 – плечова кістка; 7 – зап'ясток; 8 – п'ясток; 9, 17 – фаланги пальців; 10 – тазова кістка; 11 – стегнова кістка; 12 – надколінок; 13 – малогомілкова кістка; 14 – великогомілкова кістка; 15 – заплесно; 16 – плесно; 18 – променева кістка; 19 – ліктьова кістка; 20 – лопатка; 21 – ключиця.

5. Довжина стегна вимірюється від великого вертлюга кульшового суглоба до зовнішнього надвиростка колінного суглоба.
 6. Довжина гомілки вимірюється від зовнішнього надвиростка колінного суглоба до латеральної кісточки.
 7. Довжина стопи вимірюється від середини п'яtkового горба до кінця другого пальця по підошовній поверхні.
- Одержані дані занести в таблицю.

Таблиця 2. Коефіцієнт рівняння для визначення маси сегментів тіла за масою (T) і довжиною (H) тіла

Сегменти	Коефіцієнт рівняння		
	B_0	B_1	B_2
Стопа	-0,83	0,008	0,007
Гомілка	-1,59	0,036	0,-12
Стегно	-2,65	0,146	0,-14
Кисть	-0,12	0,004	0,002
Передпліччя	0,32	0,014	- 0,001
Плече	0,25	0,030	- 0,003
Голова	1,30	0,017	0,014
Верхня частина тулуба	8,21	0,186	- 0,058
Середня частина тулуба	7,18	0,223	- 0,066
Нижня частина тулуба	-7,50	0,098	0,049

2. Обчислити абсолютну вагу кожної ланки тіла через її відносну вагу

Голова – 7%, тулуб – 43%, плече – 3%, передпліччя – 2%, кисть – 1%, стегно – 12%, гомілка – 5%, стопа – 2%.

Щоб обчислити абсолютну вагу голови, слід скласти пропорцію, де абсолютну вагу тіла беремо за 100%, а вагу голови позначаємо – X .

Наприклад: вага тіла 70кг – 100%, вага голови x кг – 7%.

$$X = \frac{70 \cdot 7}{100} = 4,9 \text{ кг.}$$

3. Обчислити масу ланок:

а) з допомогою формули:

$$m = \frac{P_T \cdot P\%}{g \cdot 100}, \quad \text{де } m \text{ – маса ланки,}$$

P_T – вага тіла в кг,

g – прискорення тіла, що вільно падає (9,8 м/с²).

б) обчислити масу сегментів тіла людини за допомогою рівняння В.М. Селуянова: $m_x = B_0 + B_1 m + B_2 H$, де

m_x – маса сегмента,

m – маса тіла,

H – довжина тіла,

B_0, B_1, B_2 – коефіцієнти регресивного рівняння (табл. 2).

№ № з/п	Ланки тіла	Довжина ланок у см	Абсолютна вага ланок у кг	Маса ланок	
				За формулою	За рівнянням Селуянова

Контрольні запитання

1. Що вивчає біомеханіка?
2. Предмет біомеханіки, об'єкти й галузь вивчення біомеханіки.
3. Назвіть основні розділи біомеханіки: архітектоніка сучасної біомеханіки.
4. Форми рухів: поступальні, обертальні.
5. Що вивчає загальна, диференційна й часткова біомеханіка?
6. Рівні вивчення біомеханіки: рух, рухова дія, рухова діяльність.
7. Чому біомеханіка виконує роль зв'язувального ланцюга між ТМФК та практикою фізичного виховання, спорту й масової фізкультури?
8. Напрямки розвитку біомеханіки на сучасному етапі (інженерна, медична, ергономічна, спортивна).

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 2. Визначення положення ЗЦТ тіла людини графічним способом

Мета: навчитися визначати положення ЦТ (центр тяжіння) ланки і ЗЦТ тіла складанням сил тяжіння.

Обладнання: міліметровий папір, кольорові олівці, лінійка.

Теоретичне обґрунтування

Геометрія маси тіла людини. Розвиток життя на Землі, еволюція органічного світу проходила під впливом сил гравітаційного поля.

Вплив цих сил став вирішальним при організації усіх структур організму, форм тіла і функцій фізіологічних систем. Опорно-руховий апарат створився у процесі еволюції як система, що протидіє силам тяжіння, для пересування людини, для забезпечення рухової діяльності. Для того, щоб людина, долаючи земне тяжіння, змогла виконувати всі рухи (побут, виробництво, спорт), опорно-руховий апарат повинний досягати 40–46% від маси свого тіла. Трубочаста будова кісток верхніх та нижніх кінцівок забезпечує протидію значним навантаженням і разом з цим у 2–2,5 раза знижує їхню масу й значно зменшує момент інерції. Індивідуальні особливості людини (тип будови тіла) і передусім чергу маса й довжина тіла впливають на геометрію маси.

Геометрією маси називається розподіл маси між ланками і в середині ланок. Геометрія маси кількісно описується масінерційними характеристиками (кількісні показники, які використовуються для опису та аналізу рухової діяльності):

1) Маса (m) – кількість речовин (у кг), яка міститься в тілі або окремих його ланках. Маса – кількісна міра інертності тіла стосовно сили, що діє на неї. Чим більше маса, тим інертніше тіло, тим важче його вивести із стану спокою або змінити його рух. Масою визначаються гравітаційні властивості тіла. Маса характеризує інертність тіла при поступальному русі.

При обертальних рухах інертність залежить не тільки від маси, але й від того, як вона розміщена відносно осі обертання. Чим більша відстань від ланки до вісі обертання, тим більший внесок цієї ланки в інертність тіла.

2) Момент інерції – це кількісна міра інертності тіла при обертальних рухах $J = mR^2$ (ін.). Радіус інерції (R) – це відстань від осі обертання до матеріальних точок тіла.

3) Центр мас (ЦМ) – це точка перетину ліній дії всіх сил, які забезпечують поступальний рух і не викликають обертання тіла. У колі гравітації (коли діють сили тяжіння) центр мас збігається з центром тяжіння.

4) Загальний центр тяжіння (ЗЦТ) – це точка, до якої прикладена рівнодійна сила тяжіння всього тіла (мал. 2). У тілі людини налічується близько 70 ланок. Для розв'язування багатьох задач, достатньо використовувати 15-ланкову моделі людського тіла.

5) Центр об'єму (ЦО) – це точка прикладання виштовхувальної сили при повному зануренні тіла у воду (мал. 3).

6) Центр поверхні (ЦП) – це точка прикладання рівнодійного натиску середовища (мал. 4).

Знаючи, яка маса й момент інерції ланок тіла й де розміщені їхні центри мас, можна розв'язати багато важливих практичних задач:

- визначити кількість руху ($K = mV$);
- визначити кінетичний момент ($E_k = J\omega$);
- оцінити, легко чи важко керувати швидкістю тіла або окремими його ланками;
- визначити ступінь стійкості тіла і т.п.

Хід роботи

Загальний центр тяжіння — це умовна точка прикладання усіх сил тяжіння ланок тіла.

1. Накреслити на міліметровому папері схему пози тіла людини (положення плавця на старті) у масштабі 1:10 (мал. 5).

2. Обчислити за формулою ЦТ усіх біоланок: $ЦТ = L * g$, де L — довжина ланки (мм); g — радіус центра тяжіння (див. табл. 3).

3. Позначити крапками ЦТ біоланок. Знайти центр біокінематичних пар складанням сил тяжіння: а) голова — тулуб; б) плече — передпліччя; в) стег-

но – гомілка. ЦТ з'єднати лінією, на якій крапкою відмічаємо положення ЦТ біоланок (наприклад: голова — тулуб: $43\%+7\% = 50\%$, цю лінію умовно розділяємо на 50 частин і від ЦТ тулуба в напрямку до голови відділяємо 7 частин).

4. Розрахувати ЦТ біоланцюгів: а) верхньої кінцівки; б) нижньої кінцівки.

5. Визначити ЦТ тулуба верхньої і нижньої кінцівок тіла людини. Кожна з них має відносну вагу 50%, якщо з'єднати ЦТ і поділити її на дві рівні частини, то тут і знаходиться ЗЦТ.

6. Визначити стійке чи не стійке положення тіла в цій позі. Для цього із ЗЦТ опустити вертикальну лінію, якщо вона знаходиться на площі опори, то положення тіла стійке.

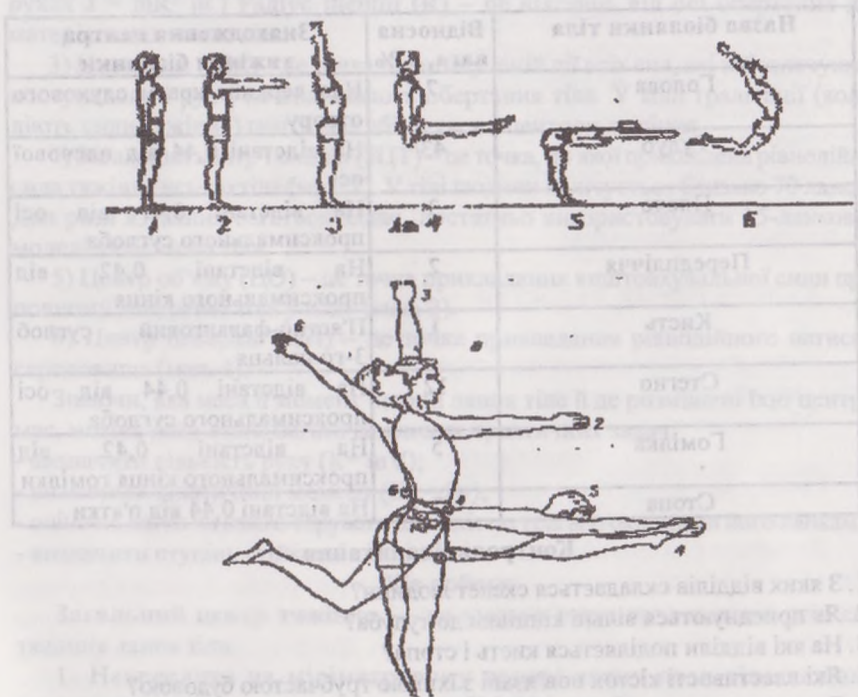
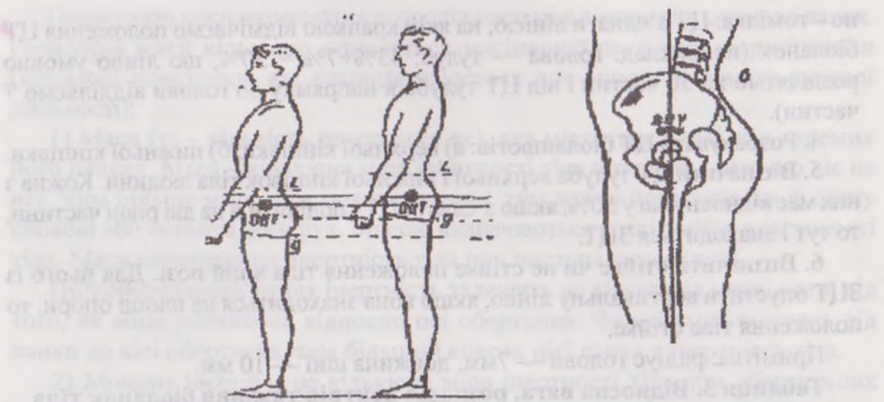
Примітка: радіус голови — 7мм, довжина шиї — 10 мм.

Таблиця 3. Відносна вага, розподіл центрів тяжіння біоланок тіла

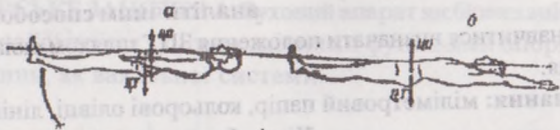
Назва біоланки тіла	Відносна вага, в %	Знаходження центра тяжіння біоланки
Голова	7	Над верхнім краєм слухового отвору
Тулуб	43	На відстані 0,44 від плечової осі
Плече	3	На відстані 0,47 від осі проксимального суглоба
Передпліччя	2	На відстані 0,42 від проксимального кінця
Кисть	1	П'ястно-фаланговий суглоб 3-го пальця
Стегно	12	На відстані 0,44 від осі проксимального суглоба
Гомілка	5	На відстані 0,42 від проксимального кінця гомілки
Стопа	2	На відстані 0,44 від п'ятки

Контрольні запитання

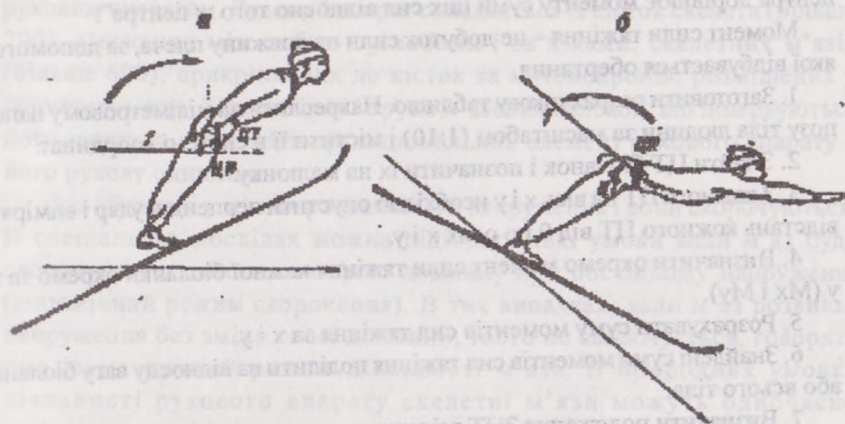
1. З яких відділів складається скелет людини?
2. Як приєднуються вільні кінцівки до тулуба?
3. На які відділи поділяється кисть і стопа?
4. Які властивості кісток пов'язані з їхньою трубчастою будовою?
5. Види механічного впливу на кістку.
6. Як впливають механічні навантаження на будову кістки?
7. Назвіть властивості суглобів залежно від їхньої будови.
8. Активна й пасивна частини рухового апарату.
9. Що таке біоланка, біопара, біоланцюг?



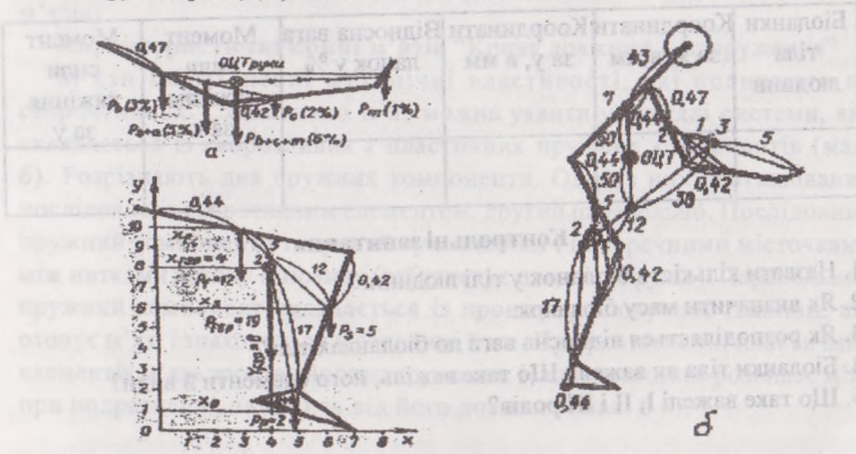
Мал. 2. Розміщення центру тяжіння в тілі людини в залежності від будови і положення.



Мал. 3. Розміщення центру тяжіння і центру об'єму тіла при різних позах.



Мал. 4 Розміщення центру тяжіння (ЦТ) і центру поверхні (ЦП) людини з лижами.



Мал. 5. Визначення ЗЦТ графічно: а — ланки верхньої кінцівки; б — всього тіла; в — аналітичне ланки ноги.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 3. Визначення положення ЗЦТ тіла аналітичним способом

Мета: навчитися визначати положення ЗЦТ шляхом складання моментів сил тяжіння.

Обладнання: міліметровий папір, кольорові олівці, лінійка.

Хід роботи

Визначення положення моментів сил тяжіння окремих ланок і тіла людини ґрунтується на теоремі Варіньона: “Сума моментів сил відносно будь-якого центра дорівнює моменту суми цих сил відносно того ж центра”.

Момент сили тяжіння – це добуток сили на довжину плеча, за допомогою якої відбувається обертання.

1. Заготовити розрахункову таблицю. Накреслити на міліметровому папері позу тіла людини за масштабом (1:10) і містити її в системі координат.

2. Знайти ЦТ біоланок і позначити їх на малюнку.

3. З кожного ЦТ на вісь x і y необхідно опустити перпендикуляр і виміряти відстань кожного ЦТ від 0 по осях x і y .

4. Визначити окремо момент сили тяжіння кожної біоланки окремо за x і y (M_x і M_y).

5. Розрахувати суму моментів сил тяжіння за x і y .

6. Знайдені суми моментів сил тяжіння поділити на відносну вагу біоланок або всього тіла.

7. Визначити положення ЗЦТ згідно з координатами.

Таблиця 4. Розрахункова таблиця визначення ЗЦТ

Біоланки тіла людини	Координати за x , в мм	Координати за y , в мм	Відносна вага ланок у %	Момент сили тяжіння за x	Момент сили тяжіння за y

Контрольні запитання

1. Назвати кількість біоланок у тілі людини.
2. Як визначити масу біоланок.
3. Як розподіляється відносна вага по біоланках тіла?
4. Біоланки тіла як важелі. Що таке важіль, його елементи й види?
5. Що таке важелі I, II і III родів?

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ 4. Руховий апарат як біомеханічна система

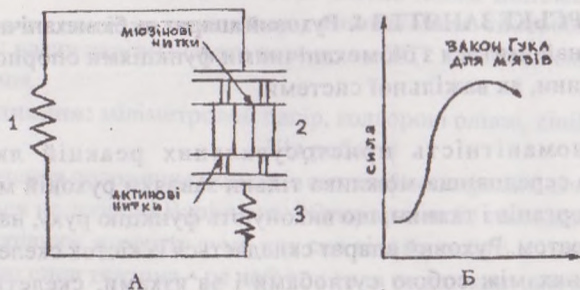
Мета: ознайомитися з біомеханічними функціями опорно-рухового апарату людини, як важливої системи.

Вся різноманітність пристосувальних реакцій людини до зовнішнього середовища можлива тільки завдяки руховій можливості їх. Системи органів і тканин, що виконують функцію руху, називаються руховим апаратом. Руховий апарат складається із кісток скелета (більше 200), з'єднаних між собою суглобами і зв'язками, скелетних м'язів (більше 600), прикріплених до кісток та мотонейронів, розміщених у спинному мозку. Мотонейрон і група м'язових волокон, що іннервуються його аксоном, утворюють функціональний елемент рухового апарату – його рухову одиницю.

При збудженні у м'язах розвивається напруження і вони скорочуються. В спеціальних дослідах можна підібрати такі умови коли м'яз буде скорочуватись, змінюючи свою довжину при постійному напруженні (ізотонічний режим скорочення). В тих випадках, коли м'яз розвиває напруження без зміни своєї довжини, тобто не скорочується, говорять про ізометричний режим діяльності м'яза. В природних умовах діяльності рухового апарату скелетні м'язи можуть одночасно напружуватись і скорочуватись (ходьба, біг, стрибки та ін.) змінюються довжина і сила напруження м'язів (ауксонічний режим діяльності м'язів).

Характеристичні криві м'язів “Крива довжини – напруження”

М'язи мають певні механічні властивості, які впливають на скорочення їх. Схематично м'яз можна уявити у вигляді системи, яка складається із скоротливих і пластичних пружних компонентів (мал. 6). Розрізняють два пружних компоненти. Один з них розташований послідовно із скоротливим елементом, другий паралельно. Послідовний пружний компонент утворений сухожиллям і поперечними місточками між нитками актину і міозину (забезпечує плавність рухів). Паралельний пружний компонент складається із прошарку сполучної тканини, що оточує м'яз, і знаходиться в середині його. При розтягненні пластичних елементів м'яза зростає його напруження. Напруження яке розвиває м'яз при подразненні, залежить від його довжини (мал. 6 б).



Мал. 6. А. Трьохкомпонентна модель м'язів. 1 – паралельний пружний компонент; 2 – скоротливий компонент; 3 – послідовний пружний компонент (за В.М. Заціорського); Б – зв'язок між силою та довжиною м'язу.

“Крива – сили-швидкості”. Швидкість скорочення є функцією навантаження: чим більше навантаження, тим менше швидкість скорочення.

Робота м'язів. Під час скорочення м'язи виконують певну роботу. Розрізняють внутрішню роботу, пов'язану з витратами енергії на процеси, які забезпечують саме скорочення м'яза і зовнішню роботу, під час якої енергія скорочення м'яза перетворюється на потенціальну або кінетичну енергію. Зовнішню роботу називають ще механічною роботою ($A = FS$).

Встановлено, що величина зовнішньої роботи залежить від швидкості скорочення м'язів і максимальна вона при середній швидкості скорочення. Ці залежності між величиною роботи м'яза і навантаженням та швидкістю його скорочення у відповідності носять назву закону середніх навантажень і швидкостей. Закон середніх навантажень і швидкостей визначає продуктивність рухового апарату і мають важливе значення для трудової і спортивної практики. Функції опорно-рухового апарату, як біомеханічної системи:

- 1) є джерелом енергії ($АДФ \Leftrightarrow АТФ + Н_3РО_4 + 42КДЖ$);
- 2) є механізмом для передачі рухів на відстань;
- 3) є об'єктом руху;
- 4) є системою керування рухами.

Перетворення біопотенційної енергії в м'язах.

Біопотенціальна енергія в м'язах має 2 джерела: 1) запаси енергетичних речовин (перетворення хімічної енергії в потенціальну енергію активного напруження м'язів); 2) роботу зовнішніх для м'язів сил (перетворення кінетичної енергії рухової ланки, яка розтягує м'яз, в потенціальну енергію пружної деформації м'яза).

Нагромадження потенціальної пружної частини енергії напруженого м'язу зумовлює й деформацію. Нагромадження хімічної енергії є наслідком обміну речовин, а пружної енергії – наслідком участі м'язів у рухах, її пружної деформації.

М'яз виконує роль виробника механічної енергії (генератор) внаслідок біомеханічних перетворень. Хімічна енергія є джерелом виникнення частини біопотенціальної енергії. При цьому виникає напруження всього м'язу як органа.

М'яз виконує роль перетворювача механічної енергії (трансформатор): саме вона перетворює біопотенціальну енергію в кінетичну енергію рухомої ланки, що рухається. Таким чином, м'яз як двосторонній перетворювач механічної енергії спочатку перетворює кінетичну енергію в потенціальну (пружну) і слідом за цим, навпаки, пружну в кінетичну.

Таблиця 5. Біомеханічна класифікація спортивних вправ

<i>№ з/п</i>	<i>Групи вправ</i>	<i>Основні завдання (головне завдання)</i>	<i>Забезпечення виконання завдань</i>
1	Вправи із стабілізацією кінематичної структури (гімнастика, фігурне катання, художня гімнастика)	Виконання заздалегідь визначеної зовнішньої картини рухів.	Погодження рухів у просторі і часі відповідно до завдання.
2	Вправи із стабілізацією динамічної структури (легка атлетика, плавання, лижний спорт)	Досягнення максимального результату.	Найбільш раціональним погодженням зусиль м'язів з іншими силами
3	Вправи із цілеспрямованою варіативністю дій (спортивні ігри, боротьба, бокс, єдиноборства)	Досягнення кінцевого ефекту при підборі засобів.	Цілеспрямована варіативність дій з використанням різних прийомів, які відповідають завданню і ситуації (умовам дії).

Етапи біомеханічного аналізу рухової діяльності

1. Вивчення зовнішньої картини рухової діяльності: з'ясувати, з яких рухових дій вона складається, в якій послідовності вона виконується. Треба врахувати, що характер, тривалість і інтенсивність попередніх вправ впливають на якість виконання наступних дій зовнішню картину рухової діяльності вивчають за

допомогою кінематичних характеристик. Особливо важливо навчитись визначати тривалість окремих частин руху (фази). Фазами називаються часові елементи рухових дій. Співвідношення тривалості фаз називається ритмом рухової дії. Графічне зображення ритму називається хронограмою. Хронограма рухових дій характеризує техніку. Фазовий аналіз рухової діяльності – це один з найбільш важливих методів біомеханіки. Визначення тривалості фази, ритму і побудови хронограми дозволяє аналізувати елементи рухової діяльності та забезпечити цілеспрямоване навчання.

2. З'ясування причин, які викликають і змінюють рух за допомогою реєстрації динамічних характеристик. Динамічні характеристики розкривають причини і механізм зміни рухів, дозволяють розібратися в складних механізмах формування рухів. Знайти шлях оволодіння ними, вдосконалення і усунення можливих помилок. Адже помилки в зовнішній картині рухів завжди є наслідком несвоєчасних і нераціональних (недостатніх або надмірних) м'язових зусиль і невмілого використання зовнішніх сил.

Прискорення тіла, під час руху, зворотньо-пропорційальне його інертності і прямо пропорційне діючій силі: лінійне прискорення $a = F/m$; кутове прискорення $E = m / I$. щоб знайти прискорення тіла в поступальному русі, досить знати величини сили і маси. В зв'язку, що ігри обертальному русі інертність визначається не масою, а моментом інерції, то слід знати, що ефект ls сили залежить не тільки від її величини, але і від місця її прикладання. Чим довше плече сили (найкоротша відстань від осі обертання до лінії дії сили), тим більше момент сили (обертальний момент) рівний добутку сили на її плече. Таким чином, ефект дії сили не тільки із величини сили, але і тривалості її дії (імпульс сили $F\Delta t$); імпульс моменту сили $N(F) F\Delta t$.

3. Визначення топографії працюючих м'язів — це означає установлення, які м'язи і яку вони беруть участь у виконанні певної справи. Знати, які м'язи переважають у виконанні тієї чи іншої справи і спрямовано їх розвивати й тренувати.

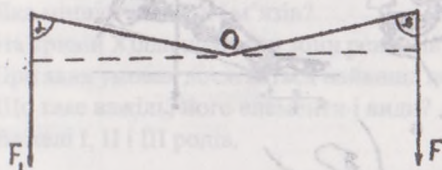
4. Визначення енергетичних витрат, на м'язову спрямованість, установити на скільки раціонально витрачається енергія працюючих м'язів за допомогою енергетичних характеристик. З'ясувати економічність рухових дій, яка тим вища, чим більша частка корисних енерговитрат стосовно всієї витраченої енергії.

5. Виявлення оптимальних рухових режимів (найкращої техніки рухових дій і найкращої тактики рухової діяльності) здійснюється на заключному етапі біомеханічному аналізу.

М'яз виконує роль нагромаджувача енергії (акумулятора).

Опорно-руховий апарат – це важільна система. Важіль – це механізм для передачі руху на відстань, на який діють не менше двох сил з протилежними моментами дії.

Основні елементи важеля: 1) вісь обертання (точка опори); 2) плечі важеля AO і OB – відстань від вісі обертання до точки прикладання сил (P); 3) плечі сили важеля (AO_1 і O_1B) – найкоротша відстань від вісі обертання до вектора сили або його продовження; 4) момент сили важеля – добуток $F_1 \times OA$ або $F_2 \times BO$ (мал. 7).



O – вісь обертання (точка опори).

AO і OB – плечі важеля.

A_1O і OB_1 – плечі сили важеля.

$F_1 \times OA$ і $F_2 \times OB$ – момент сили важеля.

Мал. 7. Основні елементи важеля.

м'язів (F) діє на довге плече, а сила тяжіння (P) – на коротке плече (мал. 9 б).

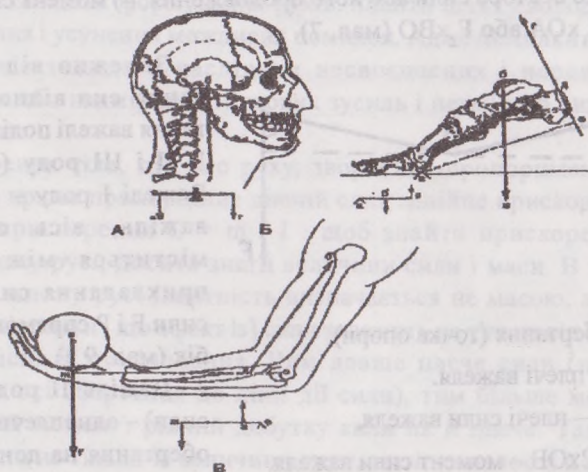
Важіль III роду (важіль швидкості, спритності) – це одноплечий важіль; сила м'язів (F) діє на коротке плече, а сила тяжіння (P) – на довге плече; тиск на вісь обертання дорівнює різниці дійних сил (мал. 9 в).

Залежно від розташування сил відносно обертання важелі поділяються на I, II і III роду (мал. 8–9). Важелі I роду – двоплечий важіль, вісь обертання міститься між точками прикладання сил. Обидві сили F і P спрямовані в один бік (мал. 9 а).

Важіль II роду (важіль сили) – одноплечий, має вісь обертання на донці важеля, точки прикладання сил містяться з одного боку від осі обертання; сила тяги



Мал. 8. Види важелів.



Мал. 9-А. Голова як важіль першого роду (важіль рівноваги): а – точка опори; е – точка прикладання сили м'язів; ед – напрямок м'язової тяги; бг – напрямок сили ваги голови.

Мал. 9-Б. Стопа як важіль другого роду (важіль сили): а – точка опори; б – точка прикладання ваги тіла (точка опору); бв – напрямок сили ваги тіла; гд – напрямок сили м'язової тяги; д – точка прикладання сили м'язової тяги; ае – весь важіль.

Мал. 9-В. Передпліччя як важіль третього роду (важіль швидкості): е – точка опори; а – точка прикладання сили м'язів чи розгиначів передпліччя; жс – точка прикладання ваги (точка опору); аб – напрямок сили м'язової тяги; бг – напрямок сили ваги (сили опору); ае – плече прикладання сили; жа – плече опору.

Контрольні запитання

1. Скелетні м'язи – основне джерело механічної енергії тіла людини.
2. Перерахувати й пояснити біологічні властивості м'язів.
3. Перерахувати й пояснити механічні властивості м'язів.
4. Що таке енергія пружної деформації?
5. Пояснити, що таке пружний ефект, який виникає при розтягуванні м'язів.
6. Як використовується у фінальній частині руху енергія пружної деформації?
7. Розкрити закономірності м'язового скорочення “сила–довжина” і “сила–швидкість” (крива Хілла).
8. Закон середніх навантажень і середніх швидкостей.
9. Режим скорочення м'язів (ізометричний, ізотонічний, анізометричний).
10. Різновиди роботи м'язів (поступальний, переборювальний).
11. Групова взаємодія (синергісти, антагоністи).
12. Потужність та ефективність м'язів скорочення.
13. Яка міцність кісток і м'язів?
14. На кривій Хілла показати зони режимів м'язового скорочення.
15. При яких умовах досягається найвища потужність м'язового скорочення?
16. Що таке важіль, його елементи і види?
17. Важелі I, II і III родів.

Біомеханічна характеристика рухів людини

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 5. Побудова кіноциклограми промірів тіла спортсмена-бігуна

Мета: навчитись, користуючись даними таблиці координат, будувати графіки промірів тіла спортсмена-бігуна.

Обладнання: міліметровий папір, кольорові олівці, лінійка, таблиці координат.

Теоретичне обґрунтування

Рухова майстерність людини, її уміння в різних умовах рухатись швидко, точно, гарно залежно від 5 факторів культури рухів: фізичної, тактичної, технічної, психологічної і теоретичної підготовленості.

Для удосконалення рухової майстерності й збереження її на достатньому рівні необхідний контроль за цими складовими культури рухів. Для аналізу рухових дій (фізичних і спортивних вправ) використовують біомеханічні характеристики (біомеханічними характеристиками називають показники, які використовуються для кількісного опису й аналізу рухової діяльності. Всі біомеханічні характеристики поділяються на кінематичні, динамічні і енергетичні (табл. 5).

Кінематичні характеристики допомагають визначити зовнішню картину рухової діяльності, динамічні – виявити причину зміни рухів, енергетичні дають уявлення про механічну продуктивність й економічність.

Біомеханічні характеристики дозволяють описати поступальні і обертальні рухи.

Таблиця 6. Класифікація біомеханічних характеристик й одиниці її виміру

<i>Кінематичні</i>	<i>Динамічні</i>		<i>Енергетичні</i>	
Поступальний рух	Обертальний рух	Поступальний рух	Обертальний рух	Для поступального та обертального рухів
м переміщення	Градуси	Маса , кг	Момент інерції, $кг \cdot м^2$	Робота, Дж
с тривалість	С	Сила, Н	Момент сили $Н \cdot м$ (момент обертання)	Енергія, Дж
м/с швидкість	Градус/с			Потужність, Вт
м/с ² прискорення	Градус/с ²	Імпульс сили, Нс	Імпульс моменту сили, Ммс	Економічність (коефіцієнт механічної ефективності, %)
1 /хв. темп, ритм	1/хв.	Кількість рух	Кінетичний момент	Енергетична вартість, Дж/м Пульсова вартість, м

Кінематичні характеристики поділяються на просторові (переміщення, траєкторія, координати) й часові (момент часу, тривалість, темп і ритм).

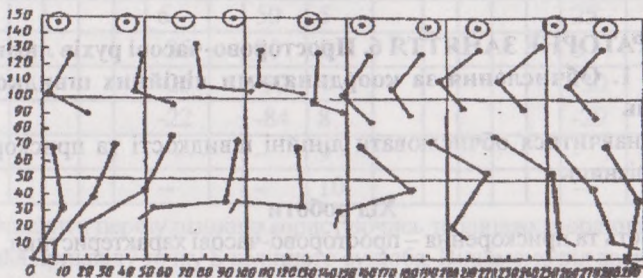
Хід роботи

Промір – це замалювання пізнавальних точок і схематичне зображення поз тіла”. Пізнавальними точками тіла є проєкція основних точок суглобів тіла людини.

Пізнавальні точки тіла: голова – с; плечовий суглоб – в; ліктьовий суглоб – а; кисть – т; кульшовий суглоб – f; колінний суглоб – s; гомілковостопний – р; кінчики пальців – d.

1. Накреслити сітку координат для проміру. Знайти в таблиці координат найбільші значення x та y . За цими даними встановити розміри сітки координат. Розмітити осі координат через 10 мм і надписати числові значення.

2. Побудувати промір бігу (мал. 10), користуючись даними таблиці координат (табл. 7). Послідовно нанести точки всіх пар (з першого до десятого положення) для кожної пози.



Мал. 10. Кіноциклограма бігу людини (згідно з Д.Д. Донським, Д.С.Зайцевою).

Таблиця 7. Таблиця координат

ΔSx	c	b	a	m	f	s	P	d
1	9	15	6	30	6	10	-9	3
2	38	48	46	71	35	23	+5	4
3	68	79	81	105	65	50	19	17
4	99	108	108	131	98	88	53	45
5	129	136	130	151	130	133	94	89
6	150	163	151	167	161	182	150	147
7	190	189	173	186	192	222	204	211
8	221	217	199	210	222	251	256	269
9	252	248	230	242	250	276	286	301
10	282	279	266	281	278	298	296	307
1	145	125	100	89	68	28	0	-8
2	146	129	105	100	70	33	8	-7
3	148	132	108	105	73	36	20	+4
4	149	131	106	98	72	34	32	19
5	146	127	102	88	69	32	36	24
6	143	126	102	81	70	41	30	15
7	142	128	106	83	75	53	23	9
8	143	131	111	87	77	53	18	10
9	144	131	112	88	75	44	11	4
10	142	128	107	85	72	36	1	-7

3. Позначити траєкторію однієї з пізнавальних точок.

Контрольні запитання

1. Що називається проміром бігу?
2. Які пізнавальні точки ви знаєте?
3. Як визначити координати положення тіла?
4. До якого виду спорту (циклічного чи ациклічного) належить біг?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 6. Просторово-часові рухи людини

Робота 1. Обчислення за координатами лінійних швидкостей та прискорень

Мета: навчитися обчислювати лінійні швидкості та прискорення за способом різниць.

Хід роботи

Швидкість та прискорення – просторово-часові характеристики, векторні величини.

Швидкість – це міра зміни положення точки тіла в просторі протягом певного часу ($V = \Delta S / \Delta t$).

Прискорення – це міра зміни швидкості з часом: ($a = \Delta V / \Delta t$).

1. Виготовити таблиці швидкостей та прискорень подібні за формою, як таблиця координат (табл. 8–9) на тому місці, де в таблиці координат стоять визначення S_x та S_y , поставити в таблиці швидкостей $\Delta'x$ і $\Delta'y$, в таблиці прискорення $\Delta''x$ і $\Delta''y$.

Таблиця 8. Таблиця швидкостей

$\Delta'x$	C	b	a	m	f	s	p	d	$\Delta'y$	C	b	a	m	f	s	p	d
1						-		-	1						-		--
2						40		14	2						8		12
3						65		41	3						1		26
4						83		72	4						-4		20
5						94		102	5						7		-4
6						89		122	6						21		-15
7						69		122	7						12		-5
8						54		90	8						-9		-5
9						47		38	9						-17		-17
10						-		-	10						--		-

Таблиця 9. Таблиця прискорення

$\Delta''x$	C	b	a	m	f	s	p	d	$\Delta''y$	C	b	a	m	f	s	p	d
1						-		-	1						-		-
2						-		-	2						-		-
3						43		58	3						-12		8
4						29		61	4						6		-30
5						6		50	5						25		-35
6						-35		20	6						5		-1
7						-25		-32	7						-30		10
8						-22		-84	8						-29		-12
9						--		-	9						-		-
10						--		-	10						--		-

2. Обчислити першу різницю користуючись таблицею координат (табл. 7). Беремо для прикладу точку S колінного суглоба. Віднімемо від координати 3-ї пози координату 1-ї пози: $50 - 10 = 40$. Одержану різницю запишемо в таблицю швидкостей Sx у другий рядок колонки колінного суглоба. Потім у третій рядок цієї колонки запишемо:

$88 - 23 = 65$, в четвертий $135 - 50 = 85$ і т. д. до останнього положення. У першому та останньому рядках даних немає. Перша різниця – це показники чисельника формули швидкості.

3. Обчислити другу різницю способом віднімання, користуючись таблицею швидкостей. Віднімемо від показника першої різниці 4-го рядка показники першої різниці 2-го рядка колінного суглоба: $83 - 40 = 43$.

Знайдену різницю запишемо в таблицю прискорень 3-го рядка і т.д. Зверніть увагу на те, що таблиці прискорень перші два та останні два рядки даних не мають. Друга різниця – це показники чисельника формули прискорень.

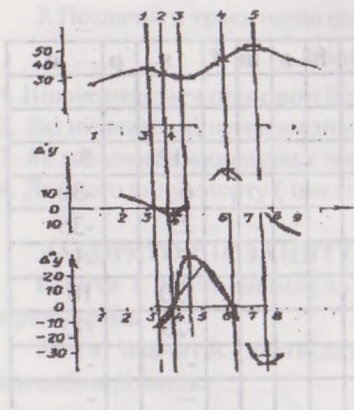
Робота 2. Побудова векторних та кінематичних графіків швидкостей і прискорень

Мета: навчитися будувати векторні графіки лінійних швидкостей та прискорень, а також кінематичні графіки.

Хід роботи

Швидкість та прискорення – векторні величини: вони характеризуються модулем та спрямованістю. Масштаб зображення вибирається довільно.

1. На промірі напрямком за даними першої та другої різниці відкласти вектори швидкостей та прискорень (за правилом паралелограма). Для зображення вектора слід від його початку (відповідна точка проміру) відкласти по горизонталі у вибраному масштабі довжину горизонтальної складової швидкості. З наміченої



Мал. 11. Графіки кінематичних характеристик суглоба.

точки відкласти по вертикалі довжину вертикальної складової вектора швидкості. Вектор швидкості зобразити суцільною лінією, а вектор прискорення – пунктиром.

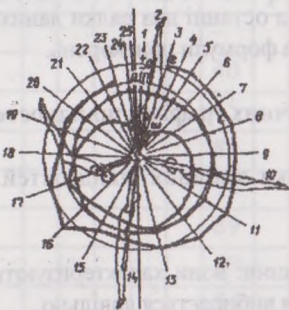
2. Побудувати графіки кінематичних характеристик. Накреслити координатні сітки графіків (мал. 11), по горизонтальній осі відкласти 10 рівних відрізків, що відповідають інтервалам часу між кадрами. Нанести на сітці кожної характеристики точки за даними таблиць (переміщення, швидкість та прискорення). Проаналізувати криві колінного суглоба (мал. 11).

Контрольні запитання

1. Дати визначення швидкості та прискорення.
2. Запишіть формулу швидкості та прискорення.
3. Чому швидкість та прискорення є головними характеристиками?
4. Що таке перша й друга різниця?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 7. Визначення кутових швидкостей і прискорень за кутовими координатами

Мета: навчитися обчислювати кутові швидкості й прискорення за способом різниць.



Мал. 12. Колові графіки: ЦТ – положень; ω – кутова швидкість; ϵ – кутове прискорення

Обладнання: транспортир, лінійка, таблиці кутових координат.

Хід роботи

Кутові положення, швидкості й прискорення характеризують рухи всього тіла. Пізнавальною точкою при великому оберті назад на перекладені вибрано ЗЦТ. Початок виміру – вертикальна лінія, що проведена через стійку перекладини. Одиниці відліку – градуси.

1. Побудувати коловий графік великого оберті назад на перекладені (мал. 12), користуючись даними кутових координат (табл. 10).

Таблиця 10. Кутові координати і їхні перші й другі різниці

Поза	ψ	$\Delta'\psi$	$\Delta''\psi$	поза	ψ	$\Delta'\psi$	$\Delta''\psi$	поза	ψ	$\Delta'\psi$	$\Delta''\psi$
1	4		-	9	102	34	8	17	271	40	-7
2	10	13		10	120	40	12	18	291	35	-9
3	17	15	4	11	142	46	6	19	306	31	-7
4	25	17	4	12	166	46	-2	20	322	28	-9
5	34	19	5	13		44	-5	21	334	22	-9
6	44	22	7	14	210	41	-3	22	344	19	-9
7	56	26	8	15	229	41	1	23	353	13	--
8	70	30	6	16	251	42	-1	24	357	--	--

2. Побудувати колові графіки кутових швидкостей і прискорень (мал. 12).

Контрольні запитання

1. Що таке кутова швидкість?
2. Як вимірюють кутову швидкість?
3. Що таке кутове прискорення?
4. Як вимірюють кутові прискорення?
5. Напишіть формулу кутової швидкості й кутового прискорення.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 8. Побудова лінійних і кутових хронограм

Мета: навчитися визначати фази та періоди рухів і будувати лінійну хронограму.

Обладнання: кінограма фізичних вправ, монтажний стіл, міліметровий папір, лінійка, олівці.

Хід роботи

Фазовий аналіз рухової діяльності – це один з основних методів біомеханічного контролю. Хронограма – це діаграма (креслення) часових відношень. На осі x (часу) відкладаються відрізки, що відповідають тривалості частоти (фаз) руху. За хронограмою можна визначити послідовність фаз, їхню тривалість та співвідношення (ритм руху).

1. Визначити моменти фаз.
2. Визначити обсяг і тривалість фаз.
3. Накреслити лінійну хронограму.

На основі опрацювання кінограми скласти розрахункову таблицю опорного стрибка.

Таблиця 11. Послідовність фаз, їхнє співвідношення і тривалість опорного стрибка

Фази рухової дії	Кількість кадрів	Кількість міжкадрових інтервалів	Тривалість фаз рухової дії	Тривалість руху (фізичної вправи)
Розбіг	25	24	1	
Поштовх	4	3	0,12	
Політ	8	7	0,28	
Опора	2	1	-0,04	
Приземлення	5	4	0,16	

Частота кінозйомки – 24 кадри за секунду.

Витрачений час визначається за кількістю міжкадрових інтервалів й частоти зйомки.

Провести вісь часу на міліметровому папері в масштабі: 1 см дорівнює 2 кадрам. На осі хронограми відкласти моменти зміни руху і написати вгорі назви фаз.

Відкласти фази (починаючи їх прямокутниками): опорні вище осі хронограми, безопорні – на осі. Надписати внизу назви фаз, зобразити внизу хронограми схему поділу вправи на періоди. Звернути увагу на співвідношення тривалості опори й польоту. Простежити співвідношення тривалості фаз (ритм) амортизації і відштовхування руками та ногами.

Контрольні запитання

1. Що означають часові характеристики?
2. Дати визначення часових характеристик, тривалості руху, темпу й ритму.
3. Яка часова характеристика є показником досконалості техніки?
4. Що характеризує ритм руху?
5. Що таке фаза, тривалість руху?
6. Що називається хронограмою?
7. Як пов'язані між собою темп і тривалість руху?

Визначення тривалості фаз, ритму й побудова хронограми дають змогу здійснювати кількісний аналіз рухової діяльності (читати й записувати елементи рухової дії).

Динамічні характеристики рухів

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 9. Визначення моменту інерції тіла спортсмена

Мета: навчитися обчислювати моменти інерції окремих ланок і всього тіла за методом В.А. Петрова.

Обладнання. лінійка, олівець, міліметровий папір, циркуль, дані маси тіла та довжини ланок, таблиця.

Теоретичне обґрунтування

Динамічні характеристики розкривають причини зміни рухів, механізм рухів. До них належать інерційні характеристики (особливості самих рухових тіл) і силові (особливості взаємодії тіл). Від інерційних характеристик залежить збереження і зміна швидкості.

Поняття про інерцію розкривається в першому законі Ньютона. Тіло зберігає свою швидкість, а також під дією зовнішніх сил змінює її. Мірою інертності тіла при поступальних рухах є маса тіла ($m = F/a$). Маса тіла характеризує, як прикладена сила може змінити рух тіла. Маса тіла під час руху не змінюється. Збільшують і зменшують не масу (як міру інерції), а кінетичну енергію (яка залежить від швидкості руху тіла).

Дія сили при обертальних рухах залежить не тільки від маси тіла, а й від того, як далеко проходить лінія її дії від осі обертання (радіуса інерції).

Тому мірою інертності тіла при обертальних рухах є момент інерції

$$I = \frac{mz(F)}{E}$$

Пропонується обчислити момент інерції тіла за формулою: $I = mK$.

$$I = mK$$

Таблиця 12. Розрахунок моменту інерції тіла (за формулою $I = mK$)

№№ з/п	Частина тіла	Маса Кг*см ² м	Довжина (l) частин тіла	г	к	Момент інерції кг.м, сек ² .
1	Голова	0,49				
2	Тулуб	3,30				
3	Стегно праве	0,87				
4	Стегно ліве	0,87				
5	Гомілка-стопа, пр	0,43				
6	Гомілка-стопа, л	0,43				
7	Права нога	1,30				
8	Ліва нога	1,30				
9	Рука права	0,37				
10	Рука ліва	0,37				
Всього тіла						

Примітка: g – відстань центра (середини) ланки від вісі обертання в (м); k – коефіцієнт, який визначається за таблицею згідно з співвідношенням між довжиною ланки й відстанню від вісі обертання до центра ланки.

Хід роботи

Теоретично маса тіла кількісно описується масінерційними характеристиками. Інертність тіла, що обертається, визначається не масою, а моментом інерції ($I = m R^2 \text{ ін.}$).

При обертальному русі відповідно до тієї ж осі інертність тіла людини залежить не тільки від маси, але й від пози (уповільненні руху при зміні пози фігуристки – руки й ноги вбік).

1. Побудувати розрахункову таблицю для визначення моменту інерції (табл. 6).

2. На міліметровому папері накреслити промір великого оберту на перекладені. Перерахувати за масштабом дійсну довжину ланок тіла. Записати одержані дані в колонку розрахункової таблиці.

3. Визначити ЦТ ланок тіла за формулою: $\text{ЦТ} = l * g$. Нанести їхнє положення на промір. Виміряти відстань від ЦТ до осі обертання (радіуси) та перерахувати за масштабом у дійсну довжину. Записати одержані дані в колонку 5 розрахункової таблиці.

4. Знайти за даними для кожної ланки в таблиці коефіцієнтів (табл. 11) величини й записати в колонку 6 розрахункової таблиці (коефіцієнт – K).

5. Визначити момент інерції кожної ланки за формулою і записати його значення в колонку 7 розрахункової таблиці. Визначити момент інерції всього тіла способом складання моментів інерції всіх ланок і результат записати в розрахункову таблицю. Зробити висновки.

Контрольні запитання

1. Що таке інерційні характеристики?
2. На якому законі класичної механіки ґрунтуються інерційні характеристики?
3. Що є показником інертності тіла при поступальному та обертальному рухах?
4. Як визначити кінетичний момент?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 10. Силкові характеристики рухів людини

Мета: ознайомитися з класифікацією силових характеристик і методами визначення сили м'язів, ваги тіла, кутів у суглобах.

Обладнання: динамометрія, терези, кутомір, циркуль, набір ваг.

Теоретичне обґрунтування

Сила – це міра механічного впливу одного тіла на інше ($F = ma$). Вимірювання сили, як і маси, основані на другому законі Ньютона Сила, яка

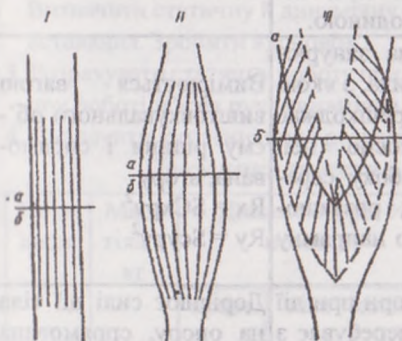
прикладена до тіла, викликає його прискорення. Джерелом сили слугує інше тіло, отож, взаємодіють два тіла. При цьому має місце “дія” другого тіла на перше й “протидія” першого, прикладеного до другого тіла.

Сила і робота м'язів. При збудженні м'язові волокна скорочуються і в них розвивається напруження. Величина максимального напруження піл час збудження характеризує силу м'яза. Сила м'яза залежить від ряду факторів:

1) сили скорочення окремих його волокон; 2) кількості волокон у м'язі;

3) початкової довжини м'яза; 4) характеру нервових впливів на м'яз.

Результативна силова дія м'язів на скелет зумовлюється процесами виникнення і регулювання тягучих сил у самому м'язі, а також особливостями розташування м'язів на опорному апараті геометричним прикріпленням інших сухожиль до кісток. Абсолютна сила вимірюється в ньютонках на 1 см фізіологічного поперечника м'яза. Фізіологічний поперечник – це площа поперечного розрізу всіх волокон м'яза, проведеного перпендикулярно їхнього розташуванню (мал. 13).



Мал. 13. Фізіологічний (а) та анатомічний (б) поперечники в паралельно-волокнистому (I), веретеноподібному (II) та перистому (III) м'язах.

Таблиця 13. Сили внутрішні відносно тіла людини

Назва сили	Різновиди внутрішньої сили	Фактори, які впливають на силу
Сили активної дії: Тягова сила м'язів (зусилля м'язів).	Переборювальні рухи (подолання сили тяжіння – підняття тягаря, виконується позитивна робота). Поступальні рухи (надходження сили тяжіння – опускання тягаря, виконується від'ємна робота).	Залежить від сукупності механічних, анатомічних і фізіологічних умов.
Сили пасивної протидії.	Статистичні сили діють у спокої, постійні, рухів не викликають: а) реактивні сили, пов'язані з реакцією, є зв'язками, обмежують рухи, динамічні сили виникають під час руху або всього тіла.	Реакція опори, напруження в суглобах, кістках.

Таблиця 14. Сили зовнішні відносно тіла людини

Назва сили	Характеристика сили	Формула
Сила тяжіння тіла.	Міра притягування тіла до землі з урахуванням її обертання.	$C = mg$
Сила інерції зовнішнього тіла.	Міра дії на тіло людини з боку зовнішнього тіла, яке прискорюється людиною.	$F_{in} = -ma$
Сили дії середовища (води, повітря) 1 Виштовхувальна сила. 2 Лобовий опір. 3 Підйомна сила.	Міра дії води на занурюване в неї тіло. Сила, з якою вода (повітря) перешкоджає руху тіла відносно неї. Сила, яка діє з боку середовища на тіло, розташоване під кутом до напрямку руху.	Вимірюється вагою виштовхувального об'єму рідини і спрямована, вгору $R_x = SCxv^2$ $R_y = Scurv^2$
Реакція опори.	Міра протидії опори при дії на неї тіла, яке перебуває з нею у контакті (в спокої або русі).	Дорівнює силі дії тіла на опору, спрямована в протилежний бік і прикладена до цього тіла.
Сила тертя.	Міра протидії руху тіла, котра спрямована по дотичній до поверхні тіла, які притискаються.	$T = NK_{тр}$, де $K_{тр}$ – коефіцієнт тертя, N – сила нормального тиску.
Сили пружної деформації.	Міра дії деформованого тіла на інші тіла, які викликають цю деформацію.	$F = XR_{пр}$.

Таблиця 15. Міра дії сили й міра зміни руху

Умови дії сили.	Міра дії сили		Міра зміни руху	
	Поступальний рух.	Обертальний рух.	Поступальний рух.	Обертальний рух.
Дія сили в часі.	Імпульс сили $S = Ft$.	Імпульс моменту сили $S_z = M_z(F)t$.	Кількість руху $K = mv$.	Кінетичний момент $R = IR^2$.
Дія сили в просторі.	Робота сили $A = FS$.	Робота моменту сили $A_z = M_z(F)?$	Кінетична енергія $E_k = mv^2/2$.	Кінетична енергія $E_k = I\omega^2/2$.

Хід роботи

1. За допомогою кистьового динамометра визначити максимальну силу тиску правої і лівої кисті. Після максимального тиску досліджуваному потрібно виконати напруження 50 % від максимального. Встановити величину помилки у відсотках (+10%). Становим динамометром виміряти силу розгиначів тулуба.
2. Встановити залежність між показниками сили і масою тіла обстежуваного. Визначити статичну й динамічну вагу: в стані спокою, під час присідання і вставання. Зробити висновок.
3. Розрахувати статичну роботу при утриманні вантажу вагою 5, 10кг, а також при роботі м'язів рук (динамічна робота).
4. Визначити кут згинання і розгинання у колінному суглобі.

Показники занести в таблицю і проаналізувати

Прізвище	Маса тіла в кг	Динамометрія % помилки			Кут згинання і розгинання	Статична вага	Динамічна вага
		права	ліва	станова			

Контрольні запитання

1. Дати визначення сили, взаємодії, дії і протидії.
2. Розкрити зміст другого закону Ньютона.
3. Як визначається дія сили в часі й просторі поступального та обертового рухів.
4. Охарактеризувати внутрішні сили.
5. Дати характеристику зовнішнім силам (визначення, формули).

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 11. Енергетичні характеристики рухів людини

Мета: навчитися визначати загальні енергетичні витрати на виконання фізичних вправ, ознайомитися з методикою розрахунків різних енергетичних показників.

Обладнання: таблиці для визначення енергетичної вартості фізичних вправ, таблиця Гарріса-Бенедікта (для визначення основного обміну).

Теоретичне обґрунтування

Відомо, що добові енерговитрати (ДЕВ) спортсмена містять у собі у себе основний (ОО) та додатковий обміни (ДО). $ДЕВ = ОО + ДО$.

Додатковий обмін у свою чергу містить енерговитрати на травлення й енерговитрати на різні види діяльності: фізичну і розумову. ОО – це мінімальні енерговитрати організму в стані спокою (витрати енергії для забезпечення

роботи внутрішніх органів і підтримки м'язового тону організму в умовах повного фізичного й психічного спокою через 12–16 годин після останнього вживання їжі). Він розраховується за формулою:

$OO = A + B$. Значення А і В знаходимо за таблицею Гарріса-Бенедикта. Для визначення А необхідно знати вагу тіла, а для В – його вік і зріст.

Енерговитрати на травлення їжі залежить від її походження і складають 10% від ОО для їжі рослинного походження і 15% – білково-жирового походження; при змішаному харчуванні – 12% від основного обміну.

Енерговитрати на діяльність включають у себе поняття:

1. Енергетична потужність (ЕП) – це кількість енергії, яка витрачається в середньому за певний час (1 хвилину) при виконанні даної вправи. Як фізична величина ЕП вимірюється в Вт, ккал/хв., кдж/хв., як фізіологічна в МЕТх (метаболічний еквівалент – це кількість O_2 , що використовується за 1 хв. на 1 кг ваги в умовах повного спокою лежачи). $1 \text{ МЕТ} = 3,5 \text{ мл } O_2 \text{ кг/хв.}$
2. Загальна енергетична вартість (ЗЕВ) – це добуток середньої енергетичної потужності на час.
3. Загальні енергетичні витрати (валові енерговитрати) – це кількість • енергії, що витрачається за час виконання всієї вправи в цілому.

Для оцінки фізичних вправ за енергетичними показниками необхідно враховувати: а) характер виконуваної роботи (аеробний, анаробний); б) об'єм активної м'язової маси, що залучена до роботи (локальні, регіональні, глобальні групи м'язів); в) вага тіла, вік, стать, ступінь тренуваності; г) вплив факторів зовнішнього середовища.

Фізичні вправи містять різні за формою рухи: поступальні та обертальні, тому необхідна їх енергетична характеристика.

Механічна робота використовується на збільшення потенціальної енергії, яка визначається за формулою: $E_{\text{пот}} = mgh$, де h – відстань ЗЦТ над землею.

При поступальному русі потенціальна енергія перетворюється на кінетичну й визначається за формулою: $E_{\text{кін}} = mV^2 / 2$.

При обертовому : $E_{\text{кін}} = I \omega^2 / 2$.

Повну механічну енергію рухового тіла знаходимо за формулою:

$$E_{\text{пов}} = mgh + mV^2 / 2 + I \omega^2 / 2.$$

Для енергетичних характеристик фізичних вправ використовуються такі показники, як:

1. Коефіцієнт економічності чи коефіцієнт метаболічної енергії
 $KME = A/E * 100\%$,
де А – робота сили, Е – метаболічна енергія, що виробляється в організмі людини.
2. Енергетична вартість 1 метра шляху корисної роботи:
 $EB = E \text{ (вт)} / V \text{ (м/с)}$.
3. Пульсова вартість метра шляху: $P_v = ЧСС / 60 * \text{м/с}$.

Хід роботи

1. Визначити основний обмін за допомогою таблиці Гарріса-Бенедікта.
2. Розрахувати енергетичну вартість бігу, ходьби, плавання.
3. Розрахувати валові енерговитрати під час тренування.
4. Розрахувати роботу сили й енергетичну потужність спортсмена, що лізе по канату на відстань 5 м за 10 сек.

Таблиця 16. Витрати енергії при заняттях фізичною культурою та спортом

1. Активні вправи	0,0690
2. Ранкова зарядка	0,0648
3. Розминка (біг)	0,1357
4. Ходьба: повільна 3 км/год. – 50–70 хв.	0,0469
Помірна 5,5 км/год. – 92–120 хв.	0,0818
Швидка 8,5 км/год. – 140–180 хв.	0,1549
5. Біг зі швидкістю 6 км/год - 100 м/хв.	0,1160
10 км/год. – 166 м/хв.	0,1500
13 км/год. – 216 м/хв.	0,2600
Швидкісний 60 м/хв.	0,6500
200 м/хв.	0,1675
6. Боксом	0,0727
7. Борьба	0,1867
8. Велоспорт 3,5 км/год.	0,0430
9,0 км/год.	0,0590
15,0 км/год.	0,1080
30,0 км/год.	0,2050
9. Гімнастика: вис на кільцях	0,0920
кінь	0,1030
вільні вправи	0,0845
на знаряддях	0,1280
перекладина	0,1333
10. Плавання: із швидкістю 0,6 км/год. – 10 м/хв.	0,0500
1,2 км/год. – 20 м/хв.	0,0600
3,0 км/год. – 50 м/хв.	0,1650
4,2 км/год. – 70 м/хв.	0,4350
11. Спортивні ігри : баскетбол	0,1905
волейбол	0,0595
настільний теніс	0,0667
футбол	0,1190
гандбол	0,1985

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 12. Визначення статичної і динамічної рівноваги тіла спортсмена

Мета: біомеханічне дослідження статичної пози й оцінка її ролі в ефективному розв'язанні рухового завдання.

1. Обґрунтування необхідності й актуальності визначення статичних поз у спорті як одного з елементів спортивної техніки.
2. Аналіз статичних поз, які характерні для спортивної спеціалізації і вибір пози для дослідження.
3. Визначення ЗЦВ (координата) у фіксованій позі за фотограмою аналітичним і графічним методом.

Теоретичне обґрунтування

У наш час даліше зростання спортивних результатів уже не може ефективно розв'язуватися тільки підвищенням інтенсивності та обсягу навчально-тренувального процесу. Необхідний пошук нових способів підвищення його якості. Одним з таких способів є дослідження й оцінка біомеханічних резервів спортивної техніки.

Ця робота спрямовує зусилля студентів на практичне вивчення ресурсів, щоб зрозуміти біомеханічну суть елементів спортивної техніки як одного з основних методів розв'язання рухового завдання.

Наведемо деякі теоретичні поняття. Розглянемо спортивну техніку, сукупність окремих поз, які спортсмен набуває у процесі розв'язання рухового завдання. При цьому під позою ми розуміємо визначене взаєморозташування біокінематичних ланок тіла людини в зафіксований момент часу для розв'язання рухового завдання. Будемо розрізняти два види поз: статичні й динамічні пози. Статична поза – це поза, при якій координати всіх ланок тіла зберігають постійне значення відносно нерухомої системи відліку. Поза називається динамічною, якщо швидкість зміни координати хоч би одного з ланцюгів не дорівнює нулю.

На основі поняття ЗЦВ людини можна сказати, що при оптичній позі швидкість зміни координат ЗЦВ відносно нерухомої системи в першому наближенні дорівнює нулю; при динамічній позі швидкість ЗЦВ уже не дорівнює нулю, а саме ця характерна точка ЗЦВ називається у цьому разі центром інерції або центром мас (ЦМ) тіла.

Спортивна техніка розглядається тут як програма чергування статичних і динамічних поз (людини) спортсмена в процесі розв'язання рухового завдання. Тому біомеханічний аналіз спортивної техніки є, по суті, дослідження й оцінка статичних і динамічних поз тіла спортсмена. У даній роботі вивчається тільки найпростіша з них – статична поза.

Кожна з спортивних спеціалізацій має багато прикладів статичних поз. До них, зокрема, належать різні стійки, упор у спортивній гімнастиці, стартові пози в легкій атлетиці, плаванні та інших локомоторних видах спорту, пози штангіста, стрільба і т. ін. Характерно, що роль цих поз як елемента спортивної техніки може бути сучасно різною: якщо розглядати три основні фази руху (початкову, проміжну й кінцеву), то залежно від статичної пози до однієї з цих фаз можна оцінити й роль в ефективному розв'язанні рухового завдання.

Наприклад, якщо розглядати рухове завдання низького старту в спринті, то біомеханічна функціональна роль статичних поз у кожній з трьох основних фаз буде різною за цільовою установкою. Початкова фаза "На старт!" – зручна постановка стоп у колодках; проміжна фаза "Увага!" орієнтує таз і все тіло спортсмена над колодками й лінією старту; кінцева фаза "Марні!" є межею між статичною і динамічною позами.

На значну роль статичних поз у спорті вказує той факт, що в змаганнях у ряді випадків суддівськими правилами регламентується фіксація статичних поз. Характерним прикладом є фіксація штанги протягом 3 секунд у кінцевій фазі підняття штанги. Тому при розв'язанні рухового завдання у важкоатлетичних вправах (ривку, штовханні) необхідно акцентувати увагу не на піднятті ноги взагалі, а на фіксації статичних поз у кінцевій фазі підняття. Ця вимога має принциповий характер, бо дає змогу мобілізувати всі функціональні резерви спортсмена на психологічному, фізіологічному та біохімічному рівнях для досягнення кінцевої мети.

Прикладами регламентованих статичних поз можуть бути також стійка воротаря при пенальті, стійка хокеїста при вкиданні шайби, різні стійки гімнастів, акробатів та ін. Важливо також відзначити, що будь-яка зміна напрямку руху спортсмена відбувається через миттєву статичну позу.

Тіло людини в статичній позі будемо розглядати як складну біологічну систему, метою якої і забезпечення стійкої рівноваги. Доведено, що процес збереження пози – складний процес керування і регуляції. Тому коли говорять про статичну позу тіла людини, мають на увазі, що швидкості окремих точок тіла не дорівнюють нулю. Але в межах прийнятих допусків ці швидкості можна вважати достатньо малими і їх не враховувати. Для визначення координат ЗЦВ у декартовій системі відліку треба користуватись відомими формулами:

$$X_c = \frac{\sum P_i \cdot X_i}{F} \quad Y_c = \frac{\sum P_i \cdot Y_i}{F}$$

Аналітичний метод визначення ЗЦВ ґрунтується на теоремі Варіньона: "Момент рівнодійної сили відносно осі дорівнює алгебраїчній сумі моментів

складальних сил відносно тієї ж осі. Графічний метод: “Рівнодійна двох паралельних сил, які спрямовані в одну сторону, дорівнює сумі цих сил, їм паралельна й напрямлена в той же бік. Точка прикладання рівнодійної лежить на лінії дії цих сил і поділяє її на відрізки обернено-пропорційні силам”.

Для обчислення за формулами зручно користуватись таблицею Фішера.

Таблиця 17. Таблиця Фішера

	Частини тіла	Відносна вага ланцюга (%)	Абсолютна вага ланцюга (Н)	Довжина ланцюга (мм)	Відстань від прокс. кінця до ц. т. ланцюга (мм)	Абсциса ц. т. (м)	Момент тяжіння (н*м)	Ордината центра (н*м)	Момент сили тяжіння (н*м)
1.	Голова	7			-				
2.	Тулуб	43			44				
3.	Плеचे праве	3			47				
4.	Плече ліве	3			47				
5.	Передпліччя праве	2			42				
6.	Передпліччя ліве	2			42				
7.	Кисть права	1			-				
8.	Кисть ліва	1			-				
9.	Стегно праве	12			44				
10.	Стегно ліве	12			44				
11.	Гомілка права	3			42				
12.	Стопа права	2			44				
13.	Гомілка ліва	5			42				
14.	Стопа ліва	2			44				
15.		100				ΣPx			ΣPy

Хід роботи

1. Обрати статичну позу для дослідження.
2. Визначити ЗЦВ у даній позі аналітичним способом (у сагітальній площині) і графічним (у фронтальній площині).
3. Одержані при вимірах і розрахунках дані внести у відповідні таблиці.
4. Провести опис розташування ЗЦВ в обраній позі різними способами.

Контрольні запитання

1. Дати поняття статичної і динамічної пози.
2. Умови для рівноваги тіла або системи.
3. Види рівноваги.
4. Критерії стійкості тіла.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 13. Визначення пропорцій тіла й постави людини

Мета: навчитися визначати поставу, типи будови тіла, форму грудної клітки, діаметри плечей і таза та їх співвідношення.

Обладнання: ростомір, терези, товстотний циркуль, сантиметрова стрічка.

Теоретичне обґрунтування

Рухові можливості людини залежать від особливостей будови тіла: довжини й маси тіла; форми й пропорцій тіла; особливостей конституції; фізичного розвитку.

Під будовою тіла слід розуміти розміри, форми, пропорції та особливості взаємного розміщення частин тіла.

Фізичний розвиток – це комплекс функціональних і морфологічних особливостей організму, який визначає запас його фізичних сил. До структурно-морфологічних особливостей фізичного розвитку людини належать: ріст, маса, розміри тіла (діаметри й окружності частин тіла), а також форми відділів і частин тіла (спина, грудна клітка, ноги), постава, особливості скелета.

Конституція – це сукупність функціональних і морфологічних особливостей організму, яка складається на основі складових і набутих властивостей, котрі визначають своєрідність його реактивності.

Спадковість – це властива всім організмам здатність зберігати й передавати ознаки будови та розвитку від предків до потомства. Матеріальною основою спадковості є хромосоми (у людини 46), які зосереджені в ядрах усіх клітин живого організму. Одиницею спадковості є ген. У кожній хромосомі багато тисяч ген, а разом у всіх 46 хромосомах – близько 6 мільйонів. Передача за спадковістю ознак і властивостей організму забезпечує дезоксирибонуклінова кислота (ДНК).

Реактивність – це здатність організму певним чином відповідати на вплив звичних і хвороботворних подразників. Реактивність організму – одна з важливих сторін, що сформувалася у процесі еволюції, пристосувалася до зовнішнього середовища, яке постійно змінюється.

Для характеристики будови тіла необхідно визначити форми грудної клітки, спини, живота, ніг, стоп.

СХЕМА ВІКОВОЇ ПЕРІОДИЗАЦІЇ

№ з/п	Етапи (вік)	Періоди	Межа	Стать
1	Новонароджений		від 1 до 10 днів	
2	Грудний вік		10 днів – 1 рік	
3	Раннє дитинство		1 – 3 роки	
4	Перше дитинство		4 – 7 років	
5	Друге дитинство		8 – 12 років	Хлопчики
			8 – 11 років	Дівчатка
6	Підлітковий вік		13 – 16 років	Хлопці
			12 – 15 років	Дівчата
7	Юнацький вік		17 – 21 рік	Юнаки
			16 – 20 років	Дівчата
8	Зрілий вік	I період	22 – 35 років	Чоловіки
			21 – 35 років	Жінки
		II період	36 – 60 років	Чоловіки
			36 – 55 років	Жінки
9	Похилий вік		61 – 74 роки	Чоловіки
			56 – 74 роки	Жінки
10	Старечий вік		75 – 90 років	
11	Довгожителі		91 рік і старше	

Форма грудної клітки – визначається за розміщенням ребер, надчеревного кута й відношення передньо-заднього діаметра до поперечного. У здорових осіб трапляються такі основні форми грудної клітки: конічна, циліндрична, сплюснута. Серед осіб, які не займаються спортом, – конічна форма грудної клітки. Її ознаки: горизонтальне розміщення ребер, надчеревний кут більший прямого, передньо-заднього діаметр складає 71–72% поперечного. У спортсменів частіше буває циліндрична форма: ребра розміщені горизонтально, надчеревний кут прямий, відношення передньо-заднього діаметра до поперечного в межах 72–74%.

Сплюснута форма грудної клітки характеризується: ребра опушені, надчеревний кут менший прямого, передньо-задній діаметр щодо поперечного менший 70%.

Форма спини буває: нормальна, кругла, сідлоподібна, плоска. Форма спини визначається за величиною вигинів хребта.

Форма живота залежить від стану м'язів черевної стінки й розвитку жирового шару. Розвиток м'язів черевної стінки визначається як слабкий, середній, добрий.

Форма ніг вважається нормальною, якщо при стійці “струнко” стегна й голілки зімкнуті або між ними є невелике просвічування у ділянці колінних суглобів або між латеральними кісточками. Ноги можуть мати О-подібну форму (п’ятки зімкнуті, а коліна не стикаються) і Х- подібну форму (коліна стикаються, а п’ятки ні). Ступінь О- Х- подібної форми ніг визначають сантиметровою стрічкою: у першому випадку – між колінними суглобами з внутрішньої сторони, а в другому – між латеральними кісточками.

Форма стоп – може бути нормальною, сплюснутою і плоскою.

Вимірювання діаметрів. Для цього користуються великим товстотним циркулем. При вимірюванні плечового діаметра (ширина плечей) кінці ніжок циркуля ставлять на акроміальні відростки лопаток у точках, що найбільше виступають збоку.

Визначаючи передньо-задній діаметр грудної клітки, одну ніжку циркуля ставлять спереду на середньо-грудинну точку (ділять грудину навпіл), а другу – ззаду на остисті відростки хребців. При вимірюванні поперечного діаметра грудної клітки ніжки циркуля ставлять у пахові ямки на рівні середньогрудинної точки в місці пересічення її з середньою паховою лінією.

Ширина таза визначається так: кінці товстотного циркуля ставлять на гребневі точки збоку.

Хід роботи

1. Зібрати анамнестичні дані опитуванням про обстежуваного /вік, стать, характер професійної діяльності, стан здоров’я, спортивна спеціалізація, класифікація /вид спорту, розряд//.
2. Визначити тип конституції і поставу обстежуваного за вигинами хребта /форма спини/. Тип конституції визначити згідно з класифікацією В.М.Чорноручького.
3. Виміряти діаметри плечей і таза й визначити їхнє співвідношення.
4. Визначити форму грудної клітки за співвідношеннями передньо-заднього діаметра грудної клітки до поперечного. Діаметри грудної клітки вимірюються товстотним циркулем.
5. Визначити пропорційність розвитку грудної клітки за допомогою індексу Ерісмана. Індекс Ерісмана визначають відніманням з величини окружності грудної клітки /пауза/ половини зросту стоячи. У чоловіків середнім вважають +5,8 см, а в жінок +3,8 см. У дітей індекс може бути від’ємним.
6. Визначити пропорційність будови тіла за відношенням довжини ніг до довжини тулуба.

зріст стоячи – зріст сидячи x 100.

зріст сидячи

Оцінка:

87–92 % – фізичний розвиток пропорційний;
менше 87 % – відносно мала довжина ніг;
більше 92 % – велика довжина ніг.

7. Визначення гармонійності будови тіла за співвідношенням окружності грудної клітх 100.

окружність грудної клітки (пауза) см \times 100.
зріст стоячи (см)

Оцінка:

50–55% – нормальна будова тіла;
менше 50 % – розвиток слабкий;
більше 55% – високий розвиток.

8. Визначити показник стану постави: за допомогою стрічки виміряти ширину плечей /відстань між акроміальними відростками одного й другого плеча / спереду/ й дугу спини /ззаду/, відстань між акроміальними відростками.

ширина плечей (см) \times 100.
величина дуги спини(см)

Оцінка:

100–110% – нормальний стан постави;
менше 90% або більше 110% – порушення постави.

Висновки і пропозиції.

Контрольні запитання

1. Що вивчає диференційна біомеханіка?
2. Дати визначення поняття рухові можливості.
3. Вказати, від чого залежать рухові можливості людини.
4. Що є основним природним критерієм оптимальності, який сформований у процесі розвитку життя на землі?
5. Що означає для дорослої людини принцип мінімуму енерговитрат у нормальних умовах?
6. За яким правилом організується у дітей природна рухова діяльність?
7. На що спрямована природна рухова діяльність дітей?
8. Перерахувати, які фактори впливають на вдосконалення рухових можливостей у процесі вікового розвитку?
9. Які періоди в житті людини навивають сензитивними?
10. Як взаємодіють дозрівання і навчання в різні періоди вікового розвитку?
11. Руховий вік: середній рівень, акселеренти і ретарданти.
12. Що означає прогнозування показників моторики, ювінільні й дефенетивні показники?

13. Чим відрізняються показники календарного й рухового віків, у яких випадках вони збігаються?
14. Рухові переваги: ліворукі, праворукі й амбідекстрики.
15. Що означає поняття “домінантна рука”?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 14. Розвиток склепіння стопи в дитячому шкільному віку

Мета: ознайомитися із закономірностями формування опорної і ресорної функцій стопи в процесі онтогенезу та з методами дослідження розвитку склепіння.

Теоретичне обґрунтування

Стопа є опорним і ресорним апаратом тіла людини, його живим підставом. Стопи витримують масу тіла, забезпечують пружність ходи, амортизуючи струси тіла при ходьбі, бігу, стрибках. Ці функції стопа виконує завдяки своїй склепінній будові. Кісткові склепіння стопи визначаються формою кісток, що їх утворюють, і утримуються зв'язками, м'язами та їхніми сухожиллями. При різних патологіях можливе опускання склепінь, що призводить до розвитку плоскостопості, яка і часто супроводжується болісними відчуттями.

Ходьба – природний спосіб пересування, що являє собою добре автоматизовану циклічну локомоцію. У звичних умовах ми не замислюємося, як нам іти, коли і як переносити масу тіла на іншу ногу. Усе відбувається автоматично. Людина має лише цільову настанову. Важливо і те, що в акті кроку бере участь увесь опорно-руховий апарат. Це дає змогу проводити дослідження не тільки функцій нижніх кінцівок, але й вище розташованих відділів. Найважливішою частиною тіла, що забезпечує нормальне здійснення процесу ходьби, є стопа.

Вивченню особливостей будови стопи людини у віковому аспекті присвячено досить велику кількість праць: (1–4, 6, 7), однак багато особливостей морфогенезу стопи залишаються недостатньо висвітленими. Зокрема, недостатньо вивчено вікові зміни склепіння стопи, що ускладнює можливість отримати уявлення про розвиток такої функціонально важливої ресорної особливості стопи, як органи опори. Тимчасом, ці дані мають практичне значення для попередження і профілактики захворювань опорно-рухового апарату.

Мета дослідження: біомеханічне вивчення стопи хлопчиків і дівчаток середньої школи у віці від 7 до 16 років.

Завдання дослідження: аналіз спеціальної і науково-методичної літератури, дослідження плантограм відбитків стоп школярів, а також оцінка стану склепінь стоп дітей шкільного віку в онтогенезі.

Методи. Для розв'язання поставлених завдань використовують такі методи: педагогічні спостереження, антропометрії стопи та метод плантографії, який полягає у знятті відбитків лівої і правої стоп; педометрії – метод оцінки стану склепіння стоп через її вимірів. Отриманий цифровий матеріал опрацьовувався методом математичної статистики. При цьому визначаються: середнє арифметичне; дисперсія; середнє квадратичне відхилення; коефіцієнти кореляції.

Результати дослідження біомеханічних властивостей стопи дітей 7–16 років і вагозровових показників по роках подано в табл. 1 і 2.

Вивчення отриманих даних показало, що вагозровові показники обстежених дітей мають загальновідому закономірність статевовікових змін і наближаються до прямолінійної залежності. При цьому з віком як у хлопчиків, так і у дівчаток, спостерігається достовірне зростання вагозровових показників.

Збільшення лінійних розмірів довжини стопи в дітей відображає прямолінійну залежність від віку (див. табл. 1). Аналіз залежності показників довжини стопи від росту в контингенту, який спостерігався, виявив істотний кореляційний зв'язок. Так, у 7–8 років вона становила 0,7–0,9, однак із віком ця залежність зменшується і до 16 років становить 0,1–0,4. Ми вважаємо, що це пов'язано з уповільненням процесів росту як стопи, так і всього опорно-рухового апарату. Відомо, що в хлопчиків збільшення протягом року довжини тіла в 7 років становить 6 см, а в 16 років – лише 3,2 см (5). Це характерно також і для розвитку стопи.

Вивчення цифрових величин, що характеризують вікові особливості основних розмірів стопи, показало, що середня довжина правої стопи в період від 7 до 16 років збільшується від 19,2 до 23 см у хлопчиків, і з 18,8 до 22,5 см – у дівчат. Приріст за рік досягає 10–12 мм, дещо збільшуючись у період статевого дозрівання, а з 15 років зменшується до 1–4 мм. Стосовно різниці у довжині правої та лівої стоп, то вона непостійна.

Середня ширина правої стопи в зазначений період зростає в межах 7–9 см у хлопчиків і 6–8 см – у дівчаток. Приріст за рік відбувається досить рівномірно й становить 1–6 мм. Права й ліва стопи за шириною майже однакові, хоча ліва і за довжиною, і за шириною в середньому може бути менша правої, котра, як звичайно, за середніми розмірами не була вузькою, ніж стопа хлопчиків цього ж віку. Отримані дані повністю узгоджуються з даними (1, 3, 4).

Абсолютним розміром висоти стопи її внутрішнього повздовжнього зводу прийнято вважати відстань від нижнього краю бугристості човноподібної кістки до поверхні підлоги під час опори на підшви. Сама човноподібна кістка в побудові склепіння, із погляду механіки, виконує, наче роль замка (6, 7), що протидіє силам стискання, яке виникає в склепінні під час опори. Цей розмір хоча й не може характеризувати ступінь розвитку склепіння, однак його лінійний розмір дає конкретне поняття про висоту склепіння стопи обстежуваної особи.

Таблиця 18. Показники довжини й ширини стопи у віковому аспекті

Вік, років	Зріст, см	маса, кг	Довжина стопи, см								Ширина стопи, см							
	\bar{X}	\bar{X}	Min-max	\bar{X}		Дисперсія, δ^2		Середнє квадратичне, δ		Min-max	\bar{X}		Дисперсія, δ^2		Середнє квадратичне, δ			
				п	л	п	л	п	л		п	л	п	л	п	л		
																	п	л
ХЛОПЧИКИ																		
7-8	128,5	28,3	17,2- 21,5	19,2	19,2	2,4	2,4	24,8	24,6	5,9-7,0	6,5	6,4	0,15	0,13	1,58	1,36		
9-10	138,4	33,7	18,5- 22,5	20,7	20,6	1,6	1,4	20,75	20,67	6,0-7,4	6,8	6,79	0,14	0,13	6,89	6,79		
11- 12	152,2	42,4	19,5- 24,5	22,6	22,4	1,85	1,9	29,6	30,7	6,0-8,5	7,31	7,24	0,54	0,57	8,6	9,2		
13- 14	158,1	46,4	22,0- 24,7	23,1	23,1	1,32	1,34	10,5	10,7	7,0-8,9	7,7	7,7	0,39	0,43	3,1	3,5		
15- 16	167,3	58,8	22,0- 27,5	23,7	23,8	2,6	2,9	32,0	33,6	8,5-10,2	9,1	9,0	0,29	0,38	3,2	4,0		
ДІВЧАТА																		
7-8	125,5	25,1	17,3- 26,0	18,8	18,8	6,8	7,0	12,0	13,5	5,5-6,5	6,07	6,01	0,17	0,22	1,54	2,0		
9-10	145,8	38,6	19,3- 23,0	21,1	20,9	2,3	2,1	4,5	10,7	6,4-8,0	7,1	7,1	0,3	0,3	1,7	1,6		
11- 12	152,2	42,4	21,0- 24,4	22,6	22,5	1,12	1,0	10,1	9,3	6,8-8,2	7,3	7,4	0,3	0,2	2,7	1,8		
13- 14	161,6	49,9	21,0- 24,5	22,5	22,7	0,3	0,5	1,8	2,7	7,0-8,0	7,7	7,7	0,2	0,2	1,0	1,0		
15- 16	163,5	52,0	22,0- 23,7	23,0	22,8	0,7	0,6	9,9	8,5	7,2-8,7	8,1	8,0	0,1	0,2	1,8	2,6		

Умовні позначки: П – права, Л – ліва, Х – середні значення показників.

За отриманими даними, висота склепіння стопи в дітей від одного до двох років у середньому становить 17–19 мм, а до 18 років досягає 40–44 мм (3). Таким чином, висота склепіння за зазначений період збільшується у два рази. У дівчаток, як і слід було очікувати, склепіння у середньому на 4 мм нижче, ніж у хлопчиків. Це явище, слід думати, пов'язане з меншими розмірами стопи дівчаток. Що стосується різниці між висотою склепіння правої і лівої стоп, то на нашому матеріалі вона не відзначається.

Збільшення відносної висоти склепіння стопи за період від семи до 16 років зростає у середньому на 12 мм. Це незначна зміна за такий період, у котрому й починається опорна функція стопи і в основному закінчується її ріст. Така особливість у розвитку склепіння стопи зумовлена тим, що звід до моменту початку статолокомоторної функції виявляється в основному сформованим, і його розвиток надалі пов'язаний із ростом стопи в цілому.

Приріст за рік висоти стопи міститься в межах 1–5 мм у хлопчиків і 1–4 мм – у дівчаток: висота стопи в хлопчиків більша, ніж у дівчаток. До 14 років різниця становить 1–2 мм, потім збільшується, досягаючи в 16 років, – 7 мм.

У дітей і підлітків від семи до 16 років відстань бугристості човноподібної кістки від підлоги збільшується у хлопчиків від 31 до 44 мм, у дівчаток – 29–40 мм. Приріст за рік коливається у межах 1–3 мм. Особливу увагу необхідно привертати до дітей, які мають показник сплюснення стопи вище середніх розмірів. Плоска стопа спостерігається у 3–5% дівчаток віком 10, 11, 12, 16 років і в хлопчиків – 13 років. Аналіз залежності показників сплюснення стопи показників від росту й маси в обстежуваних школярів істотного кореляційного зв'язку ($r = 0,1-0,3$) не виявив.

Таблиця 19. Висота склепіння стопи (висота бугристості човноподібної кістки над підлогою)

Вік, роки	Зріст, см	Маса тіла, кг	Права стопа, мм				Ліва стопа, мм			
			Min-max	$X \pm m$	δ_2	δ	Min-max	$X \pm m$	δ_2	δ
ХЛОПЧИКИ										
7–8	128,5	28,3	22–45	$31 \pm 1,39$	4,9	15,0	20–47	$31 \pm 0,41$	5,1	16,0
9–10	138,4	33,7	20–46	$33 \pm 0,50$	5,2	15,7	19–46	$33 \pm 0,52$	5,5	16,6
11–12	152,2	42,4	21–48	$37 \pm 0,54$	6,0	16,4	20–49	$36 \pm 0,53$	5,8	16,0
13–14	158,1	46,4	23–51	$40 \pm 0,56$	5,8	14,3	24–50	$41 \pm 0,58$	6,1	14,6
15–16	167,3	58,8	25–52	$44 \pm 0,60$	6,4	14,5	24–53	$43 \pm 0,59$	6,3	14,5
ДІВЧАТА										
7–8	125,5	25,1	20–40	$29 \pm 0,38$	4,6	16,0	20–40	$29 \pm 0,39$	4,8	16,0
9–10	145,8	38,6	21–43	$30 \pm 0,52$	5,0	17,0	20–41	$29 \pm 0,51$	4,9	16,8
11–12	152,5	42,4	19–49	$34 \pm 0,51$	5,3	15,5	21–50	$35 \pm 0,50$	5,2	15,0
13–14	161,6	49,9	22–48	$38 \pm 0,50$	5,3	14,1	21–49	$38 \pm 0,48$	5,1	13,4

Хід роботи

Одержання відбитків стоп у школярів методом плантографії.

Дитяча стопа має ряд особливостей, що відрізняються від стопи дорослої людини. Дитяча стопа відносно коротка, широка й звужена в п'ятковій ділянці, склепіння стопи в основному формується до 11–12 років, а стопа в цілому – до 16–18 років.

За формою стопу відрізняють: нормальну, сплюснуту й плоску.

Для визначення форми стопи застосовують метод плантографії, що міститься в наступному. Береться папір і змазується тонким і рівномірним шаром 10% розчином таніну в спирті. Піддослідний стає ногами у ванночку, в якій міститься вата, змочена 10% розчином хлористого заліза. Коли змоченими підшвами піддослідний одночасно обома ногами стає на папір, що лежить на підлозі і злегка присідає для одержання більш чіткого відбитку сліду стопи, то одержуємо чорний відбиток стопи. На ногах фарба не залишається. Для виконання названого завдання необхідно в I–X класах одержати відбиток стоп в учнів.

Оцінка форми стопи за індексом Чижина.

Для визначення ступеня плоскостопості користуються індексом Чижина. На відбитку стопи проводяться лінії.

1. Дотична лінія АВ з боку великого пальця.
2. Лінія СД від основи другого пальця до середини п'ятки.
3. Лінія СД ділиться навпіл перпендикулярній до неї лінії.

У місці перетину перпендикуляра із зовнішнім краєм відбитку ставимо крапку, а зі сторони внутрішнього склепіння місце перетину перпендикулярно з відбитком літерою “б”, а перетин перпендикулярно з дотичною лінією АВ позначається літерою “в”, лінійкою вимірюється ширина відбитку стопи – відрізок а–б (зовнішнє опорне склепіння), і б–в (внутрішнє ресорне склепіння).

За їх співвідношенням роблять висновок про форму стопи. Величина співвідношення індексу від 0 – 1,0 характеризує нормальну стопу, від 1,0 – 2,0 – сплюснену, а більше 2,0 – плоскостопість.

Одержані дані індексу Чижина заносяться у зведену таблицю з подальшим аналізом і висновками.

При обробці даних індексу Чижина звернути увагу на вікові зміни цього показника в дітей з віком і в зв'язку із спортивною спеціалізацією. Дітям із сплюсненою і плоскою стопою разом з лікарем розробити комплекси коригувальних вправ.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 15. Рухові переваги (асиметрія) у школярів

Мета: ознайомитися з методикою визначення домінантної руки, з'ясувати кінетичні параметри функціональних можливостей рухового аналізатора ліворуких й праворуких школярів.

Обладнання: сантиметрова стрічка, периметр Форстера, ніжки Вебера (циркуль), кінемометр кистьовий й для ніг, кутомір, динамометр, секундомір, пов'язка для очей, обчислювальна техніка.

Теоретичне обґрунтування

Асиметрія функцій півкуль головного мозку характерна тільки для людини, відтак є, мабуть, ознакою відмінності його мозку від тварин. Встановлено, що ліва півкуля задіяна в аналітичних процесах, особливо в побудові та розумінні мови й опрацьовує вхідні сигнали послідовним чином. Права півкуля забезпечує певні навички в поводженні з просторовими сигналами, наділяє людину музичними здібностями й опрацьовує інформацію цілісним способом. Спостереження за “розщепленим” мозком (коли перерізане мозолисте тіло й півкулі не мають зв'язку одна з одною) показали, що кожна півкуля володіє незалежною свідомістю. Цей факт використовується у дослідженнях роздвоєння особистості, що спостерігається за якихось обставин у цілісному мозку, а також у діагностиці психічних розладів.

Анатомічно кожна півкуля зв'язана з протилежною половиною тіла (всі шляхи, що з'єднують півкулі мозку з тілом, перехрещуються), але оскільки основна діяльність півкуль зводиться до організації складних координованих рухів, то й вивчення відмінностей в органах руху є важливою проблемою. Рухи органів правої половини тіла розвинуті краще, ніж лівої. Уважають, що перевага в рухах правої руки просторово зручніша, тому із стародавніх часів людина більше рухів виконувала правою рукою, а ліва півкуля регулюючи ці рухи, вдосконалювалась тренуванням. Крім того, спілкування первісних людей здійснювалось переважно жестами, отже, в лівій півкулі формувались, можливо, спочатку примітивні центри звукового спілкування, а далі – мови та мовного мислення. Ліва півкуля спеціалізувалась у сприйнятті та аналізі слів, права – в сприйнятті емоційного вираження, тобто інтонації. Ліва півкуля набрала переваги в управлінні рухами, а права – в орієнтації у просторі.

Відмінності лівої та правої півкуль тільки функціональні. Про це свідчать факти відновлення мовних функцій у випадках руйнування мовних зон у лівій півкулі. Вони формуються, як встановлено, в правій півкулі. У ліворуких, як уважають, функціонують центри мови в обох півкулях. Деякі дослідники, вивчаючи особливості інтелектуального обдарованих людей, стверджують, що серед них багато ліворуких. Схильність до ліворуконості в дитячому віці інколи грубо забороняють (прив'язують ліву руку, б'ють). Тоді настає заїкання

— вада мови, що важко усувається. Слід так навчати дитину рухів, щоб працювали обидві руки однаково. Це забезпечить їй не тільки великі зручності в роботі, але й кращий розвиток мови та мовного мислення.

Американський нейрохірург Джозеф Боген, який досліджував хворих з розщепленим мозком, уважає, що вивчення міжпівкульних відмінностей має важливе значення для освіти. Він стверджує, що перевага у вивченні мов та в аналітичному мисленні зумовлює зневагу до розвитку абстрактних здібностей. Цілком можливо, що в таких умовах права півкуля мозку “голодує”, і її внесок у розвиток особистості ігнорується.

Відчуття положення частин тіла та його переміщення називається м’язово-суглобовим відчуттям (м’язовою пам’яттю). Ці відчуття є функціями рухового аналізатора, за допомогою якого відбувається розрізнення усіх основних параметрів руху: за амплітудою, спрямованістю, величиною зусиль, швидкістю, часом. Периферичний відділ цього аналізатора – пропріорецептори м’язів, сухожилків, зв’язок.

Найменша відмінність у кожному з параметрів руху, що сприймає людина, називається порогом розрізнення. Здатність повторювати рух при відсутності зорового контролю – м’язова пам’ять – неоднакова в різних людей до різноманітних параметрів руху взагалі й особливо у ліворуких стосовно праворуких. Рухові асиметрії в процесі навчання і тренування можуть значно вдосконалюватися.

Більшість людей виконують побутові, виробничі й спортивні рухи певною рукою, ногою, у один і той же бік. Такі рухові асиметрії називають руховими перевагами. Сторона або кінцівка, якій надається перевага, називається домінантною (основною). Люди, які добре володіють обома кінцівками, називаються “амбідекстриками” (від лат. “амбо” – ва, “декстер” – правий).

Існує уявлення, що орієнтовно 25% людей народжуються праворукими, 25% “ліворукими і 50% “амбідекстриками. Потім під впливом соціальних факторів усі амбідекстрики й більшість ліворуких стають праворукими. Більшість людей у розвинених країнах прагнуть переважно користуватися правою рукою. Права нога є маховою, а поворот вони звично роблять у лівий бік.

У спорті вміння виконувати технічні дії в обидві сторони в спортивних єдиноборствах і спортивних іграх є показником високої спортивної майстерності.

Робота 1. Методика визначення головної (домінантної) руки в дитячій

Чи може вчитель, тренер визначати головну руку? Вважається, що не тільки можуть, але й повинні це вміти роботи.

Існує декілька способів визначити головну руку: один із них – опитування, другий – експериментальне тестування в діяльності при виконанні дітьми побутових і графічних дій. Існує спрощений варіант, запропонований співробітниками НДІ фізіології М.Г.Князевою і В.Ю.Вільдавським. Ці тести містять ігрові завдання, підібрані з урахуванням способів маніпуляції, які властиві дітям дошкільного й молодшого віку. При виконанні тестування учитель повинен сісти напроти дитини (краще за столом), але не збоку. Оточення повинно бути спокійним, не потрібно фіксувати увагу дитини на тому, що ви визначаєте головну руку. Можна розпочати тестування такими словами: “Зараз ми з тобою пограємось” або “Давай-но попрацюємо разом: я буду давати тобі завдання, а ти намагайся їх гарно виконувати”. Всі пристосування, посібники, предмети треба покласти перед дитиною строго посередині столу на певній відстані від правої і лівої руки.

Перше завдання – малювання. Покладіть перед дитиною клаптик паперу й олівець, запропонуйте їй намалювати те, що вона захоче (або зможе). Не підганяйте дитину. Після того, як дитина закінчить, попросіть її намалювати те ж саме іншою рукою. Часто діти відмовляються: “Я не вмію”. Можете заспокоїти її: “Я знаю, що це важко намалювати такий же малюнок правою (лівою) рукою, але ти постарайся”.

Друге завдання – відкриття невеликої коробочки. Провідною буде вважатися та рука, яка виконує активні рухи.

Третє завдання – побудова кринички із сірників. Провідна та рука, яка активно виконує дії.

Четверте завдання – гра в м’яч. Потрібен невеликий м’яч, який можна кидати й ловити однією рукою. М’яч кладеться на стіл перед дитиною, і ви просите її якомога точніше кинути м’яча в ціль. Головна та рука, якою дитина кине м’яч.

П’яте завдання – вирізання ножицями за контуром малюнка на будь-якій карточці. Головна та рука, якою дитина тримає ножиці.

Шосте завдання – нанизування бісеру, гудзиків на голку з ниткою. Головною буде та рука, яка виконує активні рухи незалежно від того, в якій руці голка.

Сьоме завдання – виконання колових рухів при відкриванні кришечок на пляшечках з-під ліків. Пропонують дві-три пляшечки. Головна та рука, яка виконує активні рухи.

Восьме завдання – розв’язування вузликів. Передчасно потрібно не туго зав’язати декілька вузликів. Провідна та рука, яка розв’язує вузлики.

Дев’яте завдання – “Побудуй із кубиків будиночок, машину тощо”. У цьому завданні важче оцінити ліву руку, ніж в інших, бо цей вид роботи діти

виконують обома руками. Тому доцільно поспостерігати, якою рукою дитина частіше бере кубики, викладає їх. Якщо ви помітили, що дитина стомилась, нехай відпочине.

Результати дослідження виставляються у протокол.

Ще одне важливе питання: необхідно з'ясувати й занести у протокол, чи є в дитини родичі-лівші (брати, сестри, дідуся, бабусі). Це можна зробити під час бесіди з батьками.

Батьки ліворуких дітей намагаються різними способами примусити їх писати лівою рукою, забуваючи про основне, що проблема перенавчання дуже тонка, цей процес вимагає максимальної уваги, терпіння. Але ще треба пам'ятати, що насильницьке перенавчання ліворуких дітей у дошкільному віці, й особливо в процесі навчання в школі, поряд з усім комплексом негативних дій школи може бути причиною тяжких психічних захворювань дитини. Категорично забороняється "подвійне" переучування після першої чверті першого класу.

Усе рідше в педагогічній практиці трапляються вчителі, які переучують ліворуких дітей, все більша кількість батьків переконується в недоцільності подібного перенавчання.

Робота 2. Особливості вияву рухової асиметрії у праворуких і ліворуких школярів

Робота виконується як з праворукими, так і з ліворукими школярами.

1. Визначити точність м'язового відчуття до величини амплітуди рухів:

1.1. Сісти перед периметром із зав'язаними очима, руку підвести вперед, перпендикулярно до тулуба. Досліднику підняти руку піддослідного під довільним кутом і зафіксувати на 3 с, відмітити кут. Опустити руку до вихідного положення, витримати 5 с. Піддослідному підняти руку три рази, намагаючись відтворити заданий кут. Дослідник мовчки відмічає досягнуті значення кута правої і лівої руки.

Визначити середнє відхилення від заданого кута в % (всі середні відхилення і в подальших дослідях вираховується тільки у %).

Приклад: заданий кут 70є.

Права рука. Ліва рука

перше відтворення 65є, відхилення = 65є - 70є = -5є,

друге відтворення 64є, відхилення = 64є - 70є = -6є,

третє відтворення 60є, відхилення = 60є - 70є = -10є,

середнє відхилення $((-5) + (-6) + (-10)) : 3 = -7є$.

70є - 100%

-7є - x %

$x = \frac{-7 \times 100}{70} = -10\%$.

70

Дослід провести спочатку з головною правою рукою, потім “ з головною лівою рукою.

1.2. Дослід повторити із сантиметровою стрічкою, закріпленою на вертикальній поверхні; стоячи, з трьома положеннями голови: звичайним, опущеною та відкинutoю назад правою рукою.

1.3. Від стіни зробити з пов'язкою на очах невеликий крок правою (лівою) ногою вперед. Повторити цю дію три рази. Зафіксувати довжину всіх кроків крейдою на рівні носка. Те ж саме – лівою ногою.

2. Визначити точність м'язового відчуття (відтворення):

2.1. Виміряти максимальну силу кисті, потім під контролем зору досягти половини максимального зусилля і далі без зорового контролю три рази зробити спробу досягти половини (50%) від максимуму. Результати зареєструвати.

2.2. Повторити дослід на s максимальної сили правої кисті.

3. Визначити м'язову пам'ять часу. Довільне стискання кистьового динамометра почати й припинити за сигналом дослідника. Відтворити три рази час, що був заданий. Досліднику зафіксувати час за допомогою секундоміра. (Піддослідному не можна рахувати час у думці). Дослід провести як з правою, так і з лівою рукою ліворуких та праворуких школярів. Межі норми відхилення за зусиллям та часом становлять $\pm 20\%$.

4. Провести оцінку статичної координації (проба Ромберга). Піддослідному стати на одній нозі, п'яткою другої спертися на колінну чашечку першої, очі заплющити, руки простягнути вперед, пальці розвести. Поміняти ногу, повторити дослід. (Передбачити підстрахування на випадок падіння).

Оцінювання: 30 і більше с – відмінна, 20...30 с – добра, 19...15 с (невелике тремтіння) – задовільна, менше 15 с – незадовільна статична координація.

5. Провести дослідження динамічної координації (пальцево-носова проба). Досліджуваному заплющити очі, витягнути праву руку вправо, а потім швидко зігнути її і торкнутися кінцем вказівного пальця носа. Повторити те ж саме лівою рукою. Відмітити точність попадання.

6. Скласти таблицю особистих показників.

Таблиця 20. Показники рухової асиметрії праворуких і ліворуких школярів

Кінетичні параметри руху	Показники ознак праворуких учнів		Показники ознак ліворуких дітей	
	показники ознак	Помилки %	Показники ознак	Помилки %

Контрольні запитання

1. Будова рухового аналізатора, його значення, функції.
2. Механізм відчуття положення частин тіла та їх переміщення.
3. Як відбувається розрізнення усіх основних параметрів руху (амплітуди, величини зусиль, швидкості, часу).
4. Периферичний відділ рухового аналізатора.
5. Як називається здатність повторювати (відтворювати) рух при відсутності зорового контролю?
6. Функції півкуль головного мозку.
7. Центри мови та мовного мислення в лівій півкулі.
8. Асиметрія функцій півкулі головного мозку.
9. Тести на статичну та динамічну координації.
10. Методика визначення головної (домінантної) руки.
11. Що означає вислів “домінантна рука”?

БІОМЕХАНІКА СПОРТИВНИХ ВПРАВ

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ 16. Класифікація й біомеханічний аналіз фізичних і спортивних вправ

Мета: ознайомитися з принципами класифікації фізичних і спортивних вправ та навчитися робити їхній біомеханічний аналіз.

Теоретичне обґрунтування

Фізична вправа – це основний засіб фізичного виховання, комплекс рухових дій, спрямований на розв’язання визначених окремих завдань фізичного виховання, лікувальної фізкультури, спортивного тренування, що виконуються при суворій регламентації біомеханічних характеристик, зовнішніх умов та стану організму людини.

Кожна фізична вправа має свій зміст (характер) і форму.

Зміст фізичної вправи – це сукупність якостей і процесів (фізіологічних, психічних та ін.), що визначають її вплив на дієздатність організму, на формування умінь та навичок, на фізичний розвиток людини. Зміст фізичної вправи характеризується різноманітними процесами в організмі – підвищенням функції дихання, кровообігу, посиленням обміну речовин, активізацією функції нервової системи та ін. Педагогічний зміст фізичних вправ розкривається в їхньому впливі на фізичний та духовний розвиток дитини.

Форми фізичної вправи – це зовнішня і внутрішня структура. Внутрішня структура характеризується взаємозв’язком різноманітних процесів в

організмі людини під час виконання даного руху. Зовнішня структура характеризується співвідношенням просторових, часових та динамічних параметрів рухів. Зміст і форма фізичної вправи взаємопов'язані.

Техніка фізичних вправ – це способи виконання рухових дій, які покликані підвищити їхню ефективність. У вузькому розумінні техніка – найраціональніший спосіб виконання фізичних вправ.

Досконале оволодіння технікою фізичних вправ підвищує їхню результативність. Розрізняють основу, основну ланку та деталі техніки.

Основа техніки – це основний механізм, що характеризується співвідношенням головних фаз руху, без яких вправу не можна виконати.

Основна ланка техніки – найважливіша частина головного механізму кожного руху. Наприклад, для стрибків у довжину з місця це буде відштовхування обома ногами з одночасним махом рук вперед–угору.

Деталі техніки – її другорядні елементи, які не порушують основного механізму руху. Індивідуальність техніки фізичної вправи в кожного школяра виявляється в різкому виконанні окремих деталей техніки. Це залежить від індивідуальних, морфологічних та функціональних її особливостей та умов, в яких ця вправа виконується. Техніка виконання фізичної вправи характеризується просторовими, часовими та просторово-часовими характеристиками.

Просторові характеристики уможливають визначити початкове положення тіла, кінцеве та проміжне між початковим та кінцевим (власне рухова дія).

Початкове (вихідне) положення тіла (тулуба, рук, ніг, голови) забезпечує найкращі умови для виконання рухового завдання. Вихідне положення використовують для того, щоб полегшити або утруднити виконання рухової дії; забезпечити чітко визначений вплив на певні групи м'язів; створити умови для досягнення кращого результату у виконанні вправи (старт перед початком бігу, вихідне положення – “старт плавця” перед стрибком у довжину з місця та ін.).

Власне рухова дія – це переміщення тіла людини (тулуба, рук, ніг, голови) в часі й просторі, яке забезпечує виконання поставленого завдання. Кожна така дія має певний напрям, амплітуду, швидкість, силу, послідовність рухів, що відповідає розв'язуваному завданню.

Напрямок рухової дії визначається стосовно того, хто його виконує: вперед і назад (сагітальна площина); вліво, вправо, вбік – всередину й назовні (фронтальна площина), вгору і вниз, обертання, кружіння. За формою шлях руху може бути прямолінійним і криволінійним.

При виконанні більшості фізичних вправ треба досягти оптимальної амплітуди.

Амплітуда рухів – це величина шляху, переміщення рук, ніг, тулуба, голови в просторі, яка залежить від рухомості суглобів, еластичності зв'язок та м'язів.

Сила рухової дії – це повне нервово-м'язове напруження, потрібне для переміщення тіла, його окремих частин під час виконання рухового завдання.

Темп – певна частота виконання рухової дії за одиницю часу (наприклад, за хвилину). Зміна темпу рухів призводить до збільшення або зменшення фізичного навантаження.

Ритм – це певне чергування напруження, розслаблення й відпочинку м'язів при виконанні рухових дій. Кожній руховій дії відповідає певний ритм. Своєчасне чергування м'язового напруження та розслаблення є одним з показників координаційної злагоженості (невимушеності) виконання рухової дії. Ритмічні рухи виконуються звично, тому тривалий час не викликають втоми.

Кінцеве положення рухової дії забезпечує чітке завершення вправи (наприклад, приземлення при стрибках, виправлення тулуба після пролізання в обруч та ін.).

Класифікація фізичних вправ. Під класифікацією фізичних вправ розуміють розподіл їх на групи та підгрупи, виходячи з певної ознаки (табл.).

Таблиця 21. Біомеханічна класифікація фізичних вправ

№ з/п	Група вправ	Характеристика вправ
1.	Збереження положення тіла (рівновага)	Нерухомість положення тіла, рівновага. Поза, орієнтація відносно опору. Розрізняють положення при верхній, нижній опорі, статистичні вправи.
2.	Рухи на місці	Незмінна опора, збереження рівноваги, положення тіла. Розрізняють рухи за відношенням тіла до опори (верхня і нижня опори) і за напрямом рухів (переборювальні й поступальні).
3.	Рухи навколо вісі (обертальні рухи)	Стосовно тіла до опори розрізняють рухи з опорою і без опори (у вільному польоті).
4.	Локомоторні рухи (активне переміщення в просторі)	За структурою рухи поділяються на циклічні й ациклічні.
5.	Переміщувальні рухи	Переміщення фізичних тіл з відповідною швидкістю в необхідному напрямку (метання, кидки, удари).

Біомеханіка спортивних вправ

Спортивна вправа – це основний засіб спортивного тренування, спрямований на всебічний розвиток людини, підвищення її загальної та спеціальної працездатності й досягнення на змаганнях високих результатів.

Техніка спортивних вправ – засіб розв'язання рухового завдання, система рухових дій, що ґрунтується на раціональному використанні рухових можливостей, і спрямована на досягнення високих показників в обраному виді спорту.

Таблиця 22. Біомеханічна класифікація спортивних вправ

№ з/п	Групи вправ	Основні завдання (головне завдання)	Забезпечення виконання завдань
1	Вправи із стабілізації кінематичної структури (гімнастика, фігурне катання, художня гімнастика)	Виконання заздалегідь визначеної зовнішньої картини рухів.	Погодження рухів у просторі й часі відповідно до завдання.
2	Вправи із стабілізації динамічної структури (легка атлетика, плавання, лижний спорт)	Досягнення максимального результату.	Найбільш раціональним погодженням зусиль м'язів з іншими силами.
3	Вправи із цілеспрямованою варіативністю дій (спортивні ігри, боротьба, бокс, єдиноборства).	Досягнення кінцевого ефекту при підборі засобів.	Цілеспрямована варіативність дій з використанням різних прийомів, які відповідають завданню і ситуації (умовам дії).

Етапи біомеханічного аналізу рухової діяльності

1. Вивчення зовнішньої картини рухової діяльності: з'ясувати, з яких рухових дій вона складається, в якій послідовності виконується. Треба врахувати, що характер, тривалість й інтенсивність попередніх вправ позитивно впливають на якість виконання наступних дій. Зовнішню картину рухової діяльності вивчають за допомогою кінематичних характеристик. Особливо важливо навчитись визначати тривалість окремих частин руху (фази). Фазами називаються часові елементи рухових дій. Співвідношення тривалості фаз називається ритмом рухової дії. Графічне зображення ритму називається хронограмою. Хронограма рухових дій характеризує техніку. Фазовий аналіз рухової діяльності – це один з найбільш важливих методів

біомеханіки. Визначення тривалості фази, ритму й побудови хронограми дає змогу аналізувати елементи рухової діяльності та забезпечити цілеспрямоване навчання.

2. З'ясування причин, які викликають і змінюють рух за допомогою реєстрації динамічних характеристик. Динамічні характеристики розкривають причини й механізм зміни рухів, дають змогу розібратися в складних механізмах формування рухів. Знайти спосіб оволодіння ними, вдосконалення й усунення можливих помилок. Адже помилки в зовнішній картині рухів завжди є наслідком несвоєчасних і нерациональних (недостатніх або надмірних) м'язових зусиль і невмілого використання зовнішніх сил.

Прискорення тіла під час руху обернено пропорційне його інертності й прямо пропорційне силі, що діє: лінійне прискорення $a = F/m$; кутове прискорення $E = m / I$. Щоб знайти прискорення тіла в поступальному русі, досить знати величини сили й маси. У зв'язку з тим, що при обертальному русі інертність визначається не масою, а моментом інерції, то слід знати, що ефект сили залежить не тільки від її величини, але і від місця її прикладання. Чим довше плече сили (найкоротша відстань від осі обертання до лінії дії сили), тим більший момент сили (обертальний момент), який дорівнює добутку сили на плече. Таким чином, ефект дії сили залежить не тільки від величини сили, але й тривалості її дії (імпульс сили $F\Delta t$); імпульсу моменту сили $M(F)\Delta t$.

3. Визначення топографії м'язів, котрі працюють – це означає установлення, які м'язи і яку вони беруть участь у виконанні певної вправи. Знати, які м'язи переважають у виконанні тієї чи іншої вправи. Потрібно цілеспрямовано їх розвивати й тренувати.

4. Визначення енергетичних витрат на м'язову спрямованість, установити, наскільки раціонально витрачається енергія м'язів, які працюють за допомогою енергетичних характеристик. З'ясувати економічність рухових дій, яка тим вища, чим більша частка корисних енерговитрат стосовно всієї витраченої енергії.

5. Виявлення оптимальних рухових режимів (найкращої техніки рухових дій і найкращої тактики рухової діяльності) здійснюється на прикінцевому етапі біомеханічного аналізу.

Контрольні запитання

1. Дати визначення понять “фізична вправа”, “спортивна вправа”.
2. Розкрити сутність понять форма і зміст фізичних вправ.
3. Пояснити, що означає основа техніки, основна ланка й деталі техніки.
4. Що визначають просторові характеристики?
5. На основі яких ознак відбувається розподіл фізичних вправ?

6. Перерахувати принципи класифікації спортивних вправ.
7. Які спортивні вправи належать до вправ із стабілізації кінематичної структури?
8. До спортивних вправ із стабілізацією динамічної структури належать такі види спорту.
9. Перерахувати види спорту із цілеспрямованою варіативністю дій.
10. Визначити до яких груп згідно з біомеханічною класифікацією належать бокс, художня гімнастика й біг на короткі дистанції.
11. Назвати етапи біомеханічного аналізу рухових дій.
12. Перерахувати завдання першого етапу біомеханічного аналізу спортивних вправ.
13. Пояснити зміст й завдання другого етапу біомеханічного аналізу рухової дії.
14. За допомогою яких методів можна з'ясувати топографію м'язів, що працюють?
15. Що означає принцип мінімізації енерговитрат при виконанні рухових дій?
16. Розкрити зміст прикінцевого етапу аналізу фізичних вправ.

Біомеханічний аналіз циклічних вправ

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ 17. Біодинаміка легкоатлетичних переміщень

Легка атлетика в шкільній програмі займає чільне місце в зв'язку з її значенням для всебічного розвитку учнів. Легка атлетика – вид спорту, що об'єднує вправи з ходьби, бігу, стрибків і метань. Усі ці вправи входять до шкільної програми з фізичної культури. Ходьба – звичайний спосіб пересування людини. Ходьба звичайна, похідна, стройова, спортивна. Біг – природний спосіб пересування. Змінюючи умовну дистанції і швидкості бігу, можна впливати на розвиток витривалості, швидкості та інші фізичні якості людини /виховуються вольові якості, набуваються вміння розраховувати свої сили, долати перешкоди, орієнтуватися на місцевості/. Біг поділяється на гладкий /по біговій доріжці/, з перешкодами /бар'єрний біг, стипль-чез/, естафетний біг у природних умовах /крос/.

Стрибки – природний спосіб подолання перешкод. Вдосконалюється вміння володіти своїм тілом, розвиваються фізичні якості, набуття стрибучості. Стрибки бувають: у висоту, з жердиною, в довжину, потрійний. Стрибок у довжину з розбігу способом “зігнувши ноги”. Існує п'ять способів стрибка у висоту з розбігу: “переступанням”, “хвиля”, “перекат”, “перехідний”, “фосбюрі-хлоп” /перекид через планку спиною/.

Метання – вправи з штовханням і кидків спеціальних снарядів на відстань. Легкоатлетичні метання поділяються на три види: 1/ сидячи з-за голови /м'яч, граната, спис/; 2/ з поворотом /диск, молот/; 3/ поштовхом /ядро/.

Легкоатлетичні переміщення основані на відштовхуванні ногами від опори. Механізм взаємодії тіла людини з опорою використовується у всіх переміщеннях в л/атлетичі.

Основу л/атлетичних переміщень складає відштовхування.

Механізм відштовхування від опори.

Відштовхування від опори виконується за допомогою:

1. власного відштовхування ногами від опори;
2. маховим рухом власної кінцівки.

Ці рухи взаємозв'язані і узгоджені – досконалість відштовхування. При відштовхуванні опорні ланки не рухомі /фіксовані/ відносно опори, а рухливі ланки під дією сили м'язів переміщуються в загальному напрямку відштовхуваннями.

1. Стопа фіксована на опорі нерухомо /шиповокм – надійне з'єднання з опорою/.

2. На стопу як опорі ланки збоку гомілки діє тиск ланок тіла які прискорюються /тиск направлений назад-вниз/. Цей тиск через стопу передається на опорі. Протидією тиску на стопу в опорна реакція. Вона прикладена до стопи в напрямку вперед і вверх. Опорна реакція і тиск гомілки на стопу прикладаються до стопи в протилежних напрямках, взаємно зрівноважуються і фіксують стопу на опорі.

Опорна реакція зрівноважує при відштовхуванні стопи і таким чином фіксує її на опорі.

Тягнуча сила м'язів ноги яка здійснює поштовх /штовхання/ випрямляє її. Але так як стопа фіксована на опорі, стегно передає прискорення відштовхування через таз іншим ланкам тіла. На рухомі ланки діють гальмівні сили /тяжіння, інерції, опорі антагоністів/.

Тягнуча сила м'язів, яка прискорює тіло, переборює опір гальмівних сил, зумовлене прискорення рухливих ланок тіла легкоатлета.

Опорна реакція при відштовхуванні є зовнішньою силою, яка забезпечує зміну руху.

Сила м'язів, що прикладена до рухомих ланок є джерелом механічної енергії, яка збільшує кінетичну енергію тіла легкоатлета при відштовхуванні.

Кут відштовхування на протязі відштовхування безперервно змінюється: змінюється напрям прискорення ЗЦТ. Тиск на опорі і реальне відштовхування.

Відштовхування ногою здійснює переміщення і прискорення ЗЦТ.

Роль махових рухів при відштовхуванні це невід'ємна складова частина відштовхування. Махові рухи при відштовхуванні – це швидкий рух вільних ланок тіла, однакові по напрямку відштовхування ноги вод опори.

Під час махових рухів відбувається переміщення ЦТ ланок тіла, одночасно положення ЗЦТ, збільшується прискорення ЗЦТ.

Фази махових рухів

1. Фаза розгону – швидкість ланок збільшується до максимуму, збільшив і швидкості ЗЦТ. Чим вища швидкість махових рухів, тим більший вплив на швидкість ЗЦТ.

2. Фаза гальмування м'язи-антагоністи, розтягуючись, напружуючись і сповільнюючи рух махових ланок, здійснюють від'ємну роботу /поступальний режим/.

Сила м'язів перерозподіляє швидкість ланок тіла, рух в середині системи передається від одних ланок до інших. При такому перерозподілі швидкості рух ЗЦТ не змінюється. Таким чином, швидкість досягнуть у фазі розгону, від гальмування махових ланок не змінюється. Для досягнення більш високої швидкості ЗЦТ необхідно прагнути продовжити фази розгону на більшій частині шляху махового переміщення.

У фазі гальмування махових ланок прискорення направлене до опори, а сили інерції від неї. Навантаження на м'язи відштовхувальної ноги зменшується, їх напруга зменшується, а швидкість скорочення збільшується.

Таким чином, махові рухи сприяють переміщенню ЗЦТ тіла легкоатлета при відштовхуванні, збільшують швидкість ЗЦТ, збільшують силу і подовжують час відштовхування ногою і з рештою створюють умови для швидкого завершального відштовхування.

Використання пружної біопотенціальної енергії

Пружна енергія м'язів, які розтягуються перед відштовхуванням при присіданні /амортизації/ зумовлює більшу силу майбутнього відштовхування.

При пружній деформації м'язів, їх розтягуванні прикладеними до них силами кінетична енергія загальмованих ланок приходить в потенціальну енергію пружнодеформованих м'язів.

Дуже глибоке підсідання і тривала амортизація не сприяє значному напруженню м'язів. Коротка /по шляху і часу/ амортизація при швидкому бігу призводить до значного напруження м'язів при відштовхуванні. Від характеру амортизації залежить сила пружної деформації м'язів.

Крокувальні рухи /ходіння/ – сувора повторюваність і послідовність рухів, послідовна /неодночасною/ активністю ніг, чергування відштовхування і перенесенням кожної ноги /цілісна система рухів/.

Елементи крокувальних рухів – кожна нога поперемінно буває опорною і переносною. Періоди і фази крокувальних рухів /основу ходіння – подвійний крок/.

Швидкість, довжина, частота і ритм кроків.

Швидкість крокувальних рухів числено дорівнює добутку довжини кроків на їх частоту. Для збільшення швидкості руху необхідно збільшити їх довжину і частоту. У всіх випадках зміни довжини і частоти кроків змінюються зусилля, які діють на ланки тіла /якісна перебудова системи рухів, управління її структурою/.

Таблиця 23. Періоди опори і період перенесення

Період опори	Фази	Характеристика
Нога має контакт з опорою і знаходиться під дією ваги і сили інерції тіла.	Амортизації – це гальмування руху тіла по напрямку до опори.	Починається з постановки ноги на опору. Поступальний рух, м'язи розтягуються, здійснюють роботу і зменшують швидкість тіла. В кінці амортизації вертикальна складова швидкість знижується до нуля, опускання тіла вниз припиняється. Горизонтальна складова швидкість за цей час знижується, але не до нуля, тіло не зупиняється, а продовжує рух вперед, фаза амортизації закінчується в момент зупинки руху тіла вниз (найбільше згинання опорної ноги в колінному суглобі). Починається з розгинання опорної ноги в колінному суглобі. Пізніше приєднується підшвене згинання стопи в гомілково-стопному суглобі. Закінчується в момент відриву стопи від опори. Горизонтальна швидкість зростає. Перевага втрати або відновлення швидкості призводить до сповільнення або зростання переміщень.
	Відштовхування	
Перенос	Підйом ноги.	Починається з моменту її відриву від опори і закінчується початком її руху вперед. Відбувається перерозподіл швидкості. Починається із згинання в кульшовому суглобі і закінчується в момент найбільшої швидкості ЦТ переносної ноги. Відбувається розгін махового руху.
	Гальмування ноги.	Починається в момент найбільшої швидкості її ЦТ і закінчується в кінцевому положенні стегна попереду і вверху і закінчується в момент постановки стопи на опору.

Контрольні запитання

1. Що таке циклічні вправи?
2. Розкрити зміст поняття фаза, період, цикл.
3. Пояснити механізм відштовхування без опори.
4. Обґрунтувати роль махових рухів при відштовхуванні.
5. Перерахувати фази махових рухів.
6. Що складає основу легкоатлетичних переміщень?
7. Охарактеризувати фазу гальмування махового руху.
8. Як впливають махові рухи при відштовхуванні від опори на ЗЦТ тіла?
9. Що таке пружна біопотенціальна енергія при відштовхуванні ногами від опори?
10. Дайте характеристику крокувальним рухам.
11. Перерахувати елементи і фази крокувальних рухів.
12. З яких фаз складається період опори?
13. Період переносу ноги при крокуванні складається з таких фаз...
14. Пояснити роль рухів тулуба й тазу при крокувальних рухах (ходінні й бігу).
15. Пояснити взаємозв'язок між швидкістю, довжиною, частотою і ритмом кроків.
16. Як визначити швидкість крокувальних рухів?
17. Чому кількісно дорівнює швидкість крокувальних рухів?
18. Розкрити фази ходіння й бігу.
19. Пояснити динаміку ходіння й бігу.
20. Енергетика ходіння й бігу.
21. Як вибрати оптимальну швидкість, довжину кроку й темп?
22. Як усунути непродуктивності переміщення тіла під час ходіння й бігу?

Біодинаміка плавання. Плавання відноситься до циклічних локомоцій, які здійснюються за принципом відштовхування від рідини. Плавання є важливою частиною рухової культури людини.

Способи плавання ґрунтуються на взаємодії плавця з водою, при якій створюються сили, які просувають його в воді і утримують на її поверхні. Взаємодія виникає внаслідок занурення тіла у воду і активних рухів плавця. Специфічні особливості біодинаміки плавання пов'язані з тим, що саме сили гальмуючі рух значні, змінні і діють безперервно. У плавця немає постійної опори для відштовхування вперед. Вона створюється під час гребкових рухів.

Взаємодія тіла плавця з водою

Занурення в воду зумовлює виникнення сил статичної взаємодії (виштовхувальна сила). Активні рухи плавця і просування його у воді викликають сили динамічної взаємодії (лобовий опір, підйомна сила).

Статична дія водного середовища

Занурене у воду тіло плавця знаходиться під дією занурюючої і виштовхуючої сил; при їх рівності тіло не випливає і не тоне. Занурююча сила – це сила тяжіння тіла направлена вниз і прикладена до ЗЦТ. Виштовхувальна сила виникає по закону Архімеда; вона зумовлена різницею тиску води на нижню і верхню половину зануреного тіла. За величиною вона рівна вазі води в об'ємі зануреної частини тіла. По мірі піднімання над водою частин тіла (під час руху руками по повітрі перед грубком) виштовхуюча сила зменшується, а при повному і глибокому зануренні тіла виштовхуюча сила зростає. Вона направлена знизу вгору і прикладена до центру об'єму тіла, якщо все тіло повністю занурене у воду.

Таким чином, занурююча сила постійна за величиною, але змінює точку прикладання при зміні пози.

Виштовхуюча сила змінює і свою величину і точку прикладання залежно від занурення тіла у воді і його пози.

Тіло плавця у воді зрівноважене, якщо занурююча і виштовхуюча сили рівні за величиною і їх дія направлена по одній лінії.

Динамічна взаємодія тіла плавця з водою

Динамічна взаємодія при відносному русі плавця і води обумовлені різницею тиску, а також тертям між тілом і прикордонними шарами води.

При виконанні гребкових рухів створюється різниця зустрічної і попутної реакції води, що дозволяє просувати тіло плавця вперед відносно гребучих ланок і стінки басейну.

На ефективність гребкових рухів впливає форма і орієнтація гребучих ланок, а також їх траєкторія і розподіл зусиль.

Оптимізація плавання

Основні вимоги до техніки і тактики плавця впливають із закономірностей динаміки і енергетики плавання. Найбільш загальним є вимоги максимізувати тягнучу силу м'язів і мінімізувати суму залежуючих сил. Максимізація тягнучої сили м'язів досягається граничним підвищенням сили взаємодії плавця з водою при гребних діях руками і відштовхування ногами (у брасі). На протязі гребкового руху рука повинна пересуватися у воді з прискоренням, завдяки чому хороший плавець безперервно відчуває "опору на воду". В гребній дії руками розрізняють підготовчий і робочий періоди. Підготовчий період в плаванні способом кроль на грудях вимагає фазу рухів руки над водою і фазу занурення її у воду для наступного гребка. Робочий період має три фази: розгону, основну і завершальну.

Підтримувати високу тягнучу силу м'язів на протязі всієї дистанції людина може в тому випадку, якщо до самого фінішу зберігає достатньо енергії. Але

плавання надто енергоємний вид рухової діяльності. Тому дуже важливо виключати непродуктивні витрати енергії. З цією метою усувають зайві рухи; вибирають оптимальний (найбільш економічний) типи рухів, при чому кожній швидкості плавання у певної людини відповідає свій оптимальний темп; прагнуть знизити величини гальмівних сил; усувають непродуктивні м'язові напруження. В плаванні, на відміну від інших видів спорту, важливо вміти розслабляти м'язи, які в даний момент не приймають участі у виконанні роботи по пересуванню тіла. Ось чому, наприклад, в кролі при перенесенні над водою рука повинна рухатися з мінімальним напруженням. Також і при плаванні брасом, у фазі ковзання, більшість м'язів розслаблена. Із гальмуючих сил найбільш велика сила лобового опору води і сила опору вихроутворення. Обидві вони змінюються із зменшенням кута атаки, тобто кута між продольною віссю тіла і напрямком руху.

Чим менший кут атаки, тим менший:

- 1) мійдем (величина лобового перетину) тіла і, отже сила лобового опору;
- 2) поверхня відриву отрумення і, отже, сила опору вихроутворення.

Таким чином, плавець повинен вибирати положення тіла по можливості горизонтальне і витягнуте в напрямку пересування.

Для зниження непродуктивних витрат енергії слід зменшити внутрішньоциклові коливання швидкості. В кролі вони менші, ніж в брасі. Це досягається безперервною роботою ніг кроліста і тим, що одна рука починає гребок захватом в той момент, коли друга рука ще не закінчила відштовхування.

Контрольні запитання

1. На яких засадах базуються способи плавання?
2. Внаслідок чого виникає взаємодія плавця з водою?
3. Пояснити прояв закону Архімеда при зануренні тіла у воду.
4. Розкрити специфічні особливості біодинаміки плавання.
5. Як створюється у плавця опора для відштовхування вперед?
6. Під дією яких сил знаходиться занурене у воду тіло людини?
7. Від чого залежить сила опору води при плаванні?
8. Дати характеристику сил, що занурюють і виштовхують тіло людини, яке знаходиться у воді.
9. Привести фази плавання брасом і кролем.
10. Що означає динаміка плавання?
11. Як можна здійснити максимізацію тягнучої сили при плаванні?
12. Як енергетична вартість рухів плавця залежить від техніки й тактики плавання?

Біомеханічний аналіз ациклічних вправ

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ 18. Біодинаміка спортивних ігор

З погляду біомеханіки спортивні ігри характеризуються передачею швидкості й напрямку м'ячу (шайбі) із положення на місці та самому пересуванні гравця. Надання швидкості м'ячу (шайбі) виконується двома способами: кидком й ударом.

Кидок – це передача снаряда швидкості на шляху його плавного прискорення. Під час кидка можливі рухи з попереднім замахом і без замаху.

Фази кидків:

- 1) фаза прийняття вихідного положення при кидках з місця;
- 2) фаза попередніх рухів протягом якої виконуються рухи руками й тулубом, плечем і передпліччям, що підводять до прикінцевого руху кистю;
- 3) фаза пркінцевого руху, протягом якої рух виконується в променево-п'ястковому суглобі, в суглобах кисті, які остаточно визначають лінійну й кутову початкову швидкість польоту м'яча. Прикінцева фаза є найбільш важливою для результативної дії (точності рухів).

Ударні дії. Ударні дії у спортивних іграх (волейбол, футбол, хокей, теніс) дуже різноманітні, бо виконуються рукою, ногою, клюшкою, ракеткою. В основі ударних дій лежить нарощування швидкості ланки, що б'є (тіло людини, клюшка, ракетка), й передача руху м'ячу (шайбі) ударом. **Удар** – короткочасна взаємодія, передача руху здійснюється наданням снаряду швидкості короткою взаємодією тіл.

Ударна взаємодія (удар по м'ячу, шайбі) – це передача значної швидкості за дуже короткий відрізок часу контакту.

Удар може бути виконаний рукою, ногою у взутті або спеціальним інвентарем (клюшкою, ракеткою). У всіх випадках швидкість ланки, що б'є, передається об'єкту (м'ячу, шайбі). У зв'язку з тим, що ударна взаємодія короткочасна, то для створення достатнього імпульсу сили (ударний імпульс) необхідна велика ударна сила. Розрізняють **прямий удар**, коли лінія швидкості тіл, що ударяються, до й після удару збігається; **косий удар** – кут дотикання між направленням спереду й поверхнею більше кута відскоку. М'яч обертається відносно свого центра тяжіння.

Фази удару:

- 1) деформація об'єкту і ланки, що завдає удар, яка продовжується до того часу, поки відносна швидкість ланки, що б'є, та об'єкта не стануть дорівнювати нулю. У що мить внаслідок пружної деформації виникнуть найбільші пружні сили;
- 2) відновлення форми завдяки дії пружних сил. Відбувається пружна віддача, що зумовлює початкову швидкість м'яча після удару. Від початкової швидкості залежить траєкторія м'яча в польоті згідно із законом руху тіла, викинутого під кутом до горизонту.

Таблиця 24. Фази ударної дії

№ з/п	Фази ударної дії	Характеристика фаз ударної дії
1.	Фаза підготовчих рухів (замаху)	Змах – рух у протилежний бік напрямку майбутнього удару. Найчастіше – це рух разом з наступною ударною дією надає криволінійну траєкторію робочої точки – “петлю”. При такому попередньому русі м’язи залучаються по чергово, змінюючи поступальну роботу на переборювальну, без зупинки в критичній точці, без втрати часу на гальмування й розгін ланки.
2.	Фази ударних рухів	Триває від кінця підготовчих рухів до контакту ланки, що б’є з м’ячем (шайбою). Завдання фази: нарощування швидкості до ефективної для досягнення необхідного ефекту й вибір напрямку швидкості для розв’язання тактичного задуму.
3.	Фаза ударної взаємодії	Динамічний ефект удару здійснюється в цій фазі за час пружної деформації й відновлення форми тіл, що ударяються. Протягом цієї фази спостерігаються значні напруження всіх м’язів ланцюга, що завдає удар. Це запобігає амортизації в суглобах й збільшує масу ланок, що передають рух. Напруження всіх названих м’язів спостерігається до початку цієї фази в останні частки секунди попередньої фази. Механізм “затвердіння” кінцівки, що виконує удар, є дуже важливим, бо без нього неможливо виконати удар (профілактичне значення).
4.	Фаза після-ударних рухів	Післяударні рухи виконуються за інерцією, з гальмуванням м’язами-антагоністами. Їх необхідно виконувати швидко, щоб встигнути підготуватися до наступної дії під час гри в швидкому темпі.

Контрольні запитання

1. Чому спортивні ігри і єдиноборства відносяться до ациклічних видів спорту?
2. Як характеризуються спортивні ігри з погляду біодинаміки?
3. Якими способами надається швидкість м’ячу (шайбі)?

4. Пояснити механізм кидка.
5. Що таке замах, маховий рух?
6. Що означає поняття “ударна взаємодія”?
7. Пояснити фази удару.
8. Дати характеристику фазам ударної дії.
9. В якій фазі проявляється увесь динамічний ефект удару?
10. Величини яких біомеханічних характеристик в першу чергу впливають на залежність кидка?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ 19. Державні тести й нормативи оцінки фізичної підготовленості

Мета: ознайомитися з державними тестами й нормативами оцінки фізичної підготовленості населення України.

Обладнання: секундомір, сантиметрова стрічка.

Тестування і педагогічне оцінювання в біомеханіці

Тест з англійської мови означає “проба”, “випробування”. Тестування – це непряме побічне вимірювання. У біомеханіці тестуванням називається випробування людини, яке здійснюється для технічної і тактичної її підготовленості. Вимірювання замінюють тестуванням у двох випадках : 1) по-перше, коли вивчаємо об’єкт, недоступний прямому вимірюванню; 2) по-друге, коли явище, яке вивчається, не зовсім конкретне. Правильно говорити про тестування рухових якостей спортивно-технічну й спортивно-тактичну майстерність, ніж про їхнє вимірювання.

Якості тесту. Точність тестування оцінюється інакше, ніж точність вимірювання. При оцінці точності вимірювання результат вимірювання зіставляють з результатом, який отриманий більш точним методом. При тестуванні можливість порівняння отриманих результатів з більш точними найчастіше відсутні. Тому потрібно перевірити не результати тестування, а якість тесту до початку тестування (табл. 25).

Таблиця 25. Показники якості тесту

<i>Критерії якості тесту</i>	<i>Характеристика показників якості тесту</i>
I. Інформативність (валідність) тесту. 1. Логічна (змістовна) інформативність	Показує, якою мірою тест придатний для оцінки відповідного явища (сили, витривалості, гнучкості, спритності, рівня технічної підготовленості).

2. Коефіцієнт інформативності – це коефіцієнт кореляції між результатами тестування і результатами вимірювання. Критерії інформативності (результат показаний на змаганнях, спортивна кваліфікація; експертна оцінка тієї ж, іншої якості).	Коефіцієнт інформативності оцінюється : задовільно (0,70), добре (0,85) і відмінно (вище 0,85).
II. Надійність тесту. Коефіцієнт надійності тесту – коефіцієнт кореляції між двома рядами результатів, отриманих при першому й повторному тестуванні групи людей.	Ступінь збігання, результату багаторазового тестування в одних і тих же умовах.
Різновиди надійності:	Надійність задовільна, якщо коефіцієнт надійності при 0,80 до 0,90; добра, якщо 0,90 до 0,95; відмінна при 0,95 і більше.
а) Відтворення.	Відтворення тесту високе, якщо при повторному тестуванні спортсмена вважається як і при першому.
б) Об'єктивність – ступінь незалежності отриманих результатів від особистих властивостей людини, яка тестувалась.	Чим простіша процедура тестування, тим вища об'єктивність тесту. І навпаки, об'єктивність тесту знижується у міру підвищення вимог до кваліфікації людини, яка проводить тестування.

Кабінет Міністрів України (від 15 січня 1996р. №80) затвердив положення про державні тести й нормативи оцінки фізичної підготовленості населення України.

Державна система тестів і нормативів оцінки фізичної підготовленості населення України є основою нормативних вимог до фізичної підготовленості населення як критеріїв фізичного здоров'я життєдіяльності, здатності до високопродуктивної праці та захисту Батьківщини. Впровадження державних тестів і нормативів оцінки фізичної підготовленості населення України дасть змогу: визначити належний рівень фізичної підготовленості всіх груп і

категорій населення; сформувати у вселення потребу у фізичному вдосконаленні, в активних заняттях фізичною культурою і спортом протягом усього життя; проводити індивідуальну агностику фізичної підготовленості; визначати ефективні засоби фізичного виховання і методики підготовки. Складання державних тестів і нормативів фізичної підготовленості населення України є обов'язковою для дітей дошкільного віку (6 років), учнів загальноосвітніх закладів, студентів, призовників; осіб, які проходять післядипломну підготовку.

Таблиця 26. Види випробувань для студентів вузів

Види випробувань	Стать	Нормативи, бали				
		5	4	3	2	1
Витривалість Біг на 3000 м, хв., сек.	Чол.	12,0	10,05	14,30	15,40	16,30
	Жін.	15,10	16,00	16,50	17,50	19,00
Біг на 2000 м	Жін.	9,40	10,30	11,20	12,10	13,00
Або плавання за 12хв., м	Чол.	725	650	550	450	350
	Жін.	650	550	450	350	300
Сила згин. і розгинання рук в упорі лежачи на підлозі, разів	Чол.	44	38	32	26	20
	Жін.	24	19	16	11	7
Або підтягування на перекладині, разів	Чол.	16	14	12	10	8
	Жін.	3	2	1	1/2	-
Або вис на зігнутих руках, сек.	Чол.	50	47	35	23	10
	Жін.	21	17	13	9	5
Піднімання в сід за 1 хв., разів	Чол.	53	47	35	23	10
	Жін.	47	42	37	33	28
Стрибок у довжину з місця, см	Чол.	260	241	224	207	190
	Жін.	210	196	184	172	160
Стрибок угору, см	Чол.	56	52	45	39	35
	Жін.	46	44	40	36	30
Швидкість. Біг на 100м, сек.	Чол.	13,2	13,9	14,4	14,9	15,5
	Жін.	14,8	15,6	16,4	17,3	18,2
Спритність Човниковий біг 4 x 9 м, сек.	Чол.	8,8	9,2	9,7	10,2	10,7
	Жін.	10,2	10,5	11,1	11,5	12,0
Гнучкість. Нагинання тулуба вперед з положення сидячи, см	Чол.	19	16	13	10	7
	Жін.	20	17	14	10	7
Прикладні навички. Плавання одним з обраних способів, м	Чол.	100	75	50	25	
	Жін.	100	75	50	-	-

Тестування містять наступні види випробувань: витривалість, сила, швидкість, спритність, гнучкість і плавання. Тестування бажано проводити у вигляді змагань, що значною мірою забезпечить надійність результатів. Результат тестування записати у зведену відомість виконання держаних тестів оцінки фізичної підготовленості населення України.

Оцінка індивідуальних результатів тестування

Оцінка індивідуальних результатів тестування здійснюється за рейтинговою системою. Під час визначення розвитку учасника тестування юшки, одержані за окремі види тестування, спочатку множаться на коефіцієнт тестів, а потім додаються. Коефіцієнт тесту на витривалість, комплексна силова вправа, і плавання дорівнює 2, на силу, швидкість, спритність, гнучкість – 1. Можлива підсумкова оцінка – 10–50 балів.

Таблиця 27. Шкала оцінки результатів

Бали	Рівень фізичної підготовленості	Якісна оцінка фізичної підготовленості
45–50	Високий	Відмінно
35–44	Вищий за середній	Добре
25–34	Середній	Задовільно
15–24	Нижчий за середній	Незадовільно
10–14	Низький	Погано

Наприклад: студент 19 років у тестуванні показав такі результати:

Біг на 3000 м – 7хвилин 5 секунд.

Підтягування на перекладині - 14 разів.

Біг на 50 м – 9,7 сек.

Човниковий біг 4x9 – 12,3;

Нахил тулуба вперед з положення сидячи – 8 см.

Плавання – подолав дистанцію 20 м.

За результатами згідно з таблицею для студентів обстежуваний одержує відповідно 3, 2, 3, 4, 2, 3 та 4 бали. Таблиця 1 передбачає для тесту на витривалість із плавання коефіцієнт 2. Тобто за результат з бігу на 3000 м він одержує 6 балів (3 x 2), а з плавання – 8 балів (4x2). Таким чином, загальна сума балів становить 28. Порівнюючи одержану суму балів з таблицею 27 визначасмо, що рівень фізичної підготовленості обстежуваного середній (25–34 бали), а якісна оцінка рівня фізичної підготовленості – задовільна.

Контрольні запитання

1. Дати визначення тестуванню.
2. У яких випадках вимірювання замінюють тестуванням?

3. Чому пропонується перевіряти не результати тестування, а якість тесту?
4. Від чого залежить якість тесту?
5. Що означає інформативність тесту?
6. Що означає коефіцієнт інформативності й надійності?
7. Як оцінюється інформативність тесту?
8. Назвіть різновиди тесту.
9. Як називається завершальний етап процедури тестування?
10. Що дає змогу визначити біомеханічний тест витривалості?
11. На чому ґрунтується тестування силових якостей?
12. Перерахувати групи тестування швидкісних якостей.
13. Кількісна та якісна оцінка фізичної підготовленості.

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ 20. Визначення оптимальних рухових дій і режимів роботи

Пошук оптимальних варіантів техніки й тактики, визначення ступеня відповідності виконуваної дії оптимальному варіанту для конкретних умов – актуальна проблема біомеханіки.

У процесі розвитку з віком відбуваються значні зміни розмірів, будови тіла. Змінюється також і режим пересування, який довільно вибирається людиною. Вибір швидкості, довжини й частоти кроків визначаються головним критерієм оптимальності, який поступово трансформується при переході від дитячого віку до зрілого.

Основним умовним критерієм оптимальності, сформованого в процесі виникнення і розвитку життя на землі, є економічність. Тому згідно з принципом мінімуму енерговитрат у нормальних умовах доросла людина самостійно вибирає такий режим пересування (швидкість, довжину й частоту кроків), при якому витрати енергії за одиницю пройденого шляху мінімальні.

Оптимальна за економічністю інтенсивність рухової діяльності (швидкість пересування) залежить: 1) від фізичної працездатності людини; 2) зовнішніх умов, в яких відбувається рухова діяльність (температура, швидкість руху повітря); 3) стану здоров'я.

Щоб рухатись з мінімальними енерговитратами, слід змінити швидкість відповідності з умовами й власним темпом. Наприклад, підвищення температури повітря від + 20 °С до 40 °С змінює економічність швидкості на 20 %.

Залежно від мети й конкретної ситуації використовуються різні критерії оптимальності:

1. Економічність рухової діяльності зворотно пропорційна енергії, яка витрачається на одиницю виконуваної роботи або метр пройденого часу.

2. Механічна продуктивність тим вища, чим більший обсяг роботи виконується за певний відрізок часу або чим швидше виконується відповідний обсяг роботи. Наприклад, у циклічних видах спорту механічна продуктивність оцінюється часом подолання загальної дистанції, а в масовій фізкультурі – відстанню, яку людина може пройти, пробігти або пропливти за 12 хвилин (тест К. Купера).
3. Точність рухових дій має два різновиди: цільова точність (стрільба, кількість ударів боксера, кидків) і точність відтворення відповідної зовнішньої картини рухів (фігурне катання, стрибки у воду).
4. Естетичність оцінюється близькістю зовнішньої картини до естетичного ідеалу (загальноприйнятому або прийнятому в даному виді спорту).

Теоретичною основою оптимізації є принцип мінімуму енерговитрат, згідно з яким усі психологічно нормальні істоти доволіно організують свою рухову активність так, щоб звести до мінімуму витрати енергії. Людина в процесі еволюції, у боротьбі за енергію навчилася самостійно (довільно) знаходити найбільш економічний руховий режим. Слід пам'ятати, що людина стомлюється не тільки при надмірній інтенсивності рухів, але й при незначних, недостатніх за оптимальністю рухах, або при сталому чеканні черги. У таких випадках втома виникає не тільки тому що виконана відповідна робота, в основному як розплата, за порушення принципу мінімуму енерговитрат. Природа негайно карає за недотримання її законів.

5. Комфортабельність – це виконання рухів плавно, без струсу тіла під час ходьби, бігу. Чим більший струс тіла під час руху, тим нижча комфортабельність.
6. Безпека – це запобігання травмам і їх уникнення під час виконання фізичних і спортивних вправ. Безпечність тим вища, чим менша вірогідність травми.

На відміну від дорослих, природна рухова діяльність дитини спрямована на розвиток і вдосконалення органів та систем організму. Вона організується згідно з енергетичним правилом скелетних м'язів (І.А. Аршавський), відповідно до якого процеси розвитку й відновлення ефективні лише при умові інтенсивної рухової діяльності. Встановлено, що при ходьбі та бігу дітей дошкільного віку принцип мінімуму енерговитрат порушується. Режим рухів, який доволіно вибирається дітьми, інтенсивніший порівняно з енергетично оптимальним. При переході від підліткового до юнацького віку ця відміна скорочується практично зникає до завершення статевого дозрівання. Люди похилого віку, й особливо люди з відхиленням у стані здоров'я, вибирають швидкість пересування нижчу за оптимальну (на перший план виходить критерій безпеки).

Розробити методичні рекомендації для оптимізації тренувального процесу для виду спорту, яким займається студент.

При цьому необхідно враховувати сензитивні періоди й рекомендації з оптимізації плавання і біомеханічну класифікацію фізичних і спортивних вправ.

Таблиця 28. Оптимізація плавання як найбільш енергомісткого виду локомоції людини

<i>Енергетика</i>	<i>Оптимізація</i>
При плаванні необхідно переборювати опірність води (щільність води у 800 разів більша повітря. ККД складає 1%–5% і збільшується з підвищенням спортивної класифікації (наземні локомоції 20%–40%). Енергетична вартість метра шляху в плавців міжнародного класу на 40% вища порівняно з початківцями.	1. Максимізувати силу тяги й мінімізувати суму гальмівних сил. Граничним підвищенням сили взаємодії плавця з водою при гребних діях руками й ногами. Введення непродуктивних витрат: а) усунути зайві рухи; б) вибрати оптимальний темп рухів – кожній швидкості плавання людини відповідає оптимальний темп; в) намагатися зменшити величину гальмівних сил; г) усунути непродуктивні м'язові напруження (вміння розслаблювати м'язи, які не беруть участь у плаванні); д) зменшення внутріциклової швидкості сил і безперервна робота ніг.

Енергетика визначається швидкістю тіла та його (горизонтальні, вертикальні й поперечні пересування ЗЦТ, зміною кількостей кінетичної і потенціальної енергії залежно від фази циклу.

Межова швидкість визначається числом Фруда:

Висота зміни ЗЦТ $F = 1$ – межова швидкість, якщо число Фруда менше 1, то більше корисна ходьба, а якщо число Фруда більше 1, то краще біг. Енерговитрати залежать від факторів: 1) з'єднання довжини і частоти й рухів; 2) якість бігової доріжки; 3) опір зовнішньому середовищу (вітер для зовнішніх сил).

Оптимізація 1. Максимізувати силу тяги й мінімізувати сили, що гальмують рухову дію.

Усунення непродуктивних витрат: уникати зайвих рухів, вибрати оптимальний темп, старатися зменшити величину сил, що гальмують рух, вилучити непродуктивні м'язові напруження, вміти розслаблювати ті м'язи, які не беруть участь у виконуванні вправи. Вибір оптимальної швидкості, довжини кроку з урахуванням фізичних показників, спортивних кваліфікацій, показника тренуваності, мір втоми, якості взуття.

Зменшення вертикальних горизонтальних коливань ЗЦТ. При ходьбі та бігу корисною роботою є тільки горизонтальна, зовнішня робота. Вертикальні й поперечні переміщення тіла належать до непродуктивних рухів.

Існує оптимальна величина розмаху вертикальних коливань ЗЦТ (4–5 см). Щоб уникнути непродуктивних переміщень тіла, слід використовувати повороти тулуба, що призводить до зменшення вертикальних і бокових коливань таза, збільшення довжини кроку, прискорення постановки стопи да опору.

Таблиця 29. Рекомендації до підбирання вправ при заняттях з дітьми шкільного віку (за В.Д. Сонькіним)

Вправи	Вік, років										
	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1. Вправи на витрати сили. Повільний біг (50% від максимальної швидкості, тривалості 6–12 хв.).	++ ++	++ ++	++ +	+4- +	++ +	++	++	+	+	+	+
Лижна підготовка або кросовий біг.	++	++	++	++	++	++	++		++	++	++
Стрибкові вправи.	++ +	++ +	++		+	+	++	++	++	+	+
Рухливі ігри (футбол, теніс, баскетбол, хокей).	++ +	++ +	++		+	+	++	++	++	+	+
2. Вправи для розвитку сили. Вправи на перекладені та брусах.	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++
Вправи з вагою (гантелями, штангою).	+	+	+	++	++	++	++	++	++	++	++
3. Вправи для розвитку швидкості. Вправи для розвитку сили м'язів тулуба й черевного преса.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Кидки, біг, зіскоки, стрибки через гімнастичну лаву, тощо.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
Рухливі ігри (баскетбол, теніс тощо).	++ +	++ +	++ +	++ +	++ +	++	++	++	++	++	++

Примітка: чим більше плюсів, тим більшим повинен бути обсяг даного виду вправ у занятті.

Періоди прогресу розвитку рухових якостей у школярів за:

1. Період максимальних темпів прогресу (++++).
2. Періоди субмаксимальних темпів прогресу (+++).
3. Періоди помірно високих темпів прогресу (++)
4. Періоди уповільненого розвитку якостей і навичок (+).

СЕМІНАРСЬКЕ ЗАНЯТТЯ 21. Біомеханічні методи дослідження рухової діяльності

Мета: ознайомитися з методикою використання електронного індикатора для аналізу фізичних вправ.

Обладнання: електронний індикатор.

Посилення оздоровчого спрямування уроків фізкультури неможливе без застосування нової техніки, необхідної для одержання та опрацювання інформації про реакцію організму, без проведення діагностики, оцінки фізичної працездатності, різних біомеханічних характеристик рухів і т. д.

Для оптимізації процесу навчання необхідно використовувати вимірювальну апаратуру. Виробництво спеціальних портативних приладів на допомогу вчителю фізкультури все ще недостатньо налагоджено. Вибір приладів, якими в цей час може користуватися вчитель, дуже обмежений. До таких приладів належить секундомір, динамометр, кумір, пульсотохометр та індикатори.

На задній частині індикатора є комірки для живлення і зажим для кріплення на пояс. Прилад призначений для визначення темпу виконуваних фізичних вправ, завдання ритму звуковим сигналом, вимірювання інтервалів часу.

Прилад працює у трьох режимах: у режимі секундоміра, датчика ритму і в режимі індикатора темпу.

Будова та принцип дії індикатора: на передній поверхні приладу міститься інформаційне табло секундоміра, ритму й темпу, звуковий індикатор і 5 клавіш для вмикання приладу. Про вмикання та вимикання будь-якої дії (функції) свідчить звуковий сигнал.

1. Використання індикатора темпу в режимі секундоміра.

Натиснуть клавішу 5 (індикатор), яка розміщена у лівій частині передньої панелі для увімкнення цифрового табло (секундоміра).

2. Для відрахування часу в момент початку виконання вправи натиснути клавішу 3 ("старт"), яка розміщена у правому верхньому кутку. Зупинка індикатора в момент закінчення руху здійснюється натисканням клавіші 3 ("стоп"), яка розміщена в правому кутку. Фіксується час виконання фізичної

та спортивної вправи (тривалість руху). Час роботи секундоміра 9 годин 59 хвилин 59 секунд.

3. Для того, щоб з'ясувати показники секундоміра, слід натиснути клавішу 1 (скидання), яка розміщена в лівому верхньому кутку.

4. Для того, щоб з'ясувати проміжний результат на етапах руху, необхідно на секундомірі, що не працює спочатку натиснути клавішу 1 (етап), а потім – клавішу 3 (стоп). Старт – проміжний результат стоп.

Для багаторазового зняття показників секундоміра треба натисканням клавіші 1 (етап) зафіксувати час і при повторному натисканні клавіші 1 (етап) повернути цифрове табло на поточний час роботи секундоміра.

За допомогою секундоміра можна визначити тривалість фаз, періодів руху, моторну пильність частин і всього уроку, тренування.

При повторному методі тренування з малим інтервалом відпочинку можна точно визначити час, затрачений не тільки на кожний відрізок дистанції, але і сумарний час.

Робота в цьому режимі допомагає вчителю здійснювати контроль за часом проходження різних відрізків дистанції, бачити, на якій частині дистанції відбулося підвищення чи зниження швидкості, будувати графік проходження дистанції, реєструвати час фінішу 2 спортсменів з мінімальним розривом. Час першого спортсмена фіксують натисканням клавіші 1 (етап), другого учасника – натисканням клавіші 3 (стоп). Індикатор дає змогу визначити час фаз, окремих елементів цілісного руху, наприклад, з моменту заходу до моменту ставлення ніг на бортик.

Можна визначити Рфаз будь-якого складного руху, який виконується за короткий проміжок часу. Для цього слід увімкнути секундомір з початку руху й після закінчення 1 фази натиснути клавішу 1 (етап), а після закінчення другої фази натиснути клавішу 3 (стоп).

Використання індикатора в режимі секундоміра допомагає стежити за технікою виконання вправ за допомогою автоматичного ввімкнення та ввімкнення індикатора, одержувати важливу інформацію.

II. Використання індикатора в режимі давача ритму.

Ритм – важлива властивість матерії (біологічні ритми). Ритм рухів – це тимчасова міра співвідношення частин рухів. Він визначається за допомогою співвідношення проміжків часу (тривалість частин рухів). Ритм виконання фізичних вправ можна встановити залежно від індивідуальної фізичної підготовки. Діапазон частот повторень звукових сигналів індикатора від 010 до 253 сигналів на хвилину.

Натиснути клавішу 2 (режим) розташовану у верхній частині приладу по центру. Під час одноразового натискання клавіші 3 (ритм) відбувається

збільшення показання ритму на одиницю. При одноразовому натисканні клавіші 1 (ритм П) відбувається зменшення показань на одиницю. При втисканні та утриманні більше 2 сек. клавіші 3 (клавіші 1) відбувається прискорене збільшення (чи зменшення) показань. Для увімкнення (вимкнення) побудови автоматичної подачі звукових сигналів з частотою повторень, які відповідають встановленому показанню ритму, слід натиснути кнопку клавішу 4 (сигнал), яка розміщена у правому нижньому кутку. Звуковий сигнал подається у режимі ритму або секундоміра. Робота індикатора в цьому режимі ритму використовується для керування тренувальним процесом (як звуколідер), здійснює тренування та контроль за виробленням почуття ритму.

III. Використання приладу в режимі індикатора темпу.

Темп руху – це тимчасова міра повторення рухів. Він вимірюється кількістю рухів, які повторюються за одиницю часу (частота руху).

Для переходу індикатора темпу в режим вимірювання темпу необхідно:

1. Натиснути кнопку клавішу 5 (індикатор), увімкнути інформаційне табло.
2. Натиснути клавішу 2 (режим), яка розміщена у верхній частині панелі по центру. На табло з'являються три нулі, а в правому кутку табло з'являються цифри $6 \times 60/1$.
3. Натиснути клавішу 3 (старт) у момент початку першого руху та після шостого руху повторно натиснути цю клавішу (стоп). На табло через кілька секунд з'явиться цифра з перерахунком кількості рухів за хвилину.
4. Натиснути клавішу 1 (скид) та зняти показання табло (встановити прилад на 0).

Режим індикатора темпу дає можливість за лічені секунди визначити індивідуальний темп виконуваних вправ чи інших фізіологічних параметрів людини (пульс, дихання). Для цього вимірюються час, за який виконуються рухи. У момент виконання першого та шостого рухів натискають клавішу 3 (старт, стоп). На табло індикатора з'являється кількість рухів темпу від 008 по 297 рухів на хвилину. Тривалість рахунку показників темпу, який міститься в межах 0,01–11с.

Проте можливість використовувати індикатор темпу в практиці фізичного виховання значно ширша, ніж це зазначено в інструкції. Нами він також успішно використовується для визначення моторної щільності уроків фізичної культури й тренувальних занять, дозування навантажень, тривалості пауз, ефективності занять за методом кругового тренування, визначення тривалості відновного періоду, вивчення індивідуальних особливостей фізичного стану.

Контрольні запитання

1. Навести класифікацію інструментальних методів вимірювання кількісних параметрів руху.
2. Дати характеристику безконтактних (оптичних, оптико-електронних) методів вимірювання.
3. Розповісти про теоретичні основи електротензодинамометрії, блок-схему універсального електротензодинамометричного комплексу.
4. Назвати умови стійкості тіла людини, види та управління збереженням положення рівноваги.
5. Що таке стабілографія, стабілограма? З чого складається стабілографічний комплекс?
6. Що таке електроміографія? З чого складається вимірювальний комплекс?
7. Назвати основні напрями використання електроміографії.
8. Назвати види прискорень та особливості застосування акселерометрів.
9. Які є методи реєстрації суглобних переміщень?
10. Як вимірюються кривизни хребта за допомогою електрогоніометричних пристроїв?
11. Як отримати фотограму, кінограму, стробофотограму?
12. Який принцип дії сучасних відеокomp'ютерних систем у вимірюваннях рухів людини.
13. Як отримати відеограму?
14. Призначення електронного секундоміра.

БЛОКИ ТЕСТІВ З БІОМЕХАНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

Т Е С Т

для визначення рівня студентських знань з теми

“Вступ у біомеханіку”

1. Біомеханіка – це наука:
 - а) про життєдіяльність організму людини;
 - б) вчення про рухові можливості й рухову діяльність людини;
 - в) про рухові дії.
2. Моторика – це:
 - а) найважливіша функція організму людини;
 - б) система рухових здібностей та рухових можливостей людини;
 - в) етап рухової функції.
3. Рухові здібності – це:
 - а) фізичні параметри тіла людини;
 - б) потенційні нахили людини;
 - в) психофункціональні показники.
4. Рухові можливості – це:
 - а) система рухових здібностей;
 - б) сукупність рухових можливостей людини;
 - в) система рухових здібностей та рухових можливостей людини.
5. Рухова дія – це:
 - а) якісно характерні сторони моторики людини;
 - б) усвідомлений проявів рухової активності людини, спрямований на розв’язання якого-небудь конкретного рухового завдання;
 - в) автоматизовані компоненти рухової дії.
6. Назвати автора першої книги з біомеханіки:
 - а) Леонардо да Вінчі;
 - б) Альфонсо Бореллі;
 - в) Арістотель.
7. Основи наших знань про рухи закладені у воді:
 - а) Архімедом;
 - б) Галеном;
 - в) Галілео Галілеєм.
8. Центральним розділом біомеханіки є:
 - а) інженерна біомеханіка;
 - б) медична біомеханіка;
 - в) біомеханіка фізичних вправ.

9. Розставити за порядком рівні біомеханіки:
 - а) рухова дія;
 - б) рухова діяльність;
 - в) рух.
10. Загальна біомеханіка вивчає:
 - а) вікові, індивідуальні, статеві особливості рухової діяльності;
 - б) загальні закономірності будови рухового апарату й рухової діяльності людини;
 - в) техніку й тактику виконання різних фізичних вправ.
11. Що означає поняття аналізувати рухову діяльність:
 - а) описувати й аналізувати рухові дії, реєструвати характеристики;
 - б) виявляти й виправляти помилки в техніці виконання рухів;
 - в) керувати процесом формування рухових дій.
12. Об'єктом пізнання біомеханіки є:
 - а) активні рухи людини;
 - б) рухові дії як система взаємопов'язаних активних рухів і положень тіла людини;
 - в) механічні та біологічні причини виникнення рухів у єдності й особливості їх виконання в різних умовах.
13. Загальне завдання вивчення рухів – це:
 - а) оцінка ефективності прикладених сил для більш досконалого досягнення поставленої мети;
 - б) вивчення і пояснення самих рухів людини, результатів розв'язання рухового завдання;
 - в) умови, в яких здійснюються рухи.
14. Теорія біомеханіки означає:
 - а) сукупність набутих знань;
 - б) системно-структурний підхід як принцип пізнання цілосності складних процесів і явищ;
 - в) системний аналіз і системний синтез.
15. Які розділи теоретичної механіки використовуються для вивчення механічного руху й механічної взаємодії матеріальних тіл:
 - а) закон класичної механіки Ньютона;
 - б) закон Архімеда;
 - в) кінематика, динаміка й статика.
16. Кінематика як розділ теоретичної механіки розкриває:
 - а) причини дії зовнішніх сил;
 - б) форму й характер рухів;
 - в) причини й механізм рухів.

17. Динаміка як розділ теоретичної механіки висвітлює:
- зовнішню картину рухів;
 - як витрачається енергія м'язами;
 - причину, механізм виникнення і зміну рухів.
18. Статика як розділ теоретичної механіки вивчає:
- умови рівноваги тіла;
 - умови, в яких здійснюються рухова діяльність;
 - розвиток рухів людини в процесі навчання і виховання.
19. У руховій дії як системі виділяють з елементів:
- складові частини;
 - структуру;
 - кількісні характеристики.
20. Назвати два найбільш важливі критерії оптимальності:
- безпеку та естетичність;
 - економічність і механічна продуктивність;
 - точність і комфортабельність.

Правильні відповіді:

- | | |
|-----------|---------|
| 1 б | 11 а |
| 2 б | 12 б |
| 3 б | 13 а |
| 4 в | 14 б |
| 5 б | 15 в |
| 6 б | 16 б |
| 7 а | 17 в |
| 8 в | 18 а |
| 9 в, а, б | 19 а, б |
| 10 б | 20 б |

Оцінка задовільно – 14 – 15 (70–79%);

добре – 16 – 17 (80–89%);

відмінно – 18 – 20 (90–100%).

12. Закон рівності робіт (золоте правило механіки) стверджує:
- а) виграш у шляху пропорційного програшу в силі;
 - б) робота сили, що забезпечує рух дорівнює роботі силі опору;
 - в) робота, що здійснюється силою, яка прикладена до плеча важеля, передається на інше плече.
13. Чому при роботі опорно-рухового апарату ми завжди програємо в силі:
- а) м'язи прикріпляються близько біля суглоба;
 - б) тяглова сила м'язів кістки під гострим кутом;
 - в) при значних фізичних навантаженнях напружуються всі м'язи, що розміщені навколо суглоба.
14. Якими характеристиками можна описати геометрію маси тіла людини:
- а) показниками маси тіла;
 - б) показниками маси, радіусом інерції, моментом інерції;
 - в) кількістю рухів і кінетичним моментом.
15. Мінімізувати затрати енергії при виконанні рухів можна:
- а) виконувати частоту кроків при ходьбі, бігу, гребків при плаванні резонансними (близькими до власної частоти коливань руки або ноги);
 - б) економне поєднання частоти й довжини кроків або гребків;
 - в) виконувати рухи в різному темпі.
16. Висока економність рухів, що виконується з резонансною частотою, пояснюється:
- а) коливні рухи верхніх і нижніх кінцівок супроводжуються рекуперацією механічної енергії;
 - б) метаболічна енергія, що перейшла в механічну, багаторазово використовується;
 - в) перехід потенціальної енергії у кінетичну й навпаки здійснюється з мінімальною втратою енергії.
17. Трубочаста будова кісток забезпечує:
- а) протидію значним навантаженням і разом з тим у 2–2,5 раза знижує їхню масу;
 - б) значне зменшення моменту інерції;
 - в) рухову функцію.
18. Види механічного впливу на кістки:
- а) розтягування; б) стискання; в) згинання; г) скручування.
19. Фізіологічні впливи хребта виконують такі функції:
- а) амортизацію;
 - б) створюють сприятливі умови для роботи нутрощів;
 - в) забезпечують рівновагу при прямостоянні й прямоходінні.
20. У скільки разів синовіальна рідина забезпечує зниження коефіцієнта тертя:
- а) у 10 разів; б) 20 разів; в) 30 разів.

21. Назвати механічні властивості м'язів:
а) скоротливість; б) жорсткість і релаксація; в) збудливість.
22. Режим скорочення м'язів:
а) поступальний режим;
б) ізометричний режим;
в) статичний режим.
23. Режим роботи м'язів:
а) ауксотонічний; б) динамічний; в) ізотонічний.
24. Ефективність м'язового скорочення найвища:
а) сила й швидкість скорочення м'язів максимальна;
б) сила й швидкість м'язового скорочення оптимальна;
в) сила й швидкість складають до 30% від максимально можливих величин.
25. Закон середніх навантажень і швидкостей ґрунтується:
а) на залежності між величиною роботи м'яза й навантаженням та швидкістю його скорочення;
б) на залежності величини зовнішньої роботи від швидкості скорочення м'язів;
в) залежності величини механічної роботи, виконуваної м'язом, від навантаження м'яза.
26. Перетворення біопотенціальної енергії у м'язах має такі джерела:
а) Запаси енергетичних речовин (перетворення хімічної енергії у потенціальну енергію активного напруження м'язів);
б) роботу зовнішніх для м'яза сил (перетворення кінетичної енергії ланки, що рухається і розтягує м'яз, у потенціальну енергію пружної деформації м'яза).
в) перехід кінетичної енергії у потенційну.
27. Модель, що відображає пружні властивості м'язів, складається із компонентів:
а) послідовного пружного компонента;
б) паралельного пружного компонента;
в) скоротливого компонента.
28. Пружна енергія в м'язах виникає внаслідок:
а) нагромадження хімічної енергії;
б) пружної деформації м'яза при його напруженні;
в) перетворення біопотенціальної енергії у кінетичну енергію ланки, що рухається.
29. Що означає явище резонансу?
а) при коливних рухах "туди-назад" відбувається розпорошення (розсіювання) частини біопотенціальної енергії;

- б) коливання загасує, постійні й нарощуванні ;
 в) за рахунок наростання коливань запасів хімічної енергії додати механічної енергії більше, ніж розів'ється.
30. Умови для ефективного використання пружної енергії у коливному (резонансному) режимі:
- а) рух виконувати з достатнім розмахом (м'язові волокна значно розтягнути);
 б) розігнати ланку до значної швидкості й різко загальмувати рух (при розтягуванні м'яза необхідно передати велику кількість кінетичної енергії);
 в) на початку зворотного руху додавати потужне напруження м'яза за рахунок активного скоротливого процесу.

Правильні відповіді:

1 в	11 в	21 б
2 а	12 а б	22 б
3 а, б, в	13 а, б, в	23 б
4 б	14 б	24 в
5 б	15 а	25 а
6 в	16 а, б, в	26 а, б
7 б, в	17 а, б	27 а, б, в
8 б	18 а, б, в, г	28 б
9 в	19 а, б, в	29 в
10 б	20 б	30 а, б, в

Оцінка “задовільно”	– 21 – 23 (70 – 79%).
Оцінка “добре”	– 24 – 26 (80 – 89 %).
Оцінка “відмінно”	– 27 – 30 (90 – 100 %).

ТЕСТИ

для оцінки рівня студентських знань з біомеханіки фізичних вправ з теми
“Енергетика та оптимізація рухових дій”

- Оптимізацією називається:
 - висока механічна продуктивність рухової дії;
 - найкраща техніка рухової дії та найкраща тактика рухової діяльності;
 - вибір найкращого варіанта виконання рухової дії із числа можливих.
- Механічна робота означає:
 - пройдений шлях;
 - зв'язок між силою та переміщенням;
 - переборення опору при рухах.
- Кількісною мірою механічної роботи є:
 - обсяг виконаної роботи;
 - механічна продуктивність;
 - добуток сили на пройдений шлях.
- Енергія – це:
 - теплові та хімічні процеси;
 - психічні процеси й нервова діяльність;
 - здатність виконувати роботу.
- Форми механічної енергії:
 - електрична та хімічна енергія;
 - енергія положення (потенційна) та енергія руху (кінетична);
 - міра руху.
- Потенційна енергія означає:
 - роботу проти сили тяжіння;
 - енергія положення (піднятого тіла над землею);
 - намагання тіла впасти на землю.
- Величина потенційної енергії визначається за формулою:
 - $E = mv^2/2$;
 - $E = IR^2/2$;
 - $E = mgh$.
- Яку роботу слід виконати, щоб надати тілу потенційної енергії:
 - здійснити роботу проти сили тяжіння (переборювальну роботу);
 - здійснити роботу з переборювання тертя й опору повітря;
 - нагромадження у м'язах при розтягуванні пружної енергії.
- Кінетична енергія – це:
 - енергія руху;
 - енергія положення;
 - половина добутку маси на квадрат швидкості.

10. Під час стрибка у висоту в зв'язку з віддаленням тіла від землі яка енергія збільшується (зменшується):
- а) кінетична;
 - б) потенційна;
 - в) механічна робота.
11. Чому дорівнює повна механічна енергія тіла:
- а) потенційній енергії;
 - б) кінетичній енергії;
 - в) сумі потенціальної і кінетичної енергії.
12. Що відбувається з механічною енергією під час приземлення при стрибках у висоту:
- а) перехід кінетичної енергії в потенційну;
 - б) перехід потенціальної енергії в кінетичну;
 - в) кінетична енергія тіла, яке рухається, витрачається на виконання роботи.
13. Від яких основних факторів залежить витривалість людини:
- а) від ємності й потужності енергетичних систем;
 - б) енергетичного потенціалу та економності;
 - в) техніки й тактики.
14. Повну механічну енергію слід розглядати як:
- а) механічну роботу, яка створюється всіма м'язами людини;
 - б) сума явної та прихованої механічної роботи;
 - в) роботу з переміщення окремих сегментів тіла відносно ЗЦМ.
15. Варіанти використання рекуперації енергії:
- а) найменше енергоємне поєднання сили й швидкості руху;
 - б) використання енергії, яка переходить від одного сегмента до іншого;
 - в) використання енергії пружної деформації, нагромадженої у попередніх фазах рухової дії.
16. Оптимальні рухові переведення – це:
- а) зміна інтенсивності м'язової роботи (швидкості пересування);
 - б) зміна довжини й частоти кроків;
 - в) перехід з одного способу виконання рухового завдання на інший (наприклад, імпульсивне колове тренування).
17. Принцип мінімуму енерговитрат означає:
- а) переведення швидкості згідно зі зміною зовнішніх умов та власного стану;
 - б) самостійне (ініціативне) знаходження найбільш економічного рухового режиму;
 - в) довільна організація рухової діяльності, що дає змогу звести до мінімуму затрати енергії.

18. Тренування м'язів сприяє:
 - а) утворенню рельєфної мускулатури;
 - б) створенню можливості більш повної мобілізації рухових одиниць;
 - в) зменшенню поперечника м'язових волокон.
19. Основним природним критерієм оптимальності природної рухової діяльності є:
 - а) розвиток та вдосконалення органів і систем організму;
 - б) безпечність;
 - в) економічність.
20. Природна рухова активність дітей спрямована на:
 - а) розвиток й удосконалення організму за рахунок інтенсивної рухової діяльності;
 - б) стимуляцію енергетики скелетних м'язів;
 - в) інтенсифікацію режиму рухів порівнянно з енергетично оптимальним.
21. Коефіцієнт корисної дії (ККД) – це:
 - а) важливий показник ефективності роботи м'язів;
 - б) відношення виконаної роботи м'язів (А) до загальних енергетичних витрат (Q);
 - в) загальні енергетичні витрати.
22. Під потужністю роботи прийнято розуміти:
 - а) час виконання певного обсягу роботи;
 - б) швидкість перетворення та передачі енергії від одного тіла до іншого;
 - в) відношення величини виконуваної роботи (А) до часу її виконання ($N=F \times V$).
23. На що витрачається енергія під час ходьби й бігу людини:
 - а) на горизонтальні переміщення тіла;
 - б) на горизонтальні й вертикальні переміщення тіла;
 - в) на горизонтальні, вертикальні й поперечні переміщення тіла.
24. Як змінюється величина $E_{\text{кін}}$ і $E_{\text{пот}}$ тіла людини під час ходьби:
 - а) синфазно;
 - б) у протифазі;
 - в) переходом $E_{\text{кін}}$ в $E_{\text{пот}}$ енергію гравітації і зворотно.
25. Від чого залежить енерговитрати під час ходьби та бігу:
 - а) енергетичної вартості метра шляху;
 - б) швидкості руху тіла;
 - в) оптимального поєднання довжини й частоти кроків.
26. Основним критерієм оптимальності під час ходіння і бігу є:
 - а) економічність;
 - б) вибір оптимальної швидкості, довжини кроку й темпу;
 - в) зменшення вертикальних і поперечних коливань ЗЦМ та повороти тазу.

27. Лижні ходи за способом відштовхування палками поділяються на:
- а) двохкрокові;
 - б) поперемінні та одночасні;
 - в) безкрокові ходи.
28. За кількістю кроків в одному циклі виділяють такі лижні ходи:
- а) поперемінні й одночасні;
 - б) двохкрокові;
 - в) двох- та чотирикрокові й безкрокові ходи.
29. Енергетичні витрати при пересуваннях на лижах залежать від:
- а) температури повітря;
 - б) способу відштовхування палками та кількості кроків при пересуванні на лижах;
 - в) довжини дистанції.
30. Під оптимальними режимами в лижних гонках слід розуміти:
- а) оптимальний спосіб пересування;
 - б) оптимальну розкладку дистанційної швидкості;
 - в) оптимальне поєднання довжини й частоти кроків.
31. Педалюванням називається:
- а) одночасні колові рухи стегна, гомілки та стоп вусуглобах;
 - б) процес обертання шатунів велосипеда;
 - в) локомоції із використанням важільних передач.
32. Від чого залежить ефективність рухових дій велосипеда:
- а) фізичної й технічної підготовки;
 - б) посадки й техніки педалювання;
 - в) фізичної працездатності.
33. При пересуванні на велосипеді механічна енергія витрачається на:
- а) переборення сили тертя кочення;
 - б) переборення опору повітря;
 - в) переміщення ніг відносно ЗЦМ.
34. Зовнішня робота велосипедиста залежить:
- а) від швидкості пересування;
 - б) посадки й екіпіровки велосипедиста;
 - в) коефіцієнта тертя кочення.
35. Ефективність їзди на велосипеді залежить від:
- а) індивідуальних особливостей спортсмена й зовнішніх умов;
 - б) частоти обертання педалей;
 - в) частоти обертання педалей і вибору передачі.
36. Укладкою при їзді на велосипеді називається:
- а) темп педалювання;
 - б) оптимальний режим педалювання;
 - в) відстань, яка долається за один оберт педалей.

37. Специфічні особливості плавання:
- а) циклічна вправа пересування у воді завдяки рухам верхніх і нижніх кінцівок;
 - б) постійне переборювання опору води й підтримування горизонтального положення тіла;
 - в) фіксація м'язів тулуба в тривалому титанічному напруженні.
38. Чому плавання є найбільш енергоємним видом локомоції людини:
- а) способи плавання ґрунтуються на взаємодії плавця з водою, щільність якої у 800 разів більша щільності повітря;
 - б) сили, які необхідно перебороти плавцю (гальмівні) значні, перемінні й діють неперервно;
 - в) відсутня постійна опора для відштовхування.
39. Основні вимоги до оптимізації плавання:
- а) усувати непродуктивні витрати енергії;
 - б) максимізувати тягівну силу й мінімізувати суму гальмівних сил;
 - в) вибирати оптимальний темп рухів, враховуючи, що кожній швидкості плавання даної людини відповідає свій оптимальний темп.
40. Вимоги до оптимізації кидків:
- а) оптимальний кут вильоту снаряда;
 - б) значна початкова швидкість (швидкість вильоту снаряда);
 - в) найбільший ефект м'язів досягається при швидкісних рухах, якщо м'язи скорочуються із попередньо розтягнутого стану.
41. Ударна взаємодія – це:
- а) передача швидкості снаряда на шляху його пливового прискорення;
 - б) рухи з попереднім замахом та без замаху;
 - в) передача значної швидкості за короткий проміжок часу контакту.
42. Фаза ударної взаємодії характеризується:
- а) замахом – рухом у бік, протилежний напрямленню майбутнього удару;
 - б) прояв динамічного ефекту удару за час пружної деформації і відновлення форми тіла;
 - в) нарощуванням швидкості до оптимальної для досягнення необхідного ефекту.
43. Назвати найбільш раціональний спосіб стрибків у довжину з розбігу:
- а) стрибок зігнувшись;
 - б) стрибок прогнувшись;
 - в) стрибок “ножиці”.
44. Назвати найбільш раціональний спосіб стрибків у висоту:
- а) пережат;
 - б) пережатний;
 - в) “фосбюрі-хлоп”.

45. Естетичний ідеал означає:
- а) висока культура рухів;
 - б) зразок, який відповідає загальноприйнятому в даний період часу уявленню про гарне;
 - в) гармонійний розвиток особистості й тіла людини.
46. Як оцінюється ефективність рухової діяльності в артистичних видах спорту:
- а) за стабілізацією динамічної структури рухів;
 - б) за енергетичними показниками;
 - в) за зовнішньою картиною, естетичним ідеалом.
47. Чому здоров'я й краса рухів між собою тісно пов'язані:
- а) здоров'я – запорука краси;
 - б) навичка рухатися правильно, гарно – одна із умов фізичного вдосконалення й довголіття;
 - в) здоров'я й краса – нерозривна двоєдність.
48. Провідним критерієм оптимальності пересування із рюкзаком є:
- а) оптимальна довжина й частота кроків;
 - б) економічність;
 - в) врахування енергетичної вартості метра шляху.
49. Скільки найбільш конкретних способів транспортування великого вантажу:
- а) 4;
 - б) 7;
 - в) 5.
50. На скільки фаз поділяється підтягування, присідання, згинання рук в упорі лежачи:
- а) дві;
 - б) чотири;
 - в) шість.

Правильні відповіді:

1 д	11 в	21 б	31 б	41 в
2 в	12 а	22 в	32 б	42 б
3 в	13 б	23 в	33 а б в	43 в
4 в	14 б	24 б	34 б	44 в
5 б	15 а б в	25 в	35 в	45 б
6 б	16 а б в	26 а	36 в	46 в
7 в	17 б в	27 б	37 б	47 в
8 а в	18 а б	28 в	38 а б в	48 б
9 а	19 в	29 в	39 а б в	49 б
10 б	20 а	30 а б в	40 а б	50 б

Оцінка тесту: 35 – 39 (70%) – “задовільно”;
 40 – 44 (80%) – “добре”;
 45 – 50 (90%) – “відмінно”.

Т Е С Т

для оцінки рівня студентських знань з біомеханіки фізичних вправ на тему
“Біомеханічні характеристики рухів людини”

1. Біомеханічні характеристики – це:
 - а) тестування фізичної підготовленості;
 - б) визначення основних параметрів рухової дії;
 - в) кількісний опис та аналіз рухової діяльності.
2. Описати рухову дію означає:
 - а) розкрити зовнішню і внутрішню структуру;
 - б) показати взаємозв'язок різноманітних процесів в організмі людини під час виконання даного руху;
 - в) розкрити зовнішню картину рухової дії за допомогою кінематичних характеристик.
3. Аналізувати рухову дію означає:
 - а) розкрити зміст і форму фізичної вправи;
 - б) висвітлити причину й механізм рухової дії;
 - в) різноманітні процеси в організмі людини під час виконання фізичних вправ.
4. Навчитися “читати рухи” означає:
 - а) визначати сукупність якостей і процесів, що виникають при виконанні рухових дій;
 - б) вміти аналізувати рухову діяльність, подумки бачити рухову дію, оцінювати якість її виконання;
 - в) визначати їхній вплив на дієздатність організму, на формування вмінь і навичок.
5. Зміст фізичної вправи означає:
 - а) вплив на фізичний та духовний розвиток людини;
 - б) сукупність якостей і процесів, що визначають її вплив на дієздатність організму, формування вмінь та навичок, на фізичний розвиток людини;
 - в) підвищення функції дихання, кровообігу, посилення обміну речовин та ін.
6. Форма фізичної вправи – це:
 - а) внутрішня структура, що характеризується взаємозв'язком різноманітних процесів в організмі людини під час виконання рухової дії;
 - б) її зовнішня і внутрішня структура;
 - в) досконале оволодіння технікою фізичних вправ.
7. Техніка фізичних вправ – це :
 - а) взаємозв'язок форми і змісту фізичних вправ;
 - б) способи виконання рухових дій, покликані підвищити їхню ефективність;

- в) результативне виконання фізичних вправ.
8. Кінематика як розділ теоретичної механіки розкриває:
- а) співвідношення просторових, часових та динамічних параметрів руху;
 - б) форму і характер рухів;
 - в) причини зміни швидкості рухів.
9. Динаміка як розділ теоретичної механіки розкриває:
- а) взаємозв'язок між формою і змістом фізичної вправи;
 - б) причини й механізм рухової дії;
 - в) силу рухової дії.
10. За формою рухи поділяються на:
- а) ациклічні;
 - б) циклічні;
 - в) поступальні та обертальні.
11. Рухи людей за способом виконання поділяються:
- а) за способом відштовхування;
 - б) за способом притягування;
 - в) за способом відштовхування, притягування та комбінованого способу.
12. Кінематичні характеристики поділяються на:
- а) інерційні й часові;
 - б) просторові, часові й просторово-часові;
 - в) темп, ритм.
13. Просторові характеристики дають змогу визначити:
- а) силу й амплітуду руху;
 - б) початкове положення тіла, кінцеве та проміжне;
 - в) власне рухову дію.
14. Власне рухова дія – це:
- а) проміжне між початковим та кінцевим положенням;
 - б) переміщення тіла в часі й просторі, яке забезпечує виконання поставленого завдання;
 - в) напрям, амплітуда, швидкість рухів, що відповідає розв'язанню завдань.
15. Ритм означає:
- а) певне чергування напруження, розслаблення і відпочинку м'язів при виконанні рухових дій;
 - б) часова міра;
 - в) показник координаційної злагодженості виконання рухових дій.
16. Темп – це:
- а) критерій дозування фізичного навантаження;
 - б) певна частота виконання рухової дії за одиницю часу;
 - в) швидкість рухової дії.

17. Швидкість означає:
- а) час проходження певного відрізка шляху;
 - б) часова характеристика;
 - в) частоту зміни швидкості за одиницю часу.
18. Одиницею виміру швидкості при обертальному русі є:
- а) см, м, км;
 - б) кутові показники (градуси);
 - в) м/с, км/год.
19. До інерційних характеристик належать:
- а) зовнішня сила;
 - б) маса., радіус інерції і момент інерції;
 - в) кінетична енергія.
20. Силкові характеристики поділяються на:
- а) інерційні;
 - б) дистантні й контактні;
 - в) зовнішні та внутрішні сили.
21. Кількість руху – це:
- а) міра поступального руху тіла, що характеризується здатністю передаватися іншому тілу у вигляді механічного руху;
 - б) міра обертального руху;
 - в) кількість руху, що вимірюється добутком маси тіла та його швидкості ($K=mv$).
22. Кінетична енергія – це:
- а) міра механічного руху, яка при поступальному русі може перетворюватися в потенціальну енергію або в інші види енергії;
 - б) міра обертального руху;
 - в) механічна робота.
23. Сили внутрішні відносно тіла людини – це:
- а) сила тяжіння;
 - б) сили, що прикладаються до ЦТ ланки тіла;
 - в) сила м'язів та пасивної протидії.
24. Сили зовнішні відносно тіла людини – це:
- а) сили, що прикладаються до ЗЦТ тіла;
 - б) наближують і відділяють ланки тіла;
 - в) прискорюють тіло людини.
25. Виштовхувальна сила – це:
- а) внутрішня сила;
 - б) міра дії середовища на тіло, яке занурюється у воду;
 - в) статична сила.

26. Реакція опори – це:
 а) дія опори;
 б) протидія опори;
 в) взаємодія опори.
27. Сила пружної деформації означає:
 а) передачу енергії деформованим тілам;
 б) перехід потенціальної енергії пружної деформації у кінетичну енергію;
 в) здійснення позитивної роботи пружними силами.
28. Механічну роботу можна визначати за формулою:
 а) $N = A / t$; б) $A = F \cdot S$.
29. Потенціальна енергія визначається за формулою:
 а) $E_p = mgh$;
 б) $E_{k\text{пест}} = \frac{mv^2}{2}$
 в) $E_{k\text{об}} = \frac{I \omega^2}{2}$.
30. Основними показниками енергетичних характеристик є:
 а) енергія;
 б) робота;
 в) енергетична й пульсова вартості.

Правильні відповіді:

1 в	11 а б в	21 а в
2 в	12 б	22 а
3 б	13 б	23 б в
4 б	14 а	24 а в
5 б	15 а	25 б в
6 а	16 б	26 б
7 б	17 а	27 б
8 б	18 б	28 б
9 б	19 б	29 а
10 в	20 б в	30 в

Оцінка: задовільно – 21 – 23 (70-79%);
 добре – 24 – 26 (80-89%);
 відмінно – 27 – 30 (90-100%).

Т Е С Т

для оцінки рівня студентських знань з теми
“Диференціальна біомеханіка”

1. Диференціальна біомеханіка як розділ біомеханіки вивчає:
 - а) основні закономірності будови опорно-рухового апарату, рухових якостей і рухової діяльності людини;
 - б) індивідуальні й групові особливості рухових якостей рухової діяльності людей;
 - в) техніку й тактику виконання різних фізичних вправ.
2. Рухові можливості людини залежать:
 - а) віку й статі;
 - б) фізичного розвитку;
 - в) довжини й маси тіла, його пропорції та конституції.
3. Під будовою тіла розуміють:
 - а) довжину й масу тіла;
 - б) розміри, форми й пропорції тіла та особливості взаємного розміщення частин тіла;
 - в) спадковість і тип конституції.
4. Основним природним критерієм оптимальності, що сформувався у процесі виникнення і розвитку життя на Землі, є:
 - а) спадковість та адаптація;
 - б) економність;
 - в) довільно вибраний режим пересування.
5. Принцип мінімуму енерговитрат у нормальних умовах означає:
 - а) самостійний вибір такого режиму пересування, коли затрати енергії на подолання відстані мінімальні;
 - б) енергетично оптимальний режим;
 - в) інтенсивна рухова діяльність.
6. Чому в дітей принцип мінімуму енерговитрат порушується:
 - а) природна рухова діяльність спрямована на розвиток й удосконалення;
 - б) процес розвитку й відновлення ефективні лише за умови інтенсивної рухової діяльності;
 - в) довільно вибраний дітьми режим пересування більш інтенсивний порівнянно з енергетично оптимальним.
7. Під впливом яких факторів відбувається вдосконалення рухових можливостей у процесі вікового розвитку:
 - а) сприятливих матеріальних і кліматичних умов;
 - б) дозрівання (генетично зумовлене удосконалення систем організму);
 - в) педагогічного впливу (навчання).

8. Який характер може мати взаємодія цих факторів:
- нейтральний;
 - синергічний (односпрямований);
 - антагоністичний.
9. Педагогічний вплив на вдосконалення організму ефективний лише за таких умов:
- враховується стан здоров'я;
 - індивідуальні й статеві особливості;
 - досягнутий певний ступінь зрілості організму.
10. Сенситивні періоди в розвитку фізичних якостей і рухових навичок – це:
- добиватися синергізму процесів дозрівання і навчання;
 - найбільш сприятливі для оволодіння різноманітними руховими якостями й навичками;
 - дозування навантаження при розвитку рухових якостей.
11. Віковий діапазон у кожному виді рухової діяльності, в якому досягаються найвищі спортивні результати тісно зв'язані:
- з періодом досягнення найвищого рівня підготовленості в даному виді спорту;
 - з віком розвитку рухових можливостей людини (16-30 років);
 - компенсацією, тренуванням і досвідом.
12. Руховий вік означає:
- збігання середнього рівня розвитку рухових якостей з календарним;
 - результати тестування перевищують середній рівень у дітей і випереджають календарний вік;
 - виявлення співвідношення між середнім показником виконання рухових завдань і календарним віком.
13. Яких дітей з погляду розвитку рухових якостей називають акселератами:
- дітей, у яких руховий вік випереджає календарний;
 - дітей, у яких руховий вік відстає від календарного;
 - дітей, у яких календарний вік збігається з середніми показниками рухових завдань.
14. За допомогою яких методів дослідження можна прогнозувати розвиток рухових можливостей:
- методом рентгеноскопії;
 - лонгітудінальними спостереженнями за показниками моторики дітей;
 - методом генетичних досліджень (спортивних сімей, близнюків).
15. Вік, коли здійснюється прогнозування, прийнято називати:
- дефінітивний;
 - ювенільний.

16. Мірою прогностичної інформованості показників моторики є:
- ювенільні й дефінітивні показники;
 - надійність тестів;
 - коефіцієнт кореляції між значеннями ювенільних і дефінітивних показників.
17. Поняття рухові переваги (рухові асиметрії) означає:
- уміння виконувати технічні дії в обидві сторони (правою і лівою руками, ногами);
 - виконання побутових і спортивних рухів певною рукою, ногою в один і той же бік (рухові асиметрії);
 - люди, які виконують рухи тільки правою рукою (ногою).
18. Яких людей називають декстерами:
- людей, які переважно користуються правою рукою, права нога є маховою, а повороти виконують у лівий бік;
 - люди, які однаково володіють лівою і правою кінцівками;
 - переважне користування лівою рукою при виконанні різних дій.
19. Чому не рекомендується примусово переучувати ліворуких дітей:
- ліворукість не патологія;
 - правильно виховані та навчені ліворукі діти в психічному та фізичному розвитку не відстають від праворуких;
 - це може призвести до порушення психіки, сприяти виникненню заїкання, косоокості.
20. Що означає вираз “домінантна рука”:
- рухова асиметрія;
 - сторона або кінцівка, якій надається перевага;
 - високий рівень розвитку верхньої або нижньої кінцівки.

Правильні відповіді:

- | | |
|-------|--------|
| 1 б | 11 а б |
| 2 в | 12 в |
| 3 б | 13 а |
| 4 б | 14 б |
| 5 а | 15 б |
| 6 в | 16 в |
| 7 б в | 17 б |
| 8 б в | 18 а |
| 9 в | 19 в |
| 10 б | 20 б |

Оцінка задовільно – 14–15 (70–79%);
 добре – 16–17 (80–89%);
 відмінно – 18–20 (90–100%).

ТЕСТ

визначення студентського рівня знань з курсу

“Біомеханіка фізичних вправ”

- Що вивчає наука біомеханіка?
 - рухову дію;
 - рухову діяльність;
 - рухові можливості й рухову діяльність.
- З якими науками тісно пов'язана біомеханіка?
 - анатомією;
 - фізіологією;
 - гігієною фізичних вправ;
 - теорією фізичного виховання.
- Назвіть учених, які зробили вагомий внесок у розвиток біомеханіки:
 - М.О.Бернштейн;
 - П.К.Анохін;
 - І.П.Павлов.
- Що означає термін “рухова діяльність”?
 - рухова дія;
 - мотивований рух;
 - система рухових дій.
- Що розкривають кінематичні ознаки рухів?
 - силу деформації зовнішніх сил;
 - швидкість частин тіла;
 - зовнішню картину рухової діяльності, форму й характер рухів.
- За допомогою яких ознак можна встановити причину зміни рухів?
 - швидкістю;
 - характером силових взаємодій;
 - динамічними характеристиками.
- За допомогою яких характеристик можна визначити енергетичні витрати на рухову діяльність?
 - енергетична вартість метра шляху;
 - пульсовою вартістю метра шляху.
- Руховий апарат людини – це:
 - м'язова система;
 - кістково-м'язова система;
 - саморухливий механізм.
- Що означає геометрія маси тіла людини?
 - розподіл маси між ланками тіла людини;
 - розподіл маси всередині ланки;
 - розподіл маси між ланками й всередині ланки.

10. Якими показниками характеризується геометрія маси тіла?
 - а) радіусом інерції;
 - б) моментом інерції;
 - в) координатами центра маси, масою.
11. Що таке важіль?
 - а) кістка;
 - б) механізм для передачі руху на відстань;
 - в) тверда частина тіла.
12. Важіль першого роду – це:
 - а) одноплечовий важіль;
 - б) ланцюг, на який діють дві сили з протилежними моментами обертання;
 - в) важіль рівноваги.
13. Важіль другого роду – це:
 - а) важіль сили;
 - б) важіль швидкості;
 - в) важіль рівноваги.
14. При яких умовах ланцюг перебуває у рівновазі?
 - а) якщо діють дві сили з протилежними моментами дій;
 - б) сила тяжіння більша сили м'язів;
 - в) щоб протилежно спрямовані моменти сил були однакові за величиною.
15. На яке плече у важеля другого роду діє сила м'язового скорочення?
 - а) коротке;
 - б) довге.
16. На яке плече діє сила тяжіння третього роду?
 - а) довге;
 - б) коротке.
17. У чому полягає принцип мінімуму енерговитрат?
 - а) оптимальна за економічністю інтенсивність рухової діяльності;
 - б) довільна організація рухової діяльності;
 - в) здатність знаходити найбільш економну інтенсивність переміщення.
18. Що означає принцип зворотних зв'язків?
 - а) інформація про стан м'язів;
 - б) інформація про функціональний стан організму;
 - в) зворотна аферентація про рухову дію та її результат.
19. Який вид зворотних зв'язків бере участь у забезпеченні правильної постави?
 - а) рівновага;
 - б) зоровий аналізатор;
 - в) кінестетичний (пропріорецептивний).

20. Що слід розуміти під рекуперацією енергії?
а) багаторазове використання механічної енергії;
б) використання енергії, яка переходить від однієї ланки тіла до іншої;
в) метаболічна енергія.
21. Що слід розуміти під руховою культурою людини (техніко-тактична майстерність)?
а) обсяг, різнобічність техніки й тактики;
б) ефективність і раціональність техніки й тактики;
в) досягнення найкращого для себе результату.
22. Біомеханічні тести витривалості допомагають установити:
а) який обсяг роботи може виконати людина без зниження ефективності рухової діяльності;
б) як довго людина виконує навантаження без втоми.
23. Перший закон Ньютона:
а) закон динаміки;
б) закон інерції;
в) закон дії і протидії.
24. Другий закон Ньютона:
а) закон інерції;
б) закон динаміки;
в) закон дії і протидії.
25. Які рухові переведення можуть бути використані для підвищення механічної продуктивності?
а) усунення непродуктивних м'язових скорочень;
б) збільшення додаткових непродуктивних рухів.
26. Третій закон Ньютона:
а) закон інерції;
б) закон дії і протидії;
в) основний закон динаміки.
27. Як підвищити економічність рухової діяльності?
а) вибрати граничну інтенсивність руху;
б) вибрати оптимальну швидкість, довжину кроку, темп.
28. Що означає центр маси тіла?
а) точка, де перетинається лінія дії всіх сил, які забезпечують поступальний рух;
б) точка, де перетинаються лінії дії всіх сил, які забезпечують обертальний рух.
29. Сили внутрішні стосовно тіла людини – це:
а) сила інерції зовнішнього тіла;
б) сили, які змінюють положення і швидкість загального центра тяжіння;
в) сили, які наближають або віддаляють одну ланку від одної, виникають в середині тіла.

30. Сили зовнішні стосовно тіла людини – це:
а) сила м'язової тяги;
б) сили пасивної протидії;
в) сили, які змінюють положення і швидкість загального центра тяжіння.
31. Маса – це:
а) кількість речовин, яка міститься в тілі або окремій ланці;
б) міра інертності тіла при поступальному русі;
в) кількісна міра інертності тіла щодо сили, яка діє на нього.
32. Показником міри інертності тіла щодо дійної сили є?
а) маса тіла;
б) чим більша маса тіла, тим вища інертність тіла.
33. Показником кількісної міри інертності тіла при обертовому русі є:
а) маса тіла і як вона розподілена осі обертання;
б) момент інерції.
34. Скільки ланок нараховується в тілі людини?
а) 40; б) 60; в) 70; г) 120.
35. Як можна визначити кількість руху?
а) це добуток маси тіла на лінійну швидкість;
б) механічний показник поступального руху.
36. Як визначити кінетичний момент?
а) це добуток маси тіла на кутове прискорення;
б) це добуток моменту інерції на кутову швидкість.
37. При якій умові обертання фігуристки різко уповільнюється і зовсім припиняється?
а) руки притиснуті до тіла, маса постійна;
б) руки відведені в сторони, збільшується радіус і момент інерції.
38. Як можна зменшити затрати енергії при циклічних вправах?
а) багаторазове використання хімічної енергії за рахунок коливань;
б) коливальні рухи кінцівок супроводжуються рекуперацією механічної енергії.
39. Що забезпечує трубчаста будова довгих кісток кінцівок?
а) протидію значним навантаженням;
б) протидію значним навантаженням, знижує масу в 2-2,5 рази і зменшує момент інерції.
40. Механічні властивості кісток – це:
а) рухова;
б) захисна;
в) опорна.
41. Механічні властивості суглобів – це:
а) виділення синовіальної рідини;

- б) зменшення коефіцієнта третя суглобів у 20 разів.
42. Що розкриває закономірність м'язового скорочення “сила – тривалість”?
- чим більша сила скорочення, тим більша їхня тривалість;
 - чим більша сила скорочення м'язів, тим менша їхня гранична тривалість.
43. Закономірність м'язового скорочення “сила – швидкість” означає:
- сила скорочення зворотно пропорційна швидкості руху ланки тіла;
 - чим більша швидкість, тим більша сила;
 - чим більша швидкість перемішувальної ланки, тим менша сила.
44. Релаксація як механічна властивість м'язів – це:
- поступове збільшення сили тяги при сталій довжині м'язів;
 - поступове зменшення сили тяги при надмірній довжині м'язів (чим більша пауза при глибокому присіданні, тим менша сила відштовхування).
45. Групова взаємодія м'язів, “м'язи-синергісти” – це:
- переміщення ланки тіла в одному напрямку (односпрямована дія);
 - переміщення ланки тіла в протилежному напрямку (різнонаправлена дія).
46. М'язи-антагоністи – це група м'язів, яка:
- виконує односпрямовану дію стосовно м'язів-синергістів;
 - виконує різноспрямовану дію відносно м'язів-синергістів.
47. При яких умовах (режимі) сила й швидкість м'язового скорочення найбільші?
- при режимі, коли сила й швидкість складає 30% від максимально можливих величин;
 - при режимі 50% від максимально можливих величин.
48. Що слід розуміти під механічною потужністю м'язового скорочення?
- це добуток сили на швидкість скорочення;
 - сила й швидкість найбільші.
49. Від чого залежить культура рухів (рухова майстерність) людини?
- рівня фізичної, технічної підготовки;
 - рівня тактичної і психологічної підготовленості;
 - рівня фізичної, технічної, тактичної, психологічної і теоретичної підготовленості.
50. Яку інформацію слід отримувати внаслідок біомеханічного контролю?
- про техніку руховий дій і тактику рухової діяльності;
 - про рівень розвитку фізичних якостей, про техніко-тактичну майстерність.
51. Біомеханічний контроль відповідає на запитання:
- що робить людина;
 - наскільки досконало робить;

- в) завдяки чому вона це робить?
52. Схема процедури біомеханічного контролю:
- а) контроль = тестування + оцінка результатів тестування (вимірювання);
 - б) контроль = оцінка результатів + тестування (вимірювання).
53. Критерії кількісної оцінки тестування техніко-тактичної майстерності рухової культури:
- а) обсяг техніки й тактики;
 - б) різнобічність техніки й тактики;
 - в) ефективність і раціональність техніки й тактики;
 - г) освоєність техніки й тактики.
54. Обсяг техніки містить:
- а) кількість тактичних прийомів, яким володіє спортсмен;
 - б) рівень розвитку фізичних якостей.
55. Обсяг тактики містить:
- а) тактичні варіанти із різних груп;
 - б) показ найкращого для себе результату (тактика рекорду);
 - в) перемогу, бажання потрапити в число призерів, фіналістів незалежно від того, який буде показний результат (тактика перемоги).
56. Що означає ефективність техніки рухових дій і тактики рухової діяльності?
- а) міру відповідності техніки й тактики конкретної людини вибраному критерію оптимальності;
 - б) найбільш ефективний варіант техніки (тактики);
 - в) індивідуально-оптимальний варіант.
57. Біомеханічні тести витривалості дають змогу встановити:
- а) який обсяг роботи людина може виконувати і як довго може працювати без зниження ефективності рухової діяльності;
 - б) визначення мінімального часу, за який людина подолає дистанцію;
 - в) обмеження тривалості вправи й вимірювання подоланої відстані за певний час.
58. На які групи поділяються тести швидкісних якостей?
- а) швидкість як прихований період реакції на подразнення;
 - б) швидкість як темп м'язових скорочень і переміщення тіла або окремих його частин у просторі;
 - в) швидкість як тривалість руху.
59. Від яких чинників залежить витривалість людини?
- а) енергетичного потенціалу;
 - б) технічної і тактичної підготовленості;
 - в) фізичної працездатності.
60. Як уникнути непродуктивних м'язових скорочень і напружень?
- а) зменшити інтенсивність роботи внутрішніх органів;

- б) руки повинні бути розслабленими;
 - в) зменшити напруженість м'язів-антагоністів.
61. Як уникнути додаткових, непродуктивних рухів?
- а) способом розслаблення м'язів, які в даній момент не беруть участі у виконанні руху;
 - б) способом зменшення вертикальних коливань загального центра тяжіння.
62. Як вибрати оптимальну за економічністю інтенсивність рухової діяльності?
- а) зменшення теплових витрат при нагріванні тіла;
 - б) швидкість переміщення, при якій енерговитрати на метр шляху мінімальні.
63. Яким способом здійснюється оптимальні рухові переведення?
- а) зміна сили й швидкості переміщення (швидкість переміщення, довжина й частота кроків);
 - б) перехід з одного способу виконання рухового завдання на інший;
 - в) використання дихальних вправ.
64. Чому виправляти техніку рухових дій складніше, ніж виробити її з самого початку правильно?
- а) техніка вправи як навичка – це безумовно-рефлекторна діяльність (первинні автоматизми);
 - б) техніка вправи – це умовно-рефлекторна діяльність (вторинні автоматизми);
 - в) техніка – це сформована програма дії, динамічний стереотип.
65. Від чого залежить сила тяги м'язів?
- а) анатомічних умов;
 - б) фізіологічних умов;
 - в) біомеханічних умов;
 - г) тренування створюють можливість більше повної мобілізації рухових одиниць.
66. Чому одна й та ж сила спричиняє тим більше прискорення, чим менша переміщувана маса?
- а) другий закон Ньютона;
 - б) перший закон Ньютона.
67. Тип зворотних зв'язків означає:
- а) передачу інформації з ЦЕС (програма дії) до м'язів;
 - б) передачу інформації з м'язів до акцептора дії;
 - в) порівняння виконаної вправи з "еталоном", зразком (моделлю).
68. Види зворотних зв'язків:
- а) зовнішні зворотні зв'язки;

- б) внутрішні зворотні зв'язки;
в) приклад звернення визначає непогодженість між необхідним і фактичним значенням.
69. Диференційна біомеханіка вивчає:
а) індивідуальні й групові особливості рухової діяльності людей;
б) фізичні здібності й фізичну підготовленість;
в) фізичну працездатність.
70. Рухові можливості людини залежать:
а) від індивідуальних особливостей;
б) від довжини тіла й маси тіла;
в) від пропорції тіла;
г) від особливостей конституції;
д) від вищої нервової діяльності.
71. Основний природний критерій оптимальності:
а) значна зміна з віком розмірів і будови тіла;
б) довільна зміна людиною режиму переміщення, вибір швидкості, довжини і частоти кроків.
72. Панівний критерій оптимальності:
а) економічний;
б) довільний вибір з віком швидкості, темпу, частоти кроків;
в) мінімізація енергетичних витрат на метр шляху.
73. Як організується і на що спрямована природа рухової діяльності дитячого організму?
а) на розвиток і вдосконалення органів і систем організму;
б) енергетичне правило скелетних м'язів (правило скелетних м'язів І.А.Аршавського);
в) довільно вибраний режим рухів більш інтенсивний порівняно з оптимально енергетичним;
г) процеси розвитку й відновлення дитячого організму ефективні за умови інтенсивної рухової діяльності.
74. Які фактори допомагають удосконалювати рухові можливості з віком?
а) дозрівання як генетичний процес;
б) навчання – результат педагогічного впливу.
75. Характер взаємодії дозрівання і навчання:
а) нейтральний;
б) синергічний (односпрямований);
в) антагоністичний (протилежний).
76. Умови ефективності педагогічного впливу на вдосконалення рухових можливостей:
а) досягнення відповідного ступеня зрілості організму;

- б) періоди найбільш ефективні для оволодіння різними руховими діями і руховими якостями;
- в) температурні й кліматичні умови.
77. Як досягти синергізму процесів дозрівання і навчання?
- а) приурочити навчальні заходи до сенситивного періоду розвитку;
- б) дозування навантаження спрямоване на розвиток фізичних якостей з урахуванням сенситивного періоду;
- в) спортивна спеціалізація у відповідному віці;
- г) правильний підбір вправ.
78. Що таке акселерат?
- а) діти, в яких руховий вік (біологічний розвиток) випереджає календарний;
- б) діти, в яких руховий вік відстає від календарного.
79. Що слід розуміти під ювенільним віком?
- а) вік, коли здійснюється прогнозування;
- б) вік, на який робиться прогноз розвитку рухових можливостей.
80. Мірою прогностичної інформативності показників моторики є:
- а) коефіцієнт кореляції між значенням ювенільних і дефенетивних показників;
- б) динаміка індивідуальних показників і темпи приросту моторики.
81. Які форми самоконтролю необхідно використовувати при виконанні фізичних вправ?
- а) логічний;
- б) образний (чуттєвий) – відчуття при правильному виконанні вправи.
82. Модель оптимальної техніки як центральне поняття педагогічної кінезіології означає:
- а) фазовий склад рухової дії;
- б) оптимальні межові пози, які необхідно набувати на початку і в кінці кожної фази;
- в) визначення цілей і завдань для кожної фази.
83. Якими способами можна збільшити швидкість руху?
- а) збільшити довжину кроку;
- б) збільшити частоту кроку;
- в) збільшити темп і одночасно довжину кроку.
84. Оптимальні режими пересування на лижах:
- а) раціональний спосіб пересування;
- б) оптимальна динаміка дистанційної швидкості;
- в) оптимальне поєднання довжини й частоти кроків.
85. Завдання оптимізації ходьби та бігу:
- а) вибір оптимальної швидкості, довжини кроку й темпу;
- б) зниження вертикальних і поперечних коливань;

- в) використання поворотів таза.
86. Оптимальні режими кидків на дальність характеризується:
- оптимальним кутом вильоту снаряда;
 - швидкістю вильоту снаряда.
87. Завдання оптимізації стрибків у висоту:
- збільшення імпульсу сили відштовхування;
 - прискорення фази відштовхування.
88. Способи керування обертовими рухами:
- за рахунок зміни моменту інерції при відсутності зовнішніх сил;
 - зміни радіуса інерції (групування, вихід з групування), збільшення кутової швидкості;
 - закон збереження кінетичного моменту за рахунок імпульсу моменту.
89. Фази підтягування на перекладині:
- вис на випрямлених руках хватом зверху;
 - підймання;
 - вис на зігнутих руках;
 - опускання.
90. Фази присідання із вихідного положення:
- власне присідання;
 - пауза в присіді (руки вперед);
 - випрямлення;
 - пауза в основній стійці.
91. Як поділяються туристичні походи?
- пішохідні;
 - лижні;
 - водні;
 - велосипедні.
92. Найбільш ефективний спосіб перенесення вантажу:
- вантаж, розміщений порівну й перекинутий через плече, вантаж внизу зв'язаний;
 - вантаж, розміщений на голові й підтримується однією чи двома руками.
93. Зона економічних режимів – це:
- інтервал швидкостей від оптимальної до порогової;
 - порогова швидкість.
94. Коефіцієнт корисної дії м'язів складає:
- 25%;
 - 30%;
 - 74%.
95. Як визначити оптимальну швидкість переміщення туристів з різним рівнем здоров'я?
- за частотою пульсу;

- б) за зовнішніми ознаками втоми;
в) з урахуванням віку й статі.
96. Техніка стрибків зі скакалкою:
а) ноги в колінних суглобах майже не згинаються;
б) підстрибування відбувається при незначному напруженні м'язів.
97. Сила тяжіння (гравітаційна сила) – це:
а) внутрішня сила;
б) зовнішня сила.
98. Енергія пружної деформації – це:
а) кінетична енергія;
б) потенційна енергія, яка виникає внаслідок скорочення м'язів (деформації).
99. Які спортивні вправи характеризуються стабілізацією кінематичної структури?
а) плавання;
б) біг на 100 м;
в) стрибки у воду.
100. Які спортивні вправи характеризуються стабілізацією динамічної структури?
а) фігурне катання;
б) акробатика;
в) біг на короткі дистанції.

Правильні відповіді:

1 в	26 б	51 а, б, в	76 а
2 а, б, в, г	27 б	52 а	77а, б
3 а	28 а	53 а, б, в	78 а
4 в	29 в	54 а	79 а
5 в	30 в	55 а	80 а
6 в	31 а, б	56 б	81 а, б
7 а, б	32 а	57 а	82 а
8 г	33 б	58 а, б, в	83 а, б, в
9 в	34 в	59 а, б, в	84 а, б, в
10 а, б	35 а	60 б, в	85 б, в
11 б	36 б	61 а	86 а, б
12 в	37 б	62 б	87 а, б
13 а	38 б	63 а	88 а, б
14 а	39 б	64 б, в	89 а, б, в
15 б	40 в	65 а	90 а, б, в, г

16 б	41 б	66 а	91 а, б, в, г
17 в	42 б	67 б, в	92 а
18 в	43 в	68 а, б	93 а
19 б, в	44 б	69 а	94 б
20 б	45 а	70 б, в, г	95
21 а, б	46 а	71 б	96 б
22 а, б	47 а	72 а	97 б
23 б	48 а	73 а	98 б
24 б	49 в	74 а	99 в
25 а	50 б	75 а, б, в	100 в

Оцінка *задовільно* – 70 – 79 (70–79%);

добре – 80 – 89 (80–89%);

відмінно – 90 – 100 (90–100%).

1 а	20 б	31 а, б	41 а
2 а, б, в, г	27 б	32 а	42 а
3 а	28 а	33 а, б, в	43 а
4 а	29 а	34 а	44 а
5 а, б	30 а	35 а	45 а
6 а	31 а, б	36 а	46 а
7 а, б	32 а	37 а	47 а
8 а	33 б	38 а	48 а
9 а	34 а	39 а	49 а
10 а, б	35 а	40 а	50 а
11 б	36 б		
12 а	37 б		
13 а	38 б		
14 а	39 б		
15 б	40 а		

ЗАЛІКОВІ ВИМОГИ З БІОМЕХАНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

1. Біомеханіка як навчальна й наукова дисципліна.
2. З яких двох слів складається термін “біомеханіка”?
3. Що вивчає біомеханіка як розділ фізики? Перерахувати розділи теоретичної механіки.
4. Що є об’єктом пізнання та сферою (галуззю) вивчення біомеханіки.
5. Назвати автора першої книги з біомеханіки.
6. Перерахувати, які сучасні напрямки розвитку біомеханіки.
7. Назвати розділи, на які поділяється курс біомеханіки.
8. Зміст біомеханіки: теорія і метод.
9. Дати визначення поняття механічні рух.
10. Що означає поняття “рухові якості” й “рухова навичка”?
11. Назвати одну з найважливіших функцій організму людини.
12. Перерахувати рівні біомеханіки.
13. Дати визначення поняття “моторика”, “рухова дія” і “рухова здібність”, “рухова можливість” й “рухова діяльність”.
14. Що означає поняття “аналізувати рухову діяльність”, тобто “читати рухи”?
15. Перерахувати й пояснити зміст етапів біомеханічного аналізу рухової діяльності.
16. Як визначається зовнішня картина рухової діяльності?
17. За допомогою яких характеристик можна з’ясувати причини, що викликають зміну руху?
18. Яким методом можна визначати топографію м’язів, що беруть участь у виконанні даної вправи?
19. Як можна визначити енергетичні затрати на виконання роботи м’язів?
20. Що слід розуміти під оптимізацією рухової діяльності?
21. Перерахувати критерії оптимальності рухової діяльності.
22. Назвати головну відмінність функціонального підходу від системно-структурного?
23. Що слід розуміти під поняттям “техніка рухової дії” і “тактика рухової діяльності”?
24. Які функції виконує опорно-руховий апарат?

25. Геометрія маси тіла людини.
26. Основні елементи важеля. Важелі I, II і III родів.
27. Чим можна пояснити високу економічність рухів, що виконуються з резонансною частотою?
28. Що таке рекуперація механічної енергії? Назвати основні рекуперації енергії.
29. Механічні властивості кісток і суглобів.
30. Біомеханічні властивості м'язів.
31. Трикомпонентна модель роботи м'язів.
32. Режими скорочення і різновиди роботи м'язів.
33. Групові взаємодії м'язів.
34. Потужність та ефективність м'язового скорочення.
35. Перетворення біопотенціальної енергії у м'язах. Умови ліпшого використання пружної енергії у коливальних рухах.
36. Дати визначення поняття "Біомеханічні характеристики".
37. Які рухи описують біомеханічні характеристики?
38. Кінематичні характеристики: просторові, часові, просторово-часові.
39. Дати визначення поняття "швидкість" й "прискорення".
40. Динамічні характеристики : інерційні і силиві.
41. Дати характеристику законам Ньютона.
42. Від чого залежать рухові можливості людини?
43. Сенситивні періоди в розвитку фізичних якостей і рухових навичок.
44. Що таке руховий вік?
45. Прогностична інформативність показників моторики.
46. Ювенільні й дефенитивні показники при прогнозуванні розвитку рухових можливостей?
47. Що таке рухові переваги?
48. Як визначати довжину й масу ланок тіла?
49. Що таке склад і структура рухової дії?
50. Як побудувати хронограму рухової дії?
51. Як визначати лінійну та кутову швидкості і прискорення?

ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ВИМОГИ З БІОМЕХАНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

1. Біомеханіка як навчальна й наукова дисципліна.
2. Зміст біомеханіки (теорія і метод біомеханіки).
3. Архітектоніка сучасної біомеханіки.
4. Рухова дія як система рухів (склад і структура системи рухів).
5. Історія розвитку біомеханіки.
6. Функціональний і системно-структурний підходи у вивченні рухової діяльності.
7. Основні напрямки розвитку біомеханіки: загальна, диференційна та спортивна.
8. Етапи аналізу рухової діяльності.
9. Критерії оптимальності.
10. Роль біомеханіки в підготовці фахівців з фізичної культури.
11. Біомеханічні методи вивчення рухів.
12. Руховий апарат як біомеханічна система. Її склад і структура.
13. Біокінематичні ланцюги, їхні міри свободи.
14. Ланки тіла як важелі першого, другого й третього родів. Умови рівноваги важелів.
15. Резонансні властивості тіла людини та його частин.
16. Біомеханічні властивості кісток і суглобів.
17. Біомеханічні властивості м'язів.
18. Режими накопичення і різновиди роботи м'язів.
19. Закон середніх навантажень і швидкостей.
20. Перетворення біопотенціальної енергії у м'язах.
21. Моделі м'язового скорочення м'язів.
22. Потужність та ефективність м'язового скорочення.
23. Біомеханічний контроль як елемент системного комплексного контролю у фізичному вихованні й спортивно-оздоровчій діяльності.
24. Біомеханічні характеристики – основа біомеханічного контролю.
25. Характеристики рухів як кількісний показник, що використовується для опису й аналізу рухів людини.
26. Кінематичні характеристики: просторові, часові й просторово-часові.
27. Динамічні характеристики: інерційні й силові.
28. Характеристика внутрішніх сил відносно тіла людини.
29. Характеристика зовнішніх сил відносно тіла людини.
30. Класичні закони Ньютона та їхня характеристика.

31. Енергетичні характеристики: робота, кінематична й потенційна енергія, потужність, коефіцієнти економічності.
32. Геометрія маси тіла людини.
33. Особливості біомеханічних характеристик поступального та обертового рухів.
34. Методи вимірювання біомеханічних характеристик.
35. Кількісна оцінка техніко-тактичної майстерності.
36. Тестування і педагогічне оцінювання в біомеханіці.
37. Біомеханічні характеристики силових, швидкісних і швидкісно-силових якостей.
38. Біомеханічні характеристики витривалості.
39. Біомеханічні аспекти гнучкості.
40. Розвиток рухів у різні вікові періоди.
41. Роль дозування і навчання в удосконаленні рухових можливостей.
42. Руховий вік: акселерати й ретарденти.
43. Прогнозування рухових можливостей.
44. Прогностична інформативність ювінальних біомеханічних характеристик.
45. Поняття про рухові переваги (асиметрії).
46. Реалізація дидактичних принципів в біомеханіці.
47. Сучасні методи в біомеханіці.
48. Програмування навчання і педагогічна кінезіологія.
49. Технічні засоби в техніко-тактичній підготовці.
50. Моделювання в біомеханіці. Різновиди моделей техніки рухових дій.
51. Методологія створення і практичного використання моделей у біомеханіці.
52. Методика виявлення оптимальних режимів рухової діяльності: експериментальні й аналітичні методи.
53. Фізичні вправи як керівна система (рухове завдання, програма управління).
54. Біомеханічна характеристика ходьби та бігу.
55. Зміна систем рухів при навчанні й тренуванні.
56. Поняття про оптимальні режими ходьби.
57. Кінематика ходьби: швидкість, довжина кроку й темп, фазовий склад і ритм.
58. Динаміка й енергетика ходьби.
59. Механізм відштовхування при ходьбі. Сили, що діють на тіло при ходьбі.
60. Кінематика бігу: швидкість довжина кроку й темп, фазовий аналіз і ритм.
61. Динаміка та енергетика бігу. Сили, що діють на тіло під час бігу.
62. Вікові особливості оптимальних режимів ходіння і бігу.
63. Особливості раціональної техніки й тактики з кросового бігу, бігу з перешкодами, ходіння і бігу з обтяженнями.

64. Кінематика, динаміка та енергетика пересування на лижах.
65. Оптимізація способів пересування на лижах.
66. Кінематика, динаміка й енергетика пересування на велосипеді.
67. Фази педалювання. Сили, що діють на тіло велосипедиста.
68. Способи економізації техніки й тактики пересування на лижах і велосипеді.
69. Біомеханічні вимоги до інвентаря, одягу лижника й велосипедиста.
70. Біомеханічні особливості й загальні закономірності локомоцій у воді.
71. Статика плавання. Рівновага тіла плавця у воді.
72. Кінематика плавання: швидкість, темп і ритм рухів плавця.
73. Динаміка й енергетика плавання. Сили, що діють на тіло плавця.
74. Способи економізації техніки плавця.
75. Біомеханічні закономірності удару, фазовий склад удару й механізми передачі енергії.
76. Біомеханічні фактори, що визначають силу й точність удару.
77. Фази ударної сили. Техніка ударів по м'ячу в різних видах спорту.
78. Біомеханічні закономірності кидків, фазовий склад кидка. Механізм передачі енергії.
79. Біомеханічні фактори, що визначають точність і залежність кидків у різних видах спорту.
80. Біомеханічні закономірності збереження пози й положення тіла. Види й умови рівноваги.
81. Біомеханічні закономірності рухів на місці й рухів навколо осі.
82. Закономірності керування обертовими рухами при наявності й відсутності опори. Способи керування обертальними рухами.
83. Проблема естетичного ідеалу й кількісна оцінка постави, краси й виразності рухів.
84. Поняття про загальнорозвивальні вправи та їхні різновиди.
85. Послідовність біомеханічного аналізу загальнорозвивальних вправ: біомеханічний опис рухів, вплив на опорно-руховий апарат.
86. Біомеханіка вправ, що впливають на гнучкість і поставу (нахили, повороти, стійки).
87. Біомеханіка спеціальних вправ, що сприяють розвитку апарату зовнішнього дихання.
88. Біомеханічні основи туризму.
89. Особливості техніки й тактики пересування з рюкзаком, з використанням транспортних засобів.
90. Моделювання рухів та прогнозування найбільш ефективних способів розв'язання рухових завдань.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З КУРСУ “БІОМЕХАНІКА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ”	5
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СТУДЕНТСЬКИХ ЗНАЬ З БІОМЕХАНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ	12
ЛЕКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ	
1. Вступ до біомеханіки фізичних вправ	14
2. Руховий апарат як біомеханічна система	16
3. Біомеханічні характеристики рухів тіла людини	17
4. Біоенергетика рухових дій	18
5. Психомоторика рухових дій	19
6. Види і структура рухових дій	20
7. Біомеханічні основи рухових навичок	21
8. Біомеханічні закономірності навчання руховим діям	22
9. Технічні засоби навчання в навчальному й тренувальному процесі	23
10. Біомеханічні основи спортивно-технічної підготовки	24
План реферату “Біомеханічний аналіз спортивної техніки й тактики”	26
ЗАГАЛЬНА Й ДИФЕРЕНЦІАЛЬНА БІОМЕХАНІКА	
<i>Руховий апарат як біомеханічна система</i>	
Лабораторне заняття 1. Вимірювання довжини біоланок та обчислення їхньої ваги й біомаси	27
Лабораторне заняття 2. Визначення положення ЗЦТ тіла людини графічним способом	29
Лабораторне заняття 3. Визначення положення ЗЦТ тіла аналітичним способом	34
Семінарське заняття 4. Руховий апарат як біомеханічна система	35
Лабораторне заняття 5. Побудова кіноциклограми промірів тіла спортсмена-бігуна	41
Лабораторне заняття 6. Просторово-часові рухів людини	44
<i>Робота 1. Обчислення за координатами лінійних швидкостей та прискорень</i>	44
<i>Робота 2. Побудова векторних та кінематичних графіків швидкостей і прискорень</i>	45

Лабораторне заняття 7. Визначення кутових швидкостей і прискорень за кутовими координатами	46
Лабораторне заняття 8. Побудова лінійних і кутових хронограм	47
<i>Динамічні характеристики рухів</i>	
Лабораторне заняття 9. Визначення моменту інерції тіла спортсмена	49
Лабораторне заняття 10. Силкові характеристики рухів людини	50
Лабораторне заняття 11. Енергетичні характеристики рухів людини	53
Лабораторне заняття 12. Визначення статичної і динамічної рівноваги тіла спортсмена	56
Лабораторне заняття 13. Визначення пропорцій тіла й постави людини	59
Лабораторне заняття 14. Розвиток склепіння стопи в дітей шкільного віку	63
Лабораторне заняття 15. Рухові переваги (асиметрія) у школярів	68
<i>Робота 1. Методика визначення головної (домінантної) руки в дітей</i>	
	69
<i>Робота 2. Особливості вияву рухової асиметрії у праворуких і ліворуких школярів</i>	
	71
БІОМЕХАНІКА СПОРТИВНИХ ВПРАВ	
Семінарське заняття 16. Класифікація й біомеханічний аналіз фізичних і спортивних вправ	73
БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ ЦИКЛІЧНИХ ВПРАВ	
Семінарське заняття 17. Біодинаміка легкоатлетичних переміщень	78
БІОМЕХАНІЧНИЙ АНАЛІЗ АЦИКЛІЧНИХ ВПРАВ	
Семінарське заняття 18. Біодинаміка спортивних ігор	85
Лабораторне заняття 19. Державні тести й нормативи оцінки фізичної підготовленості	87
Семінарське заняття 20. Визначення оптимальних рухових дій і режимів роботи	91
Семінарське заняття 21. Біомеханічні методи дослідження рухової діяльності	95
БЛОКИ ТЕСТІВ З БІОМЕХАНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ	
ТЕСТ для визначення рівня студентських знань з теми	
“Вступ у біомеханіку”	99
ТЕСТ для визначення рівня студентських знань з теми	
“Руховий апарат як біомеханічна система”	102

ТЕСТ для оцінки рівня студентських знань з біомеханіки фізичних вправ з теми “Енергетика та оптимізація рухових дій”	106
ТЕСТ для оцінки рівня студентських знань з біомеханіки фізичних вправ на тему “Біомеханічні характеристики рухів людини”	112
ТЕСТ для оцінки рівня студентських знань з теми “Диференціальна біомеханіка”	116
ТЕСТ визначення студентського рівня знань з курсу “Біомеханіка фізичних вправ”	119
ЗАЛКОВІ ВИМОГИ З БІОМЕХАНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ	131
ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ВИМОГИ З БІОМЕХАНІКИ ФІЗИЧНИХ ВПРАВ	133

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ПЕРЕВІРКА
2005
ПЕРЕВІРКА
2009

Язловецький Валентин Сергійович, кандидат педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри теоретичних основ і методики фізичного
виховання Кіровоградського державного педагогічного
університету імені Володимира Винниченка.

БІОМЕХАНІКА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ

Пізн. до друку 20.09.2002. Формат 60x84¹/₁₆. Папір офсет.

Друк різнограф. Ум. гр. арк. 5,8. Тираж 500. Зам. №1875.

Редакційно-видавничий відділ

Кіровоградського державного педагогічного
університету імені Володимира Винниченка

25006 м. Кіровоград, вул. Шевченка, 1

тел.: (0522) 24-59-84; 29-31-63

Факс: (0522) 24-85-44

E-mail: mails@kspu.kr.ua