

Міністерство освіти і науки України

**Полтавський національний педагогічний університет
імені В.Г. Короленка**

Кафедра медико-біологічних дисциплін і фізичного виховання

Біомеханіка

Зошит для лабораторних робіт

Полтава 2023

УДК 612.76(075.8)

*Рекомендовано до друку вченою радою
Полтавського національного педагогічного університету
імені В. Г. Короленка (протокол № 4 від 26.10.2023 р.)*

Укладачі:

Хоменко Павло Віталійович – доктор педагогічних наук, професор кафедри медико-біологічних дисциплін і фізичного виховання Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка;

Шапаренко Інна Євгенівна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри медико-біологічних дисциплін і фізичного виховання Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Рецензенти:

Фастівець Анна Віталіївна – доцент кафедри соціально-гуманітарних дисциплін та фізичної терапії, ерготерапії Полтавського інституту бізнесу Закладу вищої освіти «Міжнародний науково-технічний університет імені академіка Юрія Бугая

Корносенко Оксана Костянтинівна – доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри теорії й методики фізичного виховання, адаптивної та масової фізичної культури Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка.

Зошит для лабораторних робіт із навчальної дисципліни

3- «Біомеханіка» / уклад. : П.В. Хоменко, І.Є. Шапаренко. – Полтава :
88 Сімон, 2023. – 44 с.

Зошит для лабораторних робіт з дисципліни «Біомеханіка» розроблено для студентів факультетів фізичного виховання зі спеціальностей 014.11 Середня освіта (Фізична культура) та 017 Фізична культура і спорт. У зошиті подано методiku виконання лабораторних робіт. Визначено мету кожної роботи, сформульовано основні теоретичні питання тем, подано завдання для практичного виконання.

Для кожної роботи пропонуються контрольні питання, розроблено ситуаційні задачі, подано таблиці, навчальні картки.

УДК 612.76 (075.8)

© ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2023

© Хоменко П. В., Шапаренко І. Є. 2023

© Сімон, 2023

Передмова

Біомеханіка людини – наука комплексна, вона включає найрізноманітніші знання інших наук, таких як: механіка і математика, функціональна анатомія і фізіологія, вікова анатомія і фізіологія, педагогіка і теорія фізичної культури.

Біомеханіка — наука про закони механічного руху в живих системах. У найширшому розумінні до живих систем (біосистем) відносять: цілісні організми (наприклад, людина); їх органи і тканини, а також рідини і гази в них (внутрішньоорганізменні системи); об'єднання організмів (наприклад, пара акробатів, що спільно діє, протидіючі борці).

„Біо” – це життя, „механ” – це знаряддя. У широкому науковому сенсі біомеханіка вивчає просторові рухи біологічних макро- та мікрооб'єктів. Незважаючи на те, що біомеханіка вивчає переважно механічні форми рухів, вона не може не враховувати біологічні (насамперед, анатомічні та фізіологічні) особливості об'єкта, котрий рухається (людина або тварина). Загальна біомеханіка біологічних об'єктів (зокрема, людини) вивчає загальні закономірності будови їхніх рухових систем, органів та їх рухів. Окремий напрям біомеханіки має забезпечити конкретні галузі рухової діяльності людини (біомеханіка трудових процесів, ергономічна біомеханіка, медична і клінічна біомеханіка, біомеханіка військової справи та космонавтики, біомеханіка рухової реабілітації та кінезіотерапії, біомеханіка фізичного виховання та спорту тощо).

Біомеханіка – галузь природничих наук, що на основі ідей та методів механіки вивчає фізичні якості біологічних об'єктів, закономірності їх адаптації до навколишнього середовища, поведінку (навчання) та механічні рухи у них на всіх рівнях організації й у різних станах (включаючи періоди розвитку та згасання, а також при патологіях).

Метою лабораторних занять є поглиблення знань студентів і опанування навичками самостійного дослідження з наступним аналізом отриманих даних.

Робота з зошитом заощадить багато часу, який витрачається на механічне переписування, креслення схем і таблиць.

Лабораторна робота №1

Тема: Біомеханіка як наука і навчальна дисципліна. Структура біомеханічних систем.

Мета: узагальнити знання про біомеханіку як науку та навчальну дисципліну; вивчити структуру біомеханічних систем; ознайомитись з основними показниками геометрії мас тіла та оволодіти методикою визначення маси сегментів за масою і довжиною тіла.

Обладнання: ростомір, ваги, таблиця коефіцієнтів рівняння для обчислення маси сегментів тіла за загальною масою і довжиною тіла людини.

Теми реферативних повідомлень

1. Основні історичні етапи розвитку біомеханіки.
2. Леонардо да Вінчі – основоположник вчення про рухи живих об'єктів.
3. Джованні Бореллі – фундатор біомеханічної науки.
4. Роль Лесгафта П.Ф. в становленні біомеханіки як навчальної дисципліни.
5. Сучасний етап розвитку біомеханічних досліджень.
6. Історичні напрямки розвитку біомеханіки.

Питання для теоретичної підготовки:

1. Механічний рух в системі форм руху.
2. Поняття про біомеханіку як наукову дисципліну.
3. Предмет та об'єкт дослідження біомеханіки.
4. Розділи біомеханіки.
5. Методи дослідження в біомеханіці.
6. Передумови виникнення та історія розвитку біомеханіки.
7. Зв'язки біомеханіки з іншими науками.
8. Біомеханіка фізичних вправ як наука і навчальна дисципліна.

Практична частина:

1. Визначення маси сегментів за масою і довжиною тіла

У досліджуваного вимірюють довжину тіла та його масу і визначають масу окремих сегментів за формулою:

$$m_x = B_0 + B_1 m + B_2 H$$

де:

m_x - маса одного із сегментів тіла (кг); m - маса всього тіла (кг); B_0 , B_1 , B_2 - коефіцієнти регресивного рівняння (наведені в таблиці); H – довжина тіла(см).

**КОЕФІЦІЕНТИ РІВНЯННЯ ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ МАСИ
СЕГМЕНТІВ ТІЛА ЗА МАСОЮ (m) І ДОВЖИНОЮ ТІЛА (H).**

сегменти	коефіцієнт рівняння		
	B₀	B₁	B₂
Стопа	- 0, 83	0,008	0,007
Гомілка	-1,59	0,036	0,012
Стегно	-2,65	0,146	0,014
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

Результати дослідження оформити у вигляді таблиці:

Сегмент	Величина показника
Стопа	
Гомілка	
Стегно	
Кисть	
Передпліччя	
Плече	
Голова	
Верхня частина тулуба	
Середня частина тулуба	
Нижня частина тулуба	

Висновок:

2. Розв'язати кросворд

Кросворд „Наука біомеханіка”

												1 Б				
							2					І				
												О				
												М				
									3			Е				
												Х				
				4								А				
												Н				
		5	6									І				
												К				
											7	А				
						9										
	8															
			10													

1. Природнича наука про рухи живих об'єктів.
2. Метод біомеханічних досліджень.
3. Основоположник біомеханіки як науки.
4. Сучасний метод дослідження в біомеханіці.
5. Побудова власних дій на основі передбачення дій суперника.
6. Автор фундаментальних законів класичної механіки.
7. Представник нейро-фізіологічного напрямку біомеханіки. Автор рефлексорної теорії.
8. Наука, що об'єднує біомеханіку і педагогіку.
9. Один із основоположників вчення про рух живих об'єктів.
10. Метод біомеханічних досліджень.

Лабораторна робота №2

Тема: Біомеханічні характеристики рухової діяльності людини

Мета: навчитися досліджувати й аналізувати основні біомеханічні характеристики рухової діяльності.

Обладнання: Таблиця „Основні показники рухової функції людини”

Питання для теоретичної підготовки:

1. Поняття про біомеханічні характеристики.
2. Кінематичні біомеханічні характеристики рухів людини.
 - 2.1. Просторові біомеханічні характеристики.
 - 2.2. Просторово - часові біомеханічні характеристики.
 - 2.3. Часові кінематичні характеристики.
3. Динамічні біомеханічні характеристики.
 - 3.1. Інерційні характеристики.
 - 3.2. Силкові характеристики.
 - 3.3. Енергетичні характеристики.

Практична частина

1. Ознайомлення з основними одиницями системи СІ

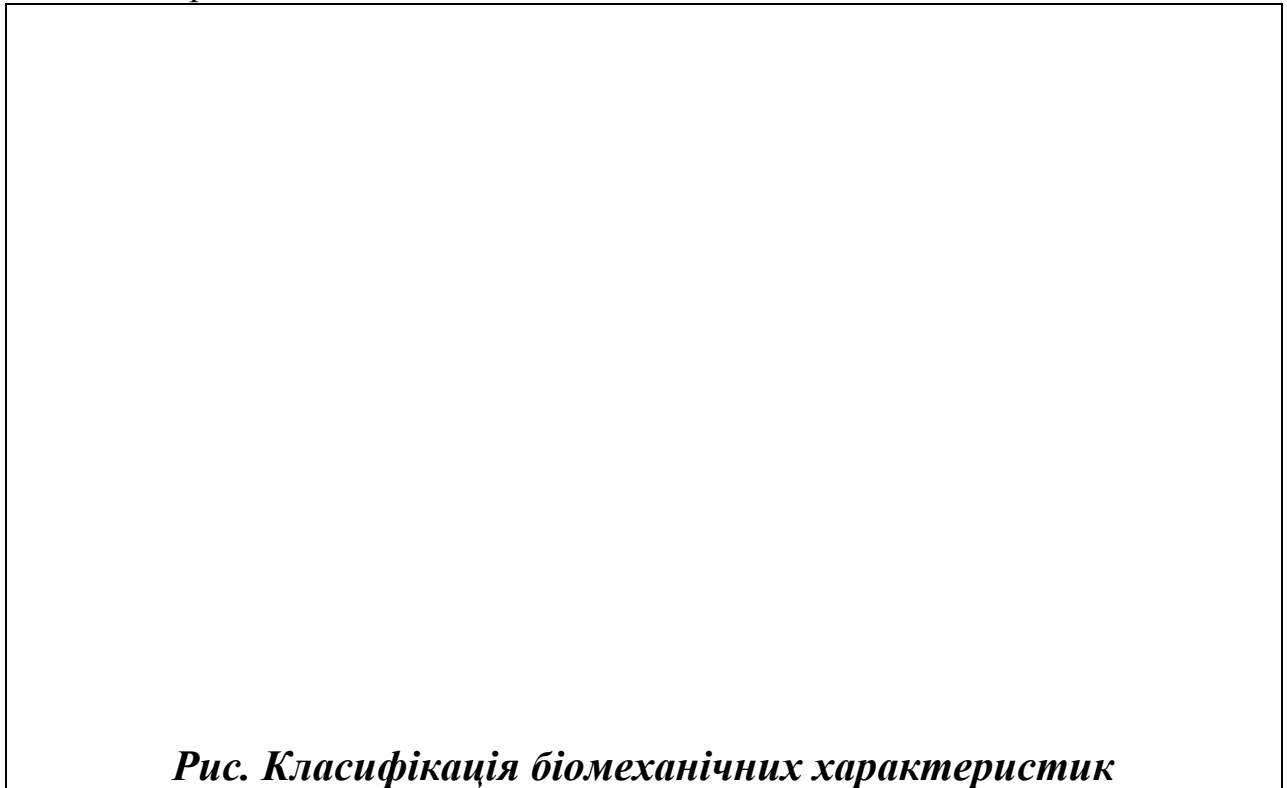
Розглянути та замалювати таблицю, що ілюструє основні та додаткові одиниці системи СІ, які використовуються в системі СІ. Заповнити пропущені показники

Одиниці системи СІ

Найменування	Розмірність	Найменування	Позначення	
			Міжнародне	Вітчизняне
Основні одиниці				
Довжина	L	Метр	m	м
Маса		Кілограм		
	T	Секунда	s	с
Сила струму	I			
Температура			K	К
	N	Моль	mol	моль
Сила світла	J			кд
Додаткові одиниці				
Кут на площині	L°	Радіан		
Кут у просторі	L°	Стерадіан		

2. Класифікація біомеханічних характеристик

На основі аналізу теоретичного матеріалу, складіть схему, що ілюструє класифікацію біомеханічних характеристик рухової діяльності людини. Наведіть приклади.



Завдання для повторення та закріплення знань.

1. Прочитайте запропоновані вам визначення термінів та самі терміни і розставте у відповідності літери та цифри:

1. Міра механічного стану рухової функції людини на рівні цілісного організму, матеріальної точки, чи системи матеріальних точок.
2. Рух, при якому всі точки тіла переміщуються в одному напрямку.
3. Рух, при якому всі точки тіла переміщуються за коловими траєкторіями, центри яких знаходяться на осі обертання.
4. Характеристики, які дозволяють визначити розташування точки або тіла відносно обраної системи відліку у заданий момент часу.
5. Характеристика, що описує просторове розміщення матеріальної точки, тіла чи снаряду в трьох взаємо перпендикулярних осях: вертикальна, повздожня, поперечна.
6. Просторова міра зміни місця положення матеріальної точки чи снаряду.
7. Характеристики, що визначають зміну положення тіла людини в часі, тобто наскільки швидко вона рухається.
8. Векторна величина, що визначається відношенням зміни швидкості до часу, за який ця зміна відбулася.

9. Часова міра повторюваності рухів, що вимірюється кількістю рухів за одиницю часу.

10. Кількісна міра інтенсивності руху, що визначається як відношення виконаної роботи до часу її виконання, або як добуток сили на швидкість скорочення м'язів.

А. Просторові характеристики.

Б. Поступальний рух.

В. Обертвий рух.

Г. Положення точки.

Д. Темп руху.

Е. Просторова – часові характеристики.

Є. Лінійне прискорення.

Ж. Переміщення.

З. Потужність.

И. Біомеханічна характеристика.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Складіть та розв'яжіть 2 задачі з використанням біомеханічних характеристик рухової діяльності людини.

Лабораторна робота №3

Тема: Вивчення морфо-функціональних особливостей скелетних м'язів та дослідження механізмів саморегуляції тонусу м'язів

Мета:

навчитися досліджувати й аналізувати морфофункціональні особливості скелетних м'язів спортсмена, сформувати уявлення про механізм і саморегуляцію тонусу м'язів.

Обладнання:

Динамометр, схема саморегуляції тонусу м'язів, схема будови скелетного м'яза.

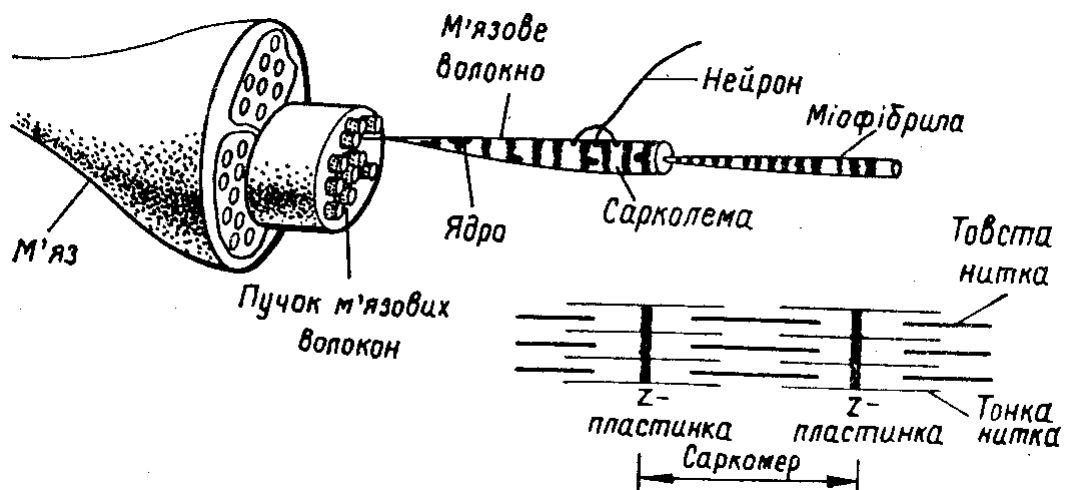
Питання для теоретичної підготовки:

1. Поняття про руховий апарат людини як матеріальну основу руху.
2. Механізм проведення збудження через нервово-м'язові синапси.
3. Будова м'язових волокон.
4. Фізіологічна характеристика рухових одиниць м'язів
5. Форми і типи м'язових скорочень.
6. Режими скорочення м'язових волокон.
7. Характеристичні криві м'язів.
8. Сила і робота м'язів.
9. Динамічна і статична діяльність м'язів.
10. Енергетика скорочення м'язів.
11. Поняття про робочу гіпертрофію м'язів.

Практична частина

1. Вивчення морфо-функціональних особливостей м'яза

Розглянути схему, що ілюструє ділянку волокна скелетного м'яза. Користуючись даною схемою і даними лекційних матеріалів, охарактеризувати механізм скорочення м'язового волокна.



Механізм скорочення м'язів полягає

2. Вивчення структури і функціональної характеристики різних типів м'язових волокон

Розглянути та замалювати таблицю, що ілюструє порівняння різних типів м'язових волокон.

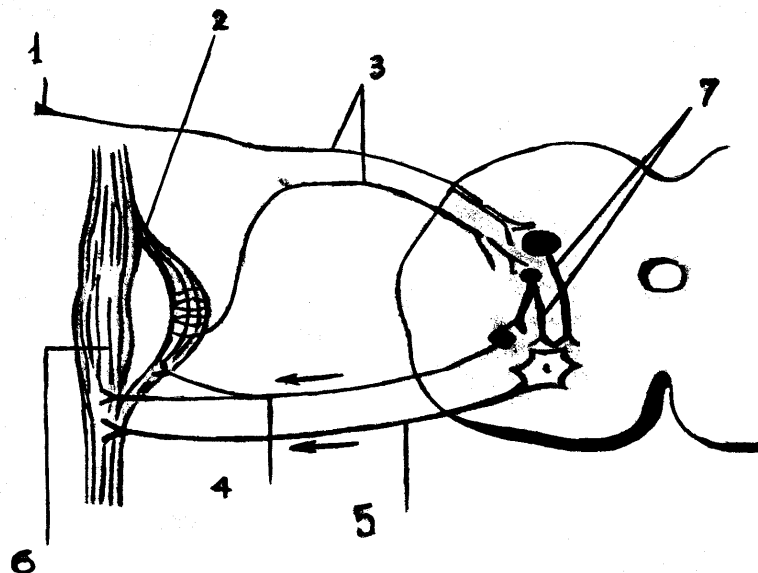
Характеристика	Тип волокна		
	I	IIA	IIB
Кількість волокон на мотонейрон	10-180	300-800	300-800
Розмір мотонейрона	невеликий	великий	великий
Швидкість нервової провідності	невелика	велика	велика
Швидкість скорочення, мс	50	110	110
Тип міозинової -АТФ- фази	повільний	швидкий	швидкий
Сила рухової одиниці	невелика	велика	велика
Аеробна здатність	висока	середня	низька
Окислювально-гліколітична здатність	низька	висока	висока

Зробити висновок про залежність функціональних характеристик м'язів від їх морфологічної будови. Яке значення це має при спеціалізації в окремих видах спорту (зокрема легкоатлетичний біг).

Висновок:

3. Вивчення механізмів саморегуляції тону м'язів

Розглянути схему, що ілюструє механізм саморегуляції тону м'язів. Позначити рецептор, інтрафузальне м'язове волокно, екстрафузальне м'язове волокно, аферентні шляхи, мотонейрони, γ мотонейрони, вставні нейрони.



- | | |
|----------|----------|
| 1. _____ | 2. _____ |
| 3. _____ | 4. _____ |
| 5. _____ | 6. _____ |
| 7. _____ | |

Дати відповідь на тестові запитання:

1. В залежності від характеру зміни довжини м'яза, що скорочується, розрізняють такі форми м'язового скорочення:
 - а) концентричну, ексцентричну і динамічну,
 - б) статичну, ізометричну, і ауксотонічну,
 - в) концентричну, ізометричну, і ауксотонічну,
 - г) статичну, динамічну, і ауксотонічну.

2. Основним типом статичної форми скорочення м'язів є:
 - а) ізометричний,
 - б) ізотонічний,
 - в) концентричний,
 - г) ексцентричний.

3. Скорочення м'язів, при яких змінюється їх довжина і напруження, називаються:
 - а) динамічними,
 - б) статичними,
 - в) ауксотонічними.

4. М'язове волокно скелетного м'яза складається із спеціалізованих скоротливих органодів, які називаються:
 - а) протофібрилами,
 - б) міофібрилами,
 - в) телофрагмами,
 - г) саркомерами.

5. Основною структурно-функціональною одиницею міофібрили є:
 - а) сарколема,
 - б) саркоплазматичний ретикулум,
 - в) саркоплазма,
 - г) саркомер.

6. Головним структурно-функціональним елементом нервово-м'язового апарату є:
 - а) міофібрила,
 - б) актин і міозин,
 - в) м'язове волокно,
 - г) рухова одиниця.

7. Малі рухові одиниці забезпечують:
 - а) швидкі рухи,
 - б) тонічні рухи,
 - в) повільні рухи,
 - г) а + б.

8. Чим більша кількість швидких рухових одиниць у м'язі, тим:
 - а) вища швидкість його скорочення,
 - б) більша його максимальна сила,
 - в) більша його витривалість,
 - г) а + б.

9. Скелетний м'яз має такі фізіологічні властивості:

- а) автоматизм, збудливість, провідність, скоротливість,
- б) збудливість і скоротливість,
- в) збудливість і провідність,
- г) провідність і скоротливість.

10 Максимальна кількість енергії, яка може бути одержана за рахунок даної енергосистеми, називається:

- а) енергопотужністю,
- б) енергоємністю,
- в) енергобалансом.

1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

Лабораторна робота №4

Тема: Біомеханіка опорно-рухового апарату. Дослідження режиму скорочення м'язових волокон

Мета: ознайомитися з основними типами скорочення м'язових волокон, вивчити фази поодинокого скорочення та сформулювати поняття про тетанус.

Обладнання: таблиці „Криві скорочення м'язових волокон”, „Формування тетанусу в залежності від частоти подразнення”.

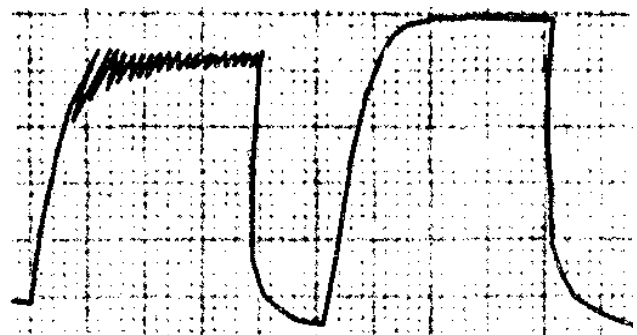
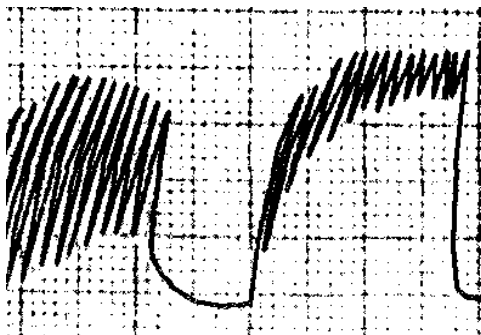
Питання для теоретичної підготовки:

1. Енергетика м'язового скорочення.
2. Поняття про робочу гіпертрофію м'язів.
3. Форми і типи м'язових скорочень.
4. Фаза поодиноких скорочень, тонічне напруження м'язів.
5. Тетанічне скорочення м'язів.
6. Робота м'язів і її механічна активність.
7. Поняття про ступені свободи і зв'язки рухів.
8. Ланки тіла як важелі та маятники.

Практична частина:

1. Вивчення структури зубчастого та гладенького тетанусу

Розглянути схеми, що ілюструють структуру зубчастого та гладенького тетанусу. Підписати кожен із них.



Тетанічне скорочення являє собою

Головна відмінність між тетанічними і поодинокими скороченнями полягає в

2. Ланки тіла як механічні важелі

Замалюйте схеми важелів першого, другого та третього типу. Поясніть механізм дії.

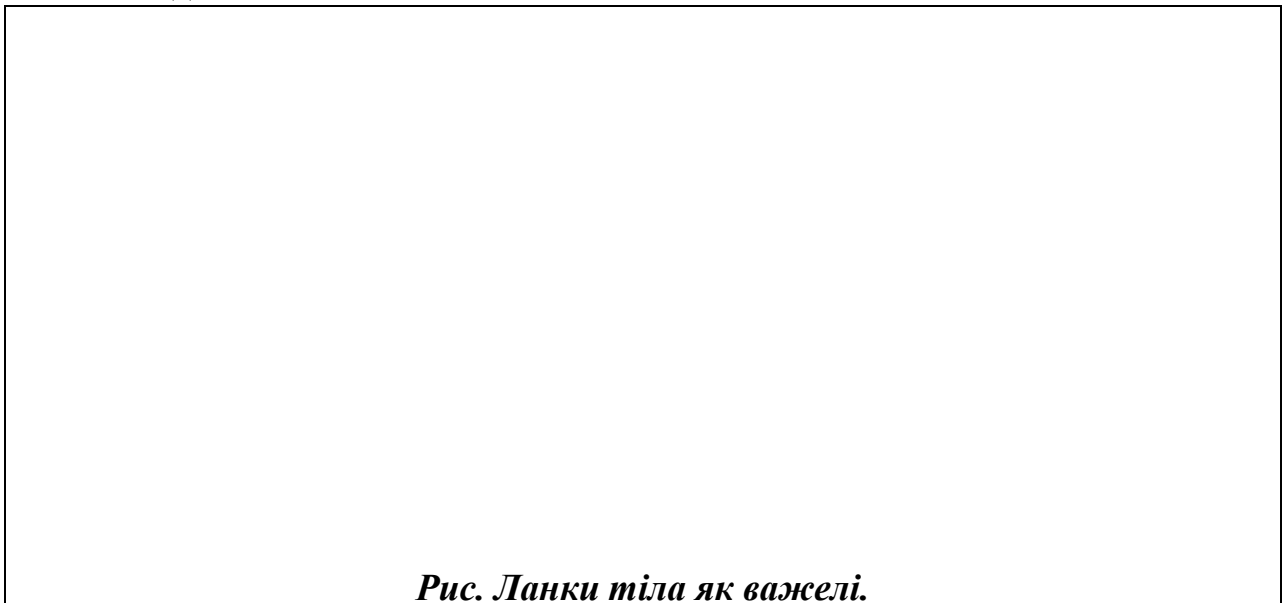


Рис. Ланки тіла як важелі.

Дати відповіді на запитання:

1. Режим поодиноких скорочень виникає тоді, коли інтервал між сусідніми імпульсами мотонейрона _____ або _____ тривалості поодинокого скорочення знервованих ним м'язових волокон.

2. Здатність скелетної мускулатури тривалий час підтримувати напруження називається:

- А. Тонусом
- Б. Тетанусом
- В. Поодиноким скороченням.
- Г. Латентним періодом.

Д. Контрактурую.

3. Тетанус характерний для:

- А. Скелетних м'язів;
- Б. Серцевого м'яза;
- В. Гладеньких м'язів;
- Г. А+Б
- Д. В+Б

4. Які види тетанусу вам відомі? Від чого залежить формування того чи іншого виду тетанусу?

Лабораторна робота №5

Тема: Біомеханіка рухових якостей людини

Мета: Вивчити біомеханічні аспекти силових, швидкісних та швидкісно-силових якостей. Оволодіти методиками тестування силових, швидкісних та швидкісно-силових якостей.

Обладнання: Низька перекладина, шкала педагогічних оцінок, метрова лінійка, секундомір, лінійка, олівець, аркуш паперу (20x20), таблиця „Будова м’язової системи спортсмена”, динамометр.

Питання для теоретичної підготовки:

1. Поняття про рухові якості людини.
2. Біомеханічна характеристика силових якостей.
3. Біомеханічна характеристика швидкісних якостей.
4. Біомеханічна характеристика витривалості.
5. Біомеханіка стійкості та координації.
6. Біомеханічна характеристика гнучкості.

Практична частина

1. Визначення силових якостей за допомогою тесту згинання і розгинання рук в упорі лежачи

Цей тест виконується лежачи на підлозі, виконуючи згинання і розгинання рук в упорі за 1 хв. Отримані дані порівнюються з належними величинами, які вираховуються за формулами:

$$\text{чол.} = 80/\sqrt{\text{вік}} ;$$

$$\text{жін.} = 65/\sqrt{\text{вік}} ;$$

Користуючись формулами, визначити, чи відповідають належним величинам наступні показники у вправі згинання і розгинання рук в упорі лежачи:

- А) особа жіночої статі, віком 20 років – 26 раз.
- Б) особа чоловічої статі, віком 28 років – 47 раз.
- В) особа жіночої статі, віком 16 років – 20 раз.
- Г) особа чоловічої статі, віком 38 років – 40 раз.

Розрахунки та висновки:

2. Дослідження силових якостей за допомогою кистьової динамометрії

Візьміть кистьовий динамометр кистю правої руки, яку відведіть від тулубу до отримання з ним прямого кута. Другу руку опустити вниз вздовж тулуба. Стискайте з максимальною силою пальці правої кисті 5 разів, роблячи інтервали в декілька секунд і кожен раз фіксуючи положення стрілки. Найбільше відхилення стрілки динамометра є показником максимальної сили м'язів правої кисті.

Для визначення силової витривалості зменшіть силу стискання ручного динамометра так, щоб вона складала 1/3 від максимальної. За секундоміром визначити час, протягом якого буде утримуватися таке зусилля.

Відносна максимальна довільна сила – показник процентного відношення м'язової сили до маси тіла:

$$\text{ВМДС} = \text{сила руки (кг)} / \text{маса тіла (кг)} \cdot 100\%$$

Динамометрія сильнішої руки юнаків становить 65 – 80 % маси тіла, а у дівчат – 48 – 50%.

Зробити висновки.

Висновок:

3. Визначення швидкості рухів кисті за допомогою теппінг-тесту

Студенти користуються квадратом, який пропонується нижче. Після команди „Увага - марш” протягом 10 секунд в максимальному темпі ставлять крапки в першому квадраті. Через 10 секунд команду повторюють і студенти переключаються на наступний квадрат.

Щоб крапки не накладалися одна на одну, рекомендується переміщуватися по колу. Загальна тривалість тесту – 40 секунд.

Для оцінки результатів підраховують кількість крапок у кожному квадраті, це буде легше зробити, якщо з'єднувати крапки між собою олівцем. Частота рухів при відмінних показниках складає 70 крапок за 10 секунд.

Для порівняння показників записуються дані 3 досліджуваних. Оформити протокол дослідження, заповнивши таблицю:

ПІБ	Кількість крапок у квадраті				Середній показник
	I	II	III	IV	

I	II
III	IV

Дати відповіді на запитання

1. Дайте визначення рухових якостей, заповнивши таблицю

Рухові якості	Визначення
Силові якості	<hr/> <hr/> <hr/>
Швидкісні якості	<hr/> <hr/> <hr/>
Витривалість	<hr/> <hr/> <hr/>
Гнучкість	<hr/> <hr/> <hr/>
Спритність	<hr/> <hr/> <hr/>

2. Охарактеризуйте фази простої рухової реакції, розставивши у відповідності букви та цифри:

1. Сенсорна фаза.
2. Премоторна фаза (електромеханічний інтервал).
3. Моторна фаза.
 - А) Фаза від початку руху до його завершення.
 - Б) Фаза від початку електричної активності м'язів до початку руху.
 - В) Фаза від моменту появи сигналу до перших ознак м'язової активності

1	
2	
3	

3. На прикладі обраного виду спорту поясніть розвиток фаз компенсаторної та некомпенсаторної втоми.

Лабораторна робота №6

Тема: Біомеханіка постави. Профілактика порушень постави

Мета: ознайомитися з основними положеннями біомеханічних характеристик постави людини, навчитися визначати масу сегментів тіла, положення загального центру мас тіла та центру мас окремих сегментів.

Обладнання: ваги, таблиця „Рівняння регресії для визначення ваги сегментів і центрів їх мас”.

Теми реферативних повідомлень:

1. Біомеханічні принципи профілактики порушень постави.
2. Порушення постави та їх вплив на здоров'я учнів.
3. Біомеханічні аспекти корекції постави.

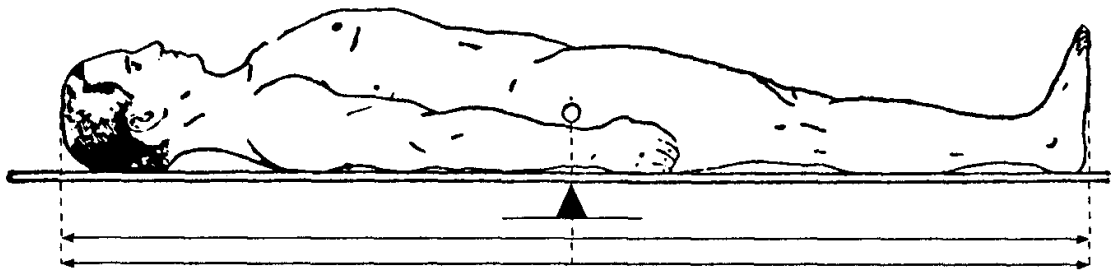
Питання для теоретичної підготовки:

1. Поняття про поставу в біомеханіці.
2. Вікові біомеханічні особливості формування постави.
3. Класифікація та динаміка хребетного стовпа людини.
4. Геометрія мас тіла, поняття про соматотип та конституцію в біомеханіці.
5. Біомеханічні методи визначення загальної густини тіла. Поняття про денситометрію.
6. Біомеханічні методи визначення ЗЦМ тіла.
7. Біомеханічні аспекти порушення постави та шляхи корекції.

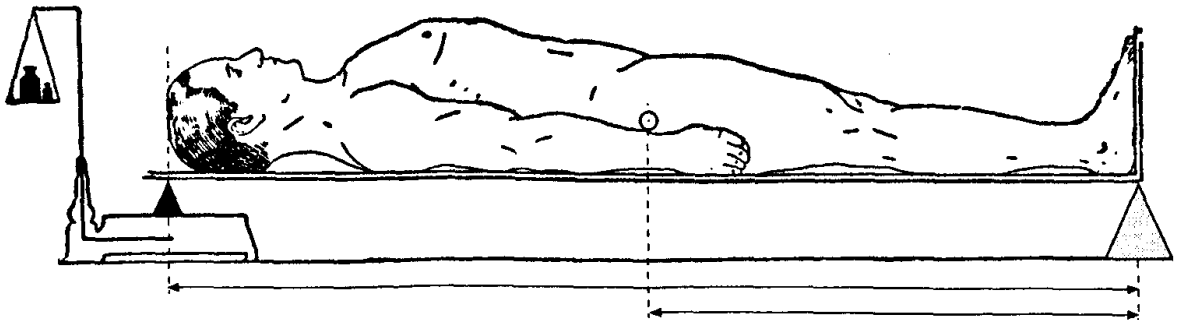
Практична частина:

1. Дослідження місцезнаходження загального центру мас тіла (ЗЦМ) людини

Розглянути схеми, що ілюструють методіку визначення положення ЗЦМ тіла з використанням важеля першого (рис №1. а) та другого (рис. №1, б) роду. Проаналізуйте схему і вкажіть розташування ЗЦМ тіла людини.



а)



б)

Метод визначення горизонтальної площини ЗЦМ тіла за допомогою важелів 1 – го та 2- го рівнів (методика Бореллі та Берштейна).

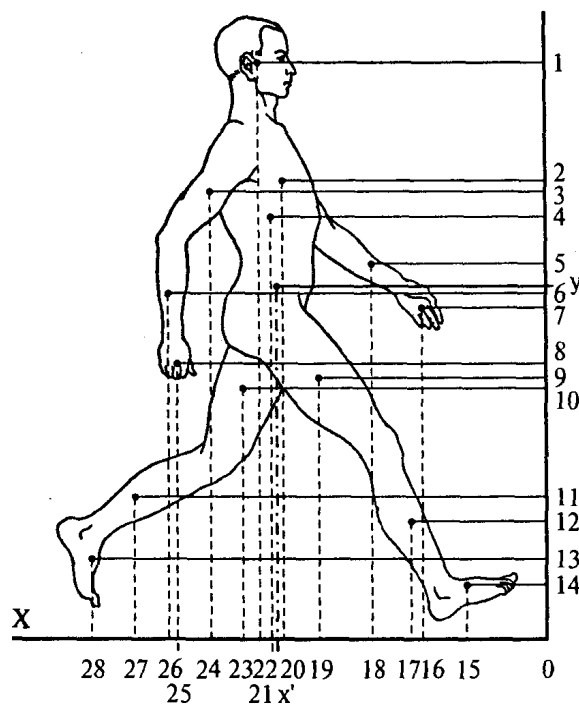
Висновок:

ЗЦМ тіла – це _____

ЗЦМ тіла людини знаходиться _____

2. Дослідження місцезнаходження центрів мас окремих сегментів тіла людини

Розглянути схему, яка ілюструє положення центрів ваги окремих сегментів тіла людини.



Положення центрів мас окремих сегментів тіла людини

Користуючись даною схемою та рівняннями регресії Енока, розрахувати вагу окремих сегментів та зробити висновок про положення їх центрів ваги.

***Рівняння регресії Енока
для визначення маси сегментів та їх положення. (ВТ – вага тіла)***

Сегмент	Вага, Н	Положення ЦМ, %
Голова	$0,032 ВТ + 1,870 =$	66,3
Тулуб	$0,532 ВТ - 6,93 =$	52,2
Плече	$0,022 ВТ + 4,76 =$	50,7
Передпліччя	$0,013 ВТ + 2,41 =$	41,7
Кисть	$0,05 ВТ + 0,75 =$	51,5
Стегно	$0,127 ВТ - 14,82 =$	39,8
Гомілка	$0,044 ВТ + 1,75 =$	41,3
Стопа	$0,009 ВТ + 2,48 =$	40,0

Зробити висновки.

Дати відповіді на запитання:

1. Дайте визначення терміну „постава” з точки зору біомеханічної науки.

2. Охарактеризуйте рівні формування постави в онтогенезі

Рівень А - _____

Рівень В - _____

Рівень С - _____

Рівень Д - _____

3. Охарактеризуйте класифікацію соматотипів за Шевкуненко і Геселевичем доповнивши речення:

Доліхоморфний тип - відрізняють подовжні розміри тіла, зріст _____, _____ і _____ грудна клітка, _____ плечі, _____ кінцівки, _____ тулуб.

Брахіморфний тип - приосадкуватий, широкий, з добре вираженими поперечними розмірами, _____ тулубом, _____ кінцівками, шиєю і грудною кліткою.

Мезоморфний тип - характеризується проміжними ознаками (між _____ і _____ типами).

4. Охарактеризувати правильну поставу, вставивши пропущені слова:

Оптимальна постава юнака і дівчини: голова і тулуб розташовані _____ при виправлених ногах, плечі злегка _____ і знаходяться _____. Лопатки притиснуті до спини. Грудна клітка _____. Молочні залози в дівчин симетричні і знаходяться _____. Живіт _____, утягнутий стосовно грудної клітки. Фізіологічні вигини хребетного стовпа добре виражені, у дівчат підкреслений _____, у юнаків - _____.

Лабораторна робота №7

Тема: Вікові особливості моторики людини

Мета: ознайомитися з основними віковими та статевими особливостями моторики людини.

Обладнання: таблиця „Максимальна довільна сила м'язів в залежності від віку”.

Питання для теоретичної підготовки:

1. Диференціальна біомеханіка як окремий розділ.
2. Закономірності росту і розвитку організму
3. Поняття про руховий вік, рухові перевагонадання, рухову асиметрію. Прогноз розвитку моторики.
4. Онтогенез моторики в окремих вікових періодах.
5. Вікові особливості розвитку рухових здібностей: сила, витривалість, швидкість, спритність, гнучкість.
6. Особливості моторики жінок.

Практична частина:

1. Заповнити таблицю вікових особливостей розвитку моторики у дитини

Віковий період	Характеристика рухів
1 день	
1 місяць	
2 місяці	
3 місяці	
4 місяці	
5 місяців	
6 місяців	
7 місяців	
8 місяців	
9 місяців	

10 місяців	
11 місяців	
12 місяців	
13 місяців	
14 місяців	
15 місяців	

2. Дослідження вікової динаміки силових показників

Розглянути таблиці, що ілюструють основні зміни стану м'язової сили; проаналізувати вікову динаміку основних показників.

ВІК (в роках)	Сила м'язів кисті правої руки (в кг)	
	хлопці	дівчата
3	4	3,8
4	5,1	4,6
5	6,8	6,1
6	7,7	6,9
7	9,3	8,6
8	11,1	9,5
10	14,7	11,8
12	18,4	15,7
14	26,5	23,5
17	40,3	27,3

На основі даних таблиці скласти графік, відклавши по осі Х вік в роках, а по осі У – показники сили. Порівняти кривизну графіку для хлопців та дівчат.



Висновки:

3. Прогноз антропометричних показників.

Найбільш вдалий прогноз довжини тіла у віці 8 - 11 років.

Для хлопців:

$$\text{Зріст} = \text{Зріст батька} + \text{Зріст матері} \times 1,08 / 2$$

Для дівчат:

$$\text{Зріст} = \text{Зріст батька} \cdot 0,923 + \text{Зріст матері} / 2$$

Зріст у 8 – 11 можна передбачити за таблицями.

Таблиці прогнозу довжини тіла

Вимірювана довжина тіла, см	Вік, років				Вимірювана довжина тіла, см	Вік, років			
	8	9	10	11		8	9	10	11
110	160,7				136	183,7	178,9	174,4	170,7
111	161,6	157,0			137	184,6	179,8	175,3	171,5
112	162,4	157,9			138	185,5	180,6	176,1	172,3
113	163,3	158,8	154,8		139	186,3	181,5	177,0	173,1
114	164,2	159,6	155,6		140	187,2	182,4	177,8	173,9
115	165,1	160,5	156,5		141	188,1	183,3	178,7	174,7
116	166,0	161,4	157,4		142	189,0	184,1	179,6	175,5
117	166,9	162,3	158,2		143	189,9	185,0	180,4	176,3
118	167,8	163,1	159,1		144	190,8	185,9	181,3	177,1
119	168,6	164,0	159,9		145	191,6	186,8	182,1	177,9
120	169,5	164,9	160,8		146	192,5	187,6	183,0	178,7
121	170,4	165,8	161,6	158,8	147	193,4	188,5	183,8	179,5
122	171,3	165,6	162,5	159,5	148	194,3	189,4	184,7	180,3
123	172,2	166,5	163,3	160,3	149	195,2	190,3	185,5	181,1
124	173,1	168,4	164,2	161,1	150	196,1	191,1	186,4	181,9
125	173,9	169,3	165,0	161,9	151		192,0	187,2	182,7
126	174,8	170,1	165,9	162,7	152		192,9	188,1	183,5
127	175,7	171,0	166,7	163,5	153		193,8	188,9	184,3
128	176,6	171,9	167,6	164,3	154		194,6	189,8	185,1
129	177,5	172,8	168,5	165,1	155		195,5	190,7	185,9
130	178,4	173,6	169,3	165,9	156			191,5	186,7
131	179,3	174,5	170,2	166,7	157			192,4	187,5
132	180,1	175,4	171,0	167,5	158			193,2	188,3
133	181,0	176,3	171,9	168,3	159			194,1	189,1
134	181,9	177,1	172,7	169,1	160			194,9	189,9
135	182,8	178,0	173,6	169,9					

Таблиці прогнозу довжини тіла (продовження)

Вимірювана довжина тіла, см	Вік, років				Вимірювана довжина тіла, см	Вік, років			
	8	9	10	11		8	9	10	11
111	145,6	140,6			139	178,3	171,2	165,4	161,5
112	146,8	141,7			140	179,5	172,3	166,3	162,1
113	147,9	142,8	143,4		141	180,6	173,4	167,1	162,8
114	149,1	143,9	144,2		142	181,8	174,5	168,0	163,5
115	150,3	145,0	145,1		143	183,0	175,6	168,8	164,1
116	151,4	146,1	145,9		144	184,1	176,7	169,7	164,8
117	152,6	147,2	146,8		145	185,3	177,8	170,5	165,5
118	153,8	148,3	147,6		146	186,5	178,9	171,4	166,2
119	154,9	149,4	148,5		147	187,6	180,0	172,2	166,8
120	156,1	150,4	149,3	148,7	148	188,8	181,1	173,0	167,5
121	157,3	151,5	150,2	149,4	149	190,0	182,2	173,9	168,2
122	158,4	152,6	151,0	150,1	150	191,1	183,3	174,7	168,8
123	159,6	153,7	151,8	150,7	151		184,4	175,6	169,5
124	160,8	154,8	152,7	151,4	152		185,5	176,4	170,2
125	161,9	155,9	153,5	152,1	153		186,5	177,3	170,9
126	163,1	157,0	154,4	152,8	154		187,6	178,1	171,5
127	164,3	158,1	155,2	153,4	155		188,7	179,0	172,2
128	165,4	159,2	156,1	154,1	156			184,1	176,5
129	166,6	160,3	156,9	154,8	157			180,7	173,5
130	167,8	161,4	157,8	155,4	158			181,5	174,2
131	168,9	162,5	158,6	156,1	159			182,4	174,9
132	170,1	163,6	159,5	156,8	160			183,2	175,5
133	171,3	164,7	160,3	157,5	161			184,1	176,2
134	172,4	165,8	161,2	158,1	162			184,9	176,9
135	173,6	166,9	162,0	158,8	163			185,5	177,5
136	174,8	167,9	162,9	159,5	164			186,6	178,2
137	176,0	169,0	163,7	160,1	165			187,5	178,9
138	177,1	170,1	164,6	160,8					

Завдання: користуючись таблицями чи формулами визначити:

№1. Який кінцевий зріст буде мати дівчинка, яка у 9 років має зріст 144 см.

№2. Який кінцевий зріст буде мати хлопчик, який у 11 років має зріст 160 см.

№3. Який кінцевий зріст буде мати дівчинка, батько якої має зріст 185 см, а мати - 160.

№4. Який кінцевий зріст буде мати хлопчик, батько якого має зріст 180 см, а мати - 160.

Розв'язок

Дати відповіді на запитання:

1. Дати визначення наступним термінам

Диференціальна біомеханіка - _____

Руховий вік - _____

Латеральне домінування - _____

Акселерація - _____

Ретардація - _____

Онтогенез моторики - _____

2. Визначте сенситивні періоди для розвитку основних рухових якостей, заповнивши таблицю:

Фізичні якості	Сенситивний період розвитку
Сила	
Швидкість	
Швидкісно – силові якості	
Статична витривалість	
Динамічна витривалість	
Загальна витривалість	
Гнучкість	
Рівновага	

Лабораторна робота №8

Тема: Біомеханічна характеристика циклічних видів спорту

Мета: ознайомитися з основними біомеханічними особливостями циклічних локомоцій людини.

Обладнання: таблиці „Переміщення ЗЦМ тіла під час бігу та ходьби”, „Основні фази легкоатлетичного бігу”.

Питання для теоретичної підготовки:

1. Загальна характеристика спортивної ходьби. Поняття про фази спортивної ходьби.
2. Характеристика основних фаз періоду опори (амортизації, відштовхування і підйому).
3. Участь скелетних м'язів при спортивній ходьбі.
4. Класифікація видів спорту за циклічністю.
5. Загальна характеристика легкоатлетичного бігу.
6. Поняття про фази легкоатлетичного бігу.
7. Особливості стартових рухів у легкоатлетичному бігові.
8. Характеристика розгінних рухів.
9. Загальна характеристика плавання.
10. Особливості водного середовища і пристосування плавця до нього.
11. Фазова характеристика плавання.
12. Особливості виконання поворотів у плаванні.

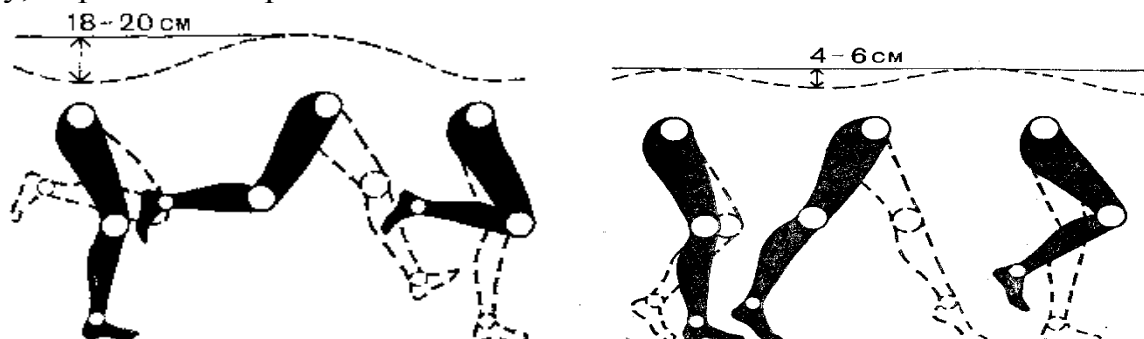
Теми реферативних повідомлень

1. Біомеханіка сил, що визначають рух лижника.
2. Біомеханічні особливості рухів рук лижника.
3. Біомеханічна діяльність лижника на спусках.
4. Особливості виконання поворотів у лижному спорті.
5. Фазова структура ковзанярського спорту.

Практична частина:

1. Дослідження коливань ЗЦМ тіла при циклічних локомоціях

Розглянути схему, що ілюструє коливання ЗЦМ тіла під час ходьби та бігу, порівняти та зробити висновки.



Висновок:

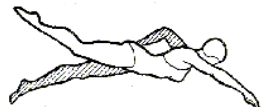





2. Порівняльна біомеханічна характеристика спортивної ходьби та бігу

Заповнити таблицю, вказавши основні відмінності та подібності між спортивною ходьбою та легкоатлетичним бігом.

№	Ознака	Спортивна ходьба	Легкоатлетичний біг
1.	Циклічність		
2.	Загальна характеристика		
2.	Основні фази		
3.	Основні працюючі м'язи		
4.	Коливання ЗЦМ тіла		

3. Біомеханічна структура плавання як комплексу вправ з циклічною структурою рухів

Розглянути схему, що ілюструє біомеханічну структуру плавання. Для кожного з малюнків охарактеризувати фазу правої та лівої руки.

А		А. Права _____ Ліва _____
Б		Б. Права _____ Ліва _____
В		В. Права _____ Ліва _____
Г		Г. Права _____ Ліва _____
Д		Д. Права _____ Ліва _____
Е		Е. Права _____ Ліва _____

Дайте відповіді на запитання:

1. Із переліченого списку видів спорту вибрати ті, які належать до циклічних: Легкоатлетичний біг, гімнастика, метання молота, футбол, спортивна ходьба, плавання, ковзанярський спорт, фехтування, бокс, волейбол, баскетбол, лижний спорт, велосипедний спорт, великий теніс, настільний теніс.

2. В біомеханічній структурі спортивної ходьби виділяють такі фази:

- А. період опори; переносний період;
- Б. період польоту; переносний період;
- В. період польоту; період опори;
- Г. період опори; переносний період; період польоту.

3. Період опори складається з таких фаз:

- А. амортизації і відштовхування;
- Б. відштовхування і підйому;
- В. амортизації, відштовхування і підйому.

4. Охарактеризувати фазу амортизації, заповнивши запропоноване речення:

Фаза амортизації полягає в гальмуванні руху тіла в напрямку до опори. Вона починається з _____ і закінчується в момент припинення руху тіла _____, при якому м'язи розтягуються, здійснюючи _____ роботу. Амортизація опорної ноги здійснюється: а) _____, що затримують постановку стопи; б) _____, що затримують ногу в колінному суглобі; в) _____, що затримують нахил гомілки вперед.

5. Рух зі стартового положення, що забезпечує нарощування швидкості в легкоатлетичному бігу називається:

- А. Стартовий розгін;
- Б. Стартовий крок;
- В. Стартові рухи;
- Г. Стартовий баланс.

6. В чому полягає основна відмінність стартового розгону при бігові на короткі та на довгі дистанції.

7. Вертикальні коливання ЗЦМ при біговому кроці рівні:

- А. 3 – 6 см.
- Б. 18-20 см.
- В. 45 см.
- Г. 1 – 2 см.

8. В чому полягає основна специфіка водного середовища, як середовища руху.

9. Вставте пропущені слова:

Плавці зі слабкою підготовленістю виконують більш _____ гребкові рухи з _____ розмахом, підтримуючи тим самим _____ швидкість гребка. Плавці з гарною підготовленістю розвивають ту ж швидкість руки у воді на більш тривалій відстані за рахунок _____ руки в _____ суглобі.

Лабораторна робота №9

Тема: Біомеханічна характеристика ациклічних видів спорту

Мета: ознайомитися з основними характеристиками ациклічних видів спорту та вивчити їх основні біомеханічні характеристики.

Обладнання: таблиці „Техніка виконання упорів”, „Біомеханічна схема виконання опорного стрибка”.

Питання для теоретичної підготовки:

1. Класифікація видів спорту за циклічністю. Загальна характеристика ациклічних вправ.
2. Загальна характеристика гімнастики . Класифікація гімнастичних вправ за ступенем стійкості.
3. Біомеханічні особливості підтримання рівноваги.
4. Особливості виконання висів у гімнастиці. Біомеханічна структура підтягування на перекладені та виконання упорів.
5. Особливості виконання опорного стрибка. Фазова структура опорного стрибка.
6. Загальна характеристика стрибкових вправ.
7. Біомеханічні особливості стрибків у довжину.
8. Біомеханічні особливості стрибків у висоту.

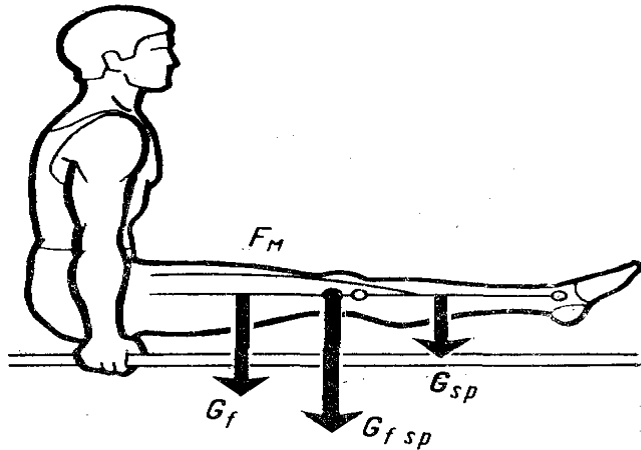
Теми реферативних повідомлень:

1. Біомеханічна структура основних елементів в акробатиці.
2. Біомеханічні особливості метання м'яча, гранати.
3. Загальна біомеханічна характеристика вправ на штовхання ядра.
4. Біомеханічна структура основних елементів в художній гімнастиці.

Практична частина:

1. Вивчення біомеханічних особливостей підтримання рівноваги в упорі

Розглянути схему, що ілюструє біомеханічні особливості підтримання рівноваги при виконанні упорів.



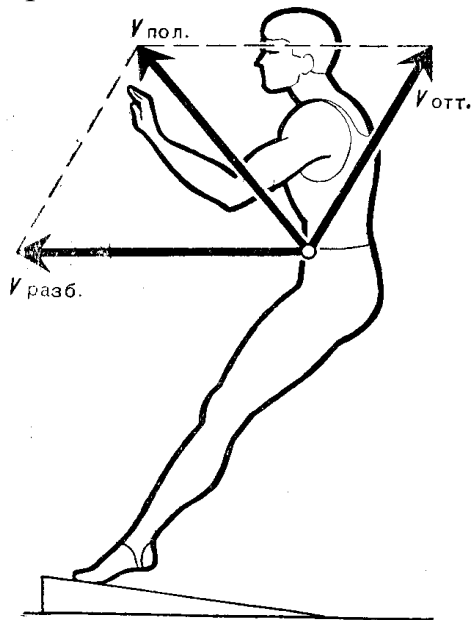
Замалювати схему та зробити висновки, вставивши пропущенні слова.

Упори - положення спортсмена на снарядах, при якому плечі розташовані _____ точок хвата. Руки при цьому _____, тулуб і ноги складають _____.

Розмахування в упорі являють собою _____ переміщення тіла. При виконанні ряду махів в упорі на руках важливо утримувати плечі в _____ положенні, що особливо важко під час руху тіла _____ положенні. При виконанні підйомів махом уперед ноги _____ і складають з тулубом _____ кут. У _____ і _____ суглобах м'язи утримують ноги від _____ під дією на них сил ваги у відповідних суглобах.

2. Вивчення фазової структури опорного стрибка

Розглянути рисунок, що ілюструє дію врівноважуючих сил під час опорного стрибка.



Описати характер виконання наскоку, вставивши пропущені слова:

Наскок на місток виконується в момент придбання _____ швидкості. Додаток _____ швидкості до вертикальної унаслідок відштовхування ногами утворить необхідну _____ і _____ переміщення тіла після відштовхування від містка. Наскок, рівний _____ м, виконується поштовхом _____ ноги. У момент наскоку тулуб злегка нахилиється вперед - від _____°. При наскоку зігнута в _____ і _____ суглобах поштовхова нога підтягується до _____, потім ноги _____ і _____ виносяться вперед. У момент торкання ногами містка руки розташовані _____.

Ноги ставляться на місце поштовху акцентовано. З цією метою ноги починають розгинати для відштовхування ще наприкінці стрибка на місток, виконуючи це тільки на носках _____, майже _____ ніг. Стопи ніг на містку розташовуються _____, приблизно на _____.

У біомеханічній структурі опорного стрибка виділяють наступні фази:

1. –
2. –
3. –
4. –
5. –
6. –
7. –

3. Порівняльна характеристика стрибків у висоту та у довжину

Порівняти біомеханічні особливості виконання складових фаз стрибків у висоту та стрибків у довжину, заповнивши таблицю:

№	Фаза	Стрибки у висоту	Стрибки у довжину
1.	Розбіг		
2.	Відштовхування		
3.	Політ		
4.	Амортизація		

Дати відповіді на запитання:

1. За ступенем стійкості гімнастичні вправи поділяють на:
 - А. стійкі та нестійкі
 - Б. статичні та динамічні
 - В. стійкі та динамічні
 - Г. статичні та нестійкі

2. Виконання висів характеризується розташуванням ЗЦМ тіла:
А. над опорою
Б. під опорою
3. Виконання упорів характеризується розташуванням ЗЦМ тіла:
А. над опорою
Б. під опорою
4. Яка з фаз не характерна для стрибків у довжину і у висоту:
А. розбігу,
Б. відштовхування,
В. польоту (власне стрибка)
Г. амортизації після приземлення
Д. перевероту
5. Довжина розбігу при стрибках у довжину складає:
А. 11 м.
Б. 20 – 50 м.
В. 20 – 65 м.
Г. 30 – 40 м.
6. Дальність польоту снаряду при метанні залежить від таких факторів:
А. початкова швидкість вильоту;
Б. кут вильоту, висота вильоту
В. аеродинамічні особливості снаряда
Г. А+Б+В

Лабораторна робота №10

Тема: Біомеханічна характеристика видів спорту з нестандартною структурою рухів

Мета: ознайомитися з основними характеристиками ситуаційних видів спорту та вивчити їх основні біомеханічні характеристики

Обладнання: таблиці „Техніка виконання передач у волейболі”, „Біомеханічна схема виконання нападаючого удару”.

Питання для теоретичної підготовки:

1. Біомеханічна характеристика тактичних і технічних дій у волейболі.
2. Техніка виконання пересування.
3. Біомеханічна характеристика виконання подач у волейболі.
4. Передачі і прийоми м'яча.
5. Особливості виконання нападаючих ударів у волейболі.
6. Особливості використання блокування у волейболі.

Практична частина:

1. Дослідження біомеханічних особливостей переміщення у волейболі та баскетболі.

Заповнити таблиці, зазначивши різновидності переміщень у волейболі та баскетболі.

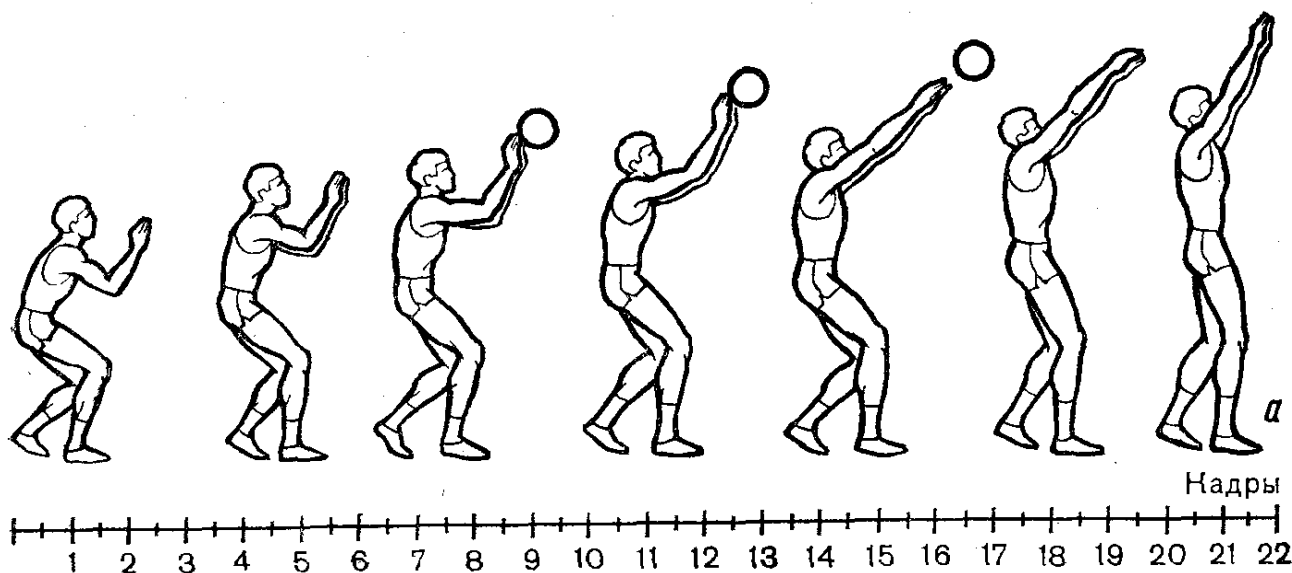
Техніка пересування у волейболі											
Стійки, вихідні положення		Ходьба				БІГ			Стрибок		Випад

Техніка пересувань у баскетболі												
СТІЙКА		ХОДЬБА			БІГ		СТРИБКИ		ЗУПИНКА		ПОВОРОТИ	

Зробити висновок про спільні та відмінні риси пересувань у баскетболі та волейболі.

Висновок:

2. Дослідження фазової структури передачі м'яча двома руками зверху



Вихідне положення	Зміщення рук вгору = 0,09 с	Амортизація і виліт м'яча = 0,05 с	Супровідні рухи рук = 0,1с
-------------------	-----------------------------	------------------------------------	----------------------------

Проаналізувати схему фазової структури виконання передач м'яча у волейболі та зазначити відомі види передач м'яча.

3. Дослідження особливостей техніки володіння м'ячем у футболі

Розглянути та доповнити схему. Зробити висновки.

Техніка володіння м'ячем у футболі					
Удари	Зупинки	Ведення	Фінти	Відбір	Вкидання з-за бокової лінії

Висновок

Дати відповіді на запитання:

1. Охарактеризуйте особливості виконання стійок у волейболі, вставивши пропущені слова.

Стійка характеризується _____ і _____ опорно-рухового апарата, що досягається незначним нахилом тулуба _____, переносом маси тіла на _____ частину стопи, згинанням ніг у _____, а рук у _____ суглобах (на рівні пояса).

2. Співставити праву і ліву колонки.

Висока стійка	кут у колінному суглобі - 130°
Середня стійка	кут у колінному суглобі - 115°
Низька стійка	кут у колінному суглобі - 145°

3. У відповідності положенням стоп на опорі розрізняють такі види стійок:

- А. діагональну
- Б. фронтальну
- В. горизонтальну
- Г. вертикальну

4. Техніка подач складається з вихідного положення і трьох послідовних фаз:

- А. _____
- Б. _____
- В. _____

5. Техніка передачі м'яча складається з вихідного положення і трьох фаз:

- А. _____
- Б. _____
- В. _____

6. Нападаючий удар представляється як цілісна система, що складається з таких фаз:

- А. _____
- Б. _____
- В. _____

7. Поділіть всі види спорту на три колонки: циклічні, ациклічні, вправи з нестандартною структурою рухів:

Ходьба, баскетбол, волейбол, акробатика, легкоатлетичний біг, гімнастика, футбол, плавання, штовхання ядра, підтягування на перекладені, стрибки через коня, метання, гандбол.

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

8. Охарактеризувати особливості виконання стійок у баскетболі, вставивши пропущені слова:

Виконання прийомів у баскетболі здійснюється з найбільш зручного, стійкого положення - _____. Приймаючи його, баскетболіст ставить ступні ніг _____ ширині _____, на одній лінії чи виставляючи одну ногу _____, ноги зігнуті в _____ суглобах, тулуб _____ вперед, вага тіла розподілена на _____, руки зігнуті в _____ перед грудьми. М'яч тримають широко розставленими пальцями без повного дотику з поверхнею _____.

Рекомендована література

1. Адашевський В.М. Конспект лекцій з біомеханіки спорту. Харків: НТУ «ХП», 2019. 72 с.
2. Архипов О.А. Біомеханічний аналіз: навч. посіб. Київ: Видавництво НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. 224 с.
3. Архипов О.А. Практикум з біомеханіки: навч. посіб. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2009. 115 с.
4. Ахметов Р.Ф. Біомеханіка фізичних вправ: навч. посіб. Житомир: ЖДПУ ім. Івана Франка, 2004. 124 с.
5. Ашанин В.С. Біомеханіка. Частина I: Загальна біомеханіка (конспект лекцій). Харків: ХаГИФК, 2000. 65 с.
6. Базилевич Н.О. Теоретичні основи біомеханіки (курс лекцій): навч.-метод. посібн. Переяслав: ФОП Домбровская Я.М., 2020. 150 с.
7. Біомеханіка спорту / за заг. ред. А.М. Лапутіна. Київ: Олімпійська література, 2005. 320 с.
8. Біомеханіка спорту: підручник / Рибак О.Ю. та ін. Львів: ЛДУФК ім. Івана Боберського, 2021. 268 с.
9. Біомеханіка фізичного виховання і спорту: навч. посіб. / Носко М.О. та ін. Київ: МП Леся, 2012. 286 с.
10. Біомеханіка: навч.-метод. посібник / укл. Мединський С.В. Чернівецький нац. ун-т, 2004. 138 с.
11. Кашуба В.О., Гамалій В.В., Хабінець Т.О. Біомеханіка: метод. посіб. для студ., що навчаються за індивідуальним графіком і ФЗН. Київ: НУФВіС, 2018. 52 с.
12. Козубенко О.С., Тупеев Ю.В. Біомеханіка фізичних вправ: навч.-метод. посібн. Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2015. 215 с.
13. Лабораторний практикум з біомеханіки / П.О. Русіло та ін. / за наук. ред. П.О. Русіла. Львів: Військовий інститут, 2003. 127 с.
14. Невелика А.В., Козін С.В. Методичні рекомендації до практичних і семінарських занять з дисципліни «Біомеханіка рухової діяльності»: метод. рек. для студентів НФаУ спеціальності 227 «Фізична терапія, ерготерапія». Х.: НФаУ, 2021. 30 с.
15. Рибак О.Ю., Сапужак І.Я. Біомеханічний аналіз фізичної вправи: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з біомеханіки для студентів ЛДУФК. Львів, 1997. 78 с.
16. Язловецький В.С. Біомеханіка фізичних вправ: навч. посіб. Вид. 3-е, допов., переробл. Кіровоград, 2003. 138 с.