

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРКАСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

Кафедра анатомії, фізіології та фізичної реабілітації
Кафедра теорії і методики фізичного виховання

Ю.О. Петренко, А.О. Артюшенко

**СПОРТИВНА МОРФОЛОГІЯ ТА ОСНОВИ БІОМЕХАНІКИ
(ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ)**

Черкаси – 2024

УДК 572+573

ББК 28.0

ПЗ0

Рецензенти:

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент кафедри теорії, методики фізичного виховання Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького С.В. Гречуха

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізичного виховання та здоров'я людини Черкаського державного технологічного університету О.В. Онопрієнко

Рекомендовано до друку Вченою радою
Черкаського національного університету
імені Богдана Хмельницького
(протокол № 3 від 24.10.2024 року)

Петренко Ю.О., Артюшенко А.О.

ПЗ0 Спортивна морфологія та основи біомеханіки (лабораторний практикум):
навчально – методичний посібник. – Черкаси, 2024. – 88с.

В даному навчально-методичному посібнику всі лабораторні заняття побудовані за однаковою структурою: мета, матеріали та обладнання, теоретичні відомості до теми заняття, порядок виконання, контрольні питання. У посібнику є розрахункові завдання, контрольні питання для підсумкового контролю студентів, довідникова інформація з курсу. Тематика робіт охоплює основні питання спортивної морфології та теорії біомеханічних досліджень. Зорієнтований на студентів спеціальності – 014.11 Середня освіта (Фізична культура).

ЗМІСТ

Вступ		4
Лабораторне заняття №1	Визначення поздовжних розмірів тіла	5
Лабораторна заняття №2	Визначення поперечних та обводових розмірів тіла	10
Лабораторне заняття №3	Оцінка фізичного розвитку людини методом індексів	15
Лабораторне заняття №4	Визначення типу пропорційності тіла	20
Лабораторне заняття №5	Методи визначення конституційних типів людини	24
Лабораторне заняття №6	Визначення складу маси тіла людини	32
Лабораторне заняття №7	Моделі складу тіла людини	43
Лабораторне заняття №8	Визначення площі поверхні тіла людини	46
Лабораторне заняття №9	Визначення питомої ваги тіла людини	49
Лабораторне заняття №10	Тілобудова та моторика людини	51
Лабораторне заняття №11	Побудова біокінематичної схеми фізичної вправи	56
Лабораторне заняття №12	Визначення загального центру маси тіла людини	63
Лабораторне заняття №13	Геометрія мас тіла людини	65
Лабораторне заняття №14	Оцінка рухових дій	70
Лабораторне заняття №15	Вплив середовища на рухову діяльність	73
Розрахункові завдання		76
Контрольні питання для підготовки до екзамену		79
Список рекомендованої літератури		81
Додатки		82

ВСТУП

Морфологічно-функціональні ознаки організму людини мають велике значення при удосконаленні спортивної техніки, індивідуалізації навчального та тренувального процесів, прогнозуванні технічних результатів. Тому спортивна морфологія дає уявлення про зміни, які відбуваються в організмі людини під впливом фізичних навантажень.

Разом з цим суттєве значення в сучасному спорті та фізичній культурі надається механічній міцності, стійкості опорно-рухового апарату до багаторазових фізичних навантажень.

Всі це може бути використано в удосконаленні методики і техніки виконання різних вправ, навчальних програм, тренувальних систем, а також в удосконаленні інвентарю, екіпіровки та інших чинників, які впливають на рухову дію.

В даному посібнику розглянуті методи оцінки фізичного розвитку, визначення типу пропорційності та конституції людини, визначення складу маси тіла, фізичні основи впливу різних чинників на організм людини, розуміння сутності яких необхідно для раціонального вирішення багатьох завдань навчального та тренувального процесів.

Приділяється можливість використання математичних і фізичних моделей для різних вправ з метою прогнозування реакцій організму на фізичні навантаження та різні несприятливі чинники зовнішнього середовища.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №1

ТЕМА 1. ВИЗНАЧЕННЯ ПОЗДОВЖНИХ РОЗМІРІВ ТІЛА.

Мета: Оволодіти методикою антропометричних досліджень людини.

Матеріали та обладнання: металевий штанговий антропометр Мартіна, ростомір.

Теоретичні відомості

Основним методом вивчення особливостей будови тіла людини є антропометричний метод – це метод вимірювання різноманітних показників будови людського тіла. Антропометричним методом можна вимірювати тотальні і парціальні розміри тіла. До тотальних розмірів відносять зріст, вагу тіла, обвід та екскурсію грудної клітки. Парціальні розміри – це розміри окремих частин тіла, наприклад, довжина плеча чи кисті, обвід стегна, тощо. Антропометричні обстеження передбачають визначення поздовжних, глибинних, поперечних, окільних розмірів тіла, його маси та товщини жирових прошарків.

Розміри тіла, які використовуються в спортивній антропометрії, можна поділити на: *поздовжні, поперечні (діаметри) та окружності (обхвати)*.

Для точного визначення розмірних ознак (вимірів тіла людини) необхідно знати основні антропометричні точки тіла людини, відносно яких проводяться обміри. *Антропометричними точками* називають точки, що легко визначаються, оскільки вони є утвореннями скелету, або чітко окреслюються м'язами. В класичній антропометрії використовується більше 100 антропометричних точок. При обмірюванні для розробки сучасної розмірної типології використовується 16 – 20 антропометричних точок (рис. 1.1).

Основні антропометричні точки:

на голові та шиї

- верхньотім'яна, або верхівкова, точка (*vertex – v*) – найвища точка тім'яної ділянки в положенні «німецької горизонталі», коли верхній край козелка вушної раковини і нижній край очниці перебувають на одній горизонтальній лінії;

- міжбрівна точка, або глабела (*glabella – g*) – точка над переніссям, найбільше виступаюча вперед;

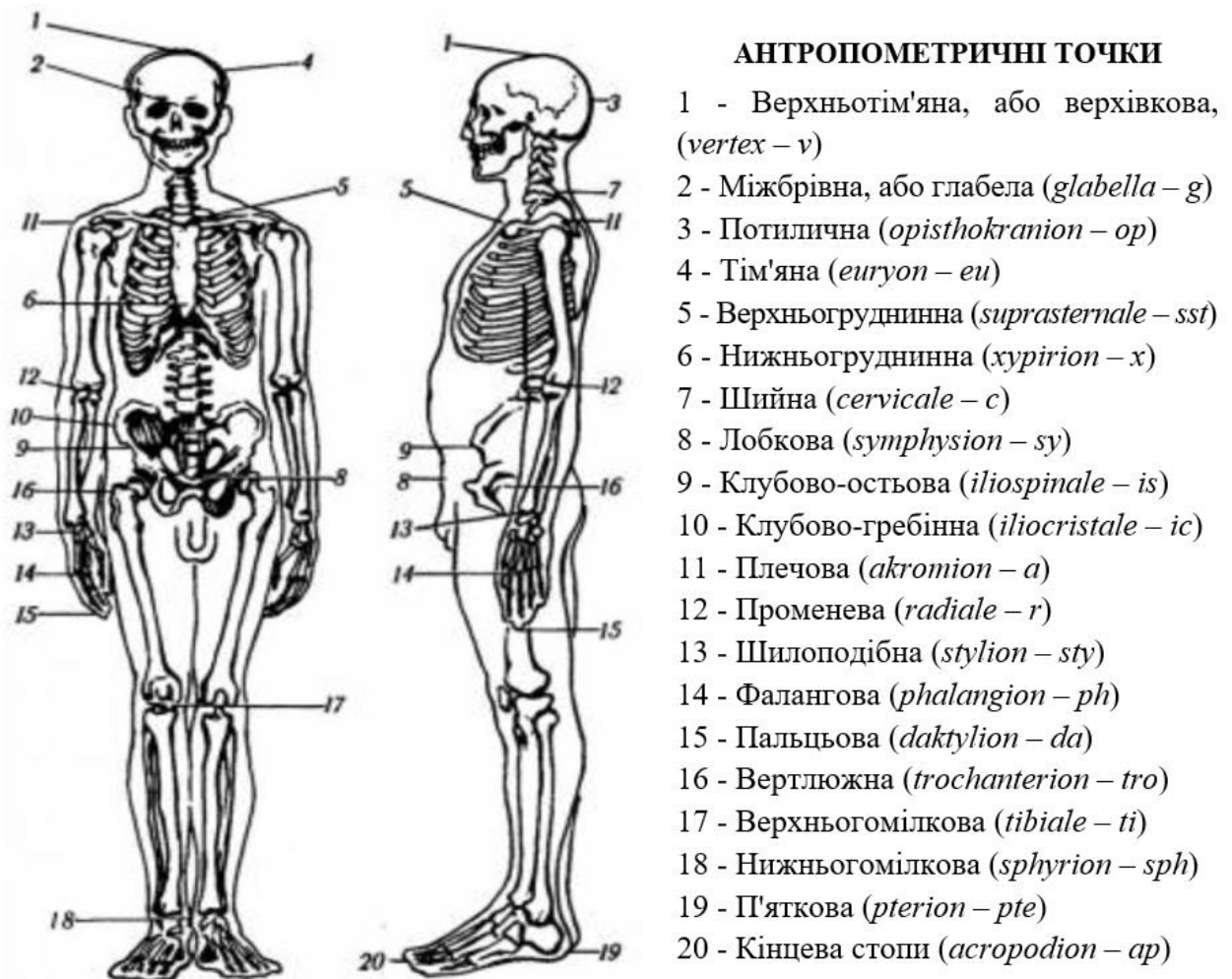


Рис. 1.1 Основні антропометричні точки на тілі людини.

- підборідна (*gnathion – gn*) – найнижча точка підборіддя;
- потилична точка (*opisthokranion – op*) – найвіддаленіша від глабели точка на потиличній ділянці голови;
- права і ліва тім'яні точки (*euryon – eu*) – точки тім'яної ділянки, що найбільше виступають назовні;
- шийна точка (*cervicale – c*) – верхівка остистого відростка CVII хребця;

на тулубі

- верхньогрудна точка (*suprasternale – sst*) – найглибша точка яремної вирізки груднини;

- середньогрудна точка (*mesosternale – mst*) – у центрі тіла грудини на рівні верхнього краю IV грудинно-реберного зрощення);
- нижньогрудна точка (*xupirion – x*) – рівень основи мечоподібного відростка на серединній лінії;
- лобкова точка (*symphusion – sy*) – найвища точка лобкового симфізу;
- пупкова точка (*omphalion – om*) – точка центру пупка;
- поперекова точка (*lumbale – lu*) – точка на вершині остистого відростка LV хребця;
- права і ліва клубово-остьові точки (*iliospinale – is*) – найбільш виступаюча вперед точка верхньої передньої ості клубової кістки;
- права і ліва клубово-гребінні точки (*iliocristale – ic*) – найбільш виступаюча назовні точка на гребені клубової кістки;

на верхніх кінцівках

- права і ліва плечові точки (*akromion – a*) – найбільш виступаючі назовні точки на краю плечового відростка лопатки;
- права і ліва променеві точки (*radiale – r*) – найвищі точки голівок променевих кісток (промацуються під шкірою на задньобічній поверхні ліктьового суглоба; обертання променевої кістки полегшує знаходження цих точок);
- права і ліва шилоподібні точки (*stylium – sty*) – найнижчі точки шилоподібних відростків променевих кісток;
- права і ліва фалангові точки (*phalangion – ph*) – верхні точки основної фаланги III пальця на тильній поверхні (ці точки легше знайти, якщо згинати й розгинати пальці);
- права і ліва пальцьові точки (*daktylion – da*) – найбільш дистальні точки на м'якій тканині нігтьової фаланги третього пальця;

на нижніх кінцівках

- права і ліва вертлюжні точки (*trochanterion – tro*) – найвища, найбільш виступаюча назовні точка великого вертлюга стегна;

- права і ліва верхньогомілкові точки (*tibiale – ti*) – найвищі точки на середині медіального виростка великогомілкової кістки (які найбільше виступають догори);
- права і ліва нижньогомілкові точки (*sphyrion – sph*) – найнижча точка медіальної кісточки;
- права і ліва п'яткові точки (*pterion – pte*) – точки п'яти, що якнайбільше відходять дозаду;
- кінцева точка стопи (*acropodion – ap*) – передня точка найдовшого пальця (I або II) стопи.

Зміст лабораторного заняття (аудиторні завдання)

Завдання 1. Визначити поздовжні розміри тіла.

Вимірювання висоти антропометричних точок проводять металевим штанговим антропометром системи Мартіна, починаючи з правої частини тіла. При вимірюванні дослідник знаходиться справа від обстежуваного, тримаючи антропометр у правій руці. Лівою рукою дослідник фіксує лінійку антропометра на позначених антропометричних точках. Вимірювання проводиться послідовно зверху вниз. Дотримуються строго вертикального положення антропометра.

Антропометр під час виміру має бути у вертикальному положенні. Порядок вимірів висот антропометричних точок над поверхнею опори завжди має бути один і той же - зверху вниз.

Розрахунок поздовжніх розмірів проводять за наступною схемою:

- Довжина тіла (ріст) - це висота верхівкової точки над площею опори.
- Довжина тулуба - це різниця між висотами верхньогрудинної та лобкової точок.
- Довжина голови та шиї - це різниця між висотами верхівкової та верхньогрудинної точок.
- Довжина руки - це різниця між висотами акроміальної та пальцевої точок.

- Довжина плеча - це різниця між висотами акроміальної і а променевої точок.
 - Довжина передпліччя - це різниця між висотами променевої та шилоподібної точок.
 - Довжина кисті - це різниця між висотами шилоподібної і а пальцевої точок.
 - Довжина ноги - це півсума висот над підлогою передньої клубово-остистої та лобкової точок.
 - Довжина стегна - це різниця між довжиною ноги і висотою верхньогомілкової точки.
 - Довжина гомілки - це різниця між висотами верхньогомілкової та нижньогомілкової точок.
 - Довжина стопи - це відстань від п'яткової до кінцевої точок.
- Отримані результати заносять у антропометричну картку (додаток 3).

Контрольні питання:

1. Дати характеристику поняттю «антропометрія» і методи антропометричних досліджень.
2. Перерахуйте основні правила антропометричних вимірювань.
3. Які існують антропометричні точки на голові і тулубі?
4. Які антропометричні точки використовують при вимірах на кінцівках?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №2

ТЕМА 2: ВИЗНАЧЕННЯ ПОПЕРЕЧНИХ ТА ОБВОДОВИХ РОЗМІРІВ ТІЛА.

Мета: Оволодіти методиками вимірювання діаметрів і обводів тіла людини.

Матеріали та обладнання: сантиметрова стрічка, ковзаючий товщиномірний циркуль.

Теоретичні відомості

Визначення поперечних розмірів тіла людини (діаметрів). Діаметри тіла вимірюються товщиномірним циркулем. Дослідник може перебувати спереду, збоку або ззаду обстежуваного. Кінці циркуля щільно охоплюються правою і лівою руками дослідника, і вказівними пальцями під контролем очей злегка затискають точки, які підлягають вимірюванню.

За допомогою товщиномірного циркуля визначають наступні діаметри частин тіла:

- **ширина плечей** (акроміальний діаметр) – відстань між правою і лівою акроміальними точками (*a-a*). При вимірюванні плечі не повинні бути сильно підняті або опущені;
- **поперечний середньогрудний діаметр** (фронтальний діаметр грудної клітки) – відстань між найбільш виступаючими бічними частинами ребер (вимірюється по середніх пахвових лініях) (рис.2.1);
- **передньозадній середньогрудний діаметр** (сагітальний діаметр грудної клітки) – найбільша горизонтальна відстань по сагітальній осі на рівні середньогрудинної точки – *mst* (рис.2.1);

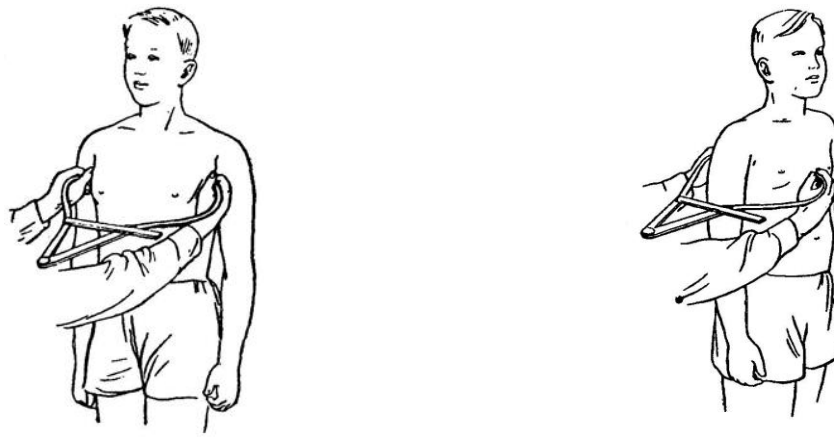
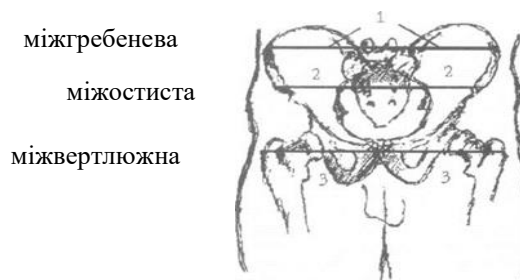


Рис.2.1. Виміри діаметрів грудної клітки.

- **ширина тазу** (тазовий, тазогребневий діаметр) – відстань між правою і лівою клубово-гребневими точками (*ic-ic*) (рис. 2.2);

- **клубово-остистий діаметр** - відстань між двома клубово-остистими точками (*is-is*) (рис. 2.2);

- **міжвертлюжний діаметр** – відстань між правою і лівою вертлюжними точками (*tro-tro*) (рис. 2.2);



міжгребенева
міжостиста
міжвертлюжна

Рис. 2.2. Тазові лінії.

- **поперечний діаметр дистальної частини плеча**, або ширина ліктя – найбільша відстань між латеральним і медіальним надвиростками плечової кістки (*cl-cm*)

- **поперечний діаметр дистальної частини передпліччя** або ширина зап'ястка – найбільша відстань між шилоподібними відростками променевої та ліктьової кісток (*sr-su*);

- **поперечний діаметр дистальної частини стегна** або ширина коліна – найбільша відстань між медіальними і латеральними надмищелками стегнової кістки (*gt-gd*);

- **поперечний діаметр дистальної частини гомілки** – найбільша відстань між виступаючими точками щиколоток великої та малої гомілкових кісток (*spf-sph*).

Визначення обводних розмірів тіла (окружностей). Окружності вимірюють сантиметровою стрічкою (окремі приклади вимірювань див. на рис. 2.3).

Окружність грудної клітки вимірюється сантиметровою стрічкою, яка накладається ззаду під нижнім краєм лопаток, спереду у чоловіків і дітей – по нижньому краю навколососкових кіл по VI ребру, а в жінок над грудними залозами. Вимірювання окружності грудної клітки проводиться при звичайному вдиху / видиху, максимальному вдиху / видиху. Різниця між максимальним вдихом і максимальним видихом називається *екскурсією грудної клітки*.

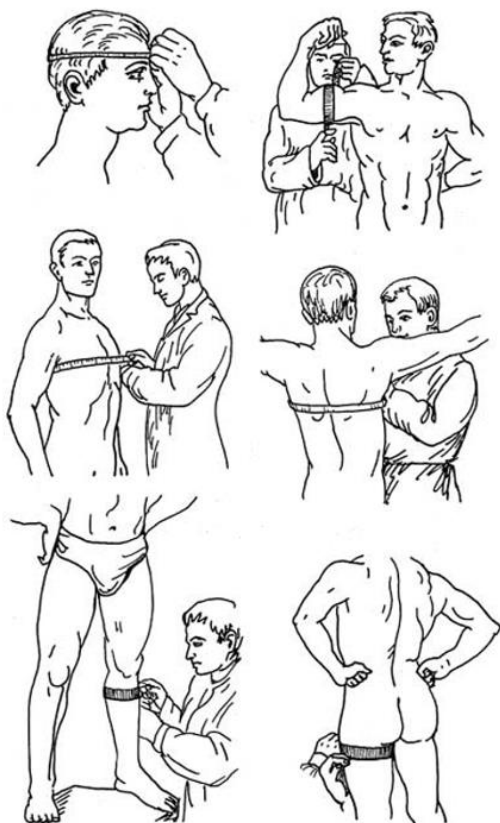


Рис. 2.3. Вимірювання
окружностей.

Вимірювання окружності голови проводять за максимальним її периметром сантиметровою стрічкою, яку накладають ззаду на найбільш виступаючу частину потилиці, а спереду – на надбрівні дуги.

Окружність шиї вимірюють у найвужчому місці під «адамовим яблуком».

Окружність плеча (у спокійному стані) вимірюють в ділянці найбільшого випинання двоголового м'яза (біцепса), при вільно опущеній руці. Обхват плеча (у напруженому стані) вимірюється так само, але при скорочених м'язах плеча. Різниця між обхватом плеча в спокійному стані і обхватом плеча в напруженому стані характеризує *екскурсію м'язів плеча*.

Окружність передпліччя вимірюють в найбільш стовщеному відділі, при вільно опущеній руці.

Окружність стегна вимірюють безпосередньо під сідничною складкою.

Окружність гомілки вимірюють у місці найбільшого розвитку триголового м'яза гомілки.

Окружність талії вимірюють у найвужчому місці без втягування живота.

Зміст лабораторного заняття (аудиторні завдання)

Завдання 1. Визначити поперечні розміри тіла.

Поперечні розміри тіла вимірюються товщинним циркулем, як проекційна відстань між антропометричними точками у фронтальній або сагітальній площинах.

Виміряти діаметри за такими точками: акроміальний діаметр (ширина плечей), тазовогребеневий діаметр (ширина тазу), поперечний діаметр грудної клітки, сагітальний (передньо-задній) діаметр грудної клітки, а також діаметри дистальних епіфізів: плеча, передпліччя, стегна, гомілки.

Результати вимірювань занести у антропометричну картку (додаток 3).

Завдання 2. Визначити обводові розміри тіла обстежуваного.

Для вимірювання обводових розмірів тіла використовують антропометричну рулетку або сантиметрову стрічку. При вимірюванні стрічка повинна щільно прилягати до тіла, але не здавлювати його. Вона повинна розміщуватись у горизонтальній площині.

Вимірюють такі основні обводові розміри: обвід грудної клітки у спокої, обвід грудної клітки при вдиху, обвід грудної клітки при видиху, екскурсію грудної клітки - розраховують як різницю між обводами грудної клітки при максимальному вдиху і при максимальному видиху; обвід плеча у розслабленому стані, обвід плеча у напруженому стані (різниця між обводом плеча у напруженому і розслабленому стані — це екскурсія м'язів плеча), обвід передпліччя, обвід стегна, обвід гомілки.

Результати вимірювань заносять у карту антропометричного обстеження (додаток 3).

Контрольні питання:

1. Розміщення антропометричних точок та методика знаходження їх на тілі людини.
2. Методика вимірювання діаметрів.
3. Методика вимірювання обводів.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №3

ТЕМА 3: ОЦІНКА ФІЗИЧНОГО РОЗВИТКУ ЛЮДИНИ МЕТОДОМ ІНДЕКСІВ.

Мета: навчитись оцінювати фізичний розвиток за найпоширенішими індексами.

Обладнання: медичні ваги, ростомір, сантиметрова стрічка, товщинний циркуль, динамометр, спірометр.

Теоретичні відомості

Фізичний розвиток – це комплекс морфологічних і функціональних властивостей організму, які визначають рівень вікового розвитку індивіда в момент обстеження. Метою вивчення фізичного розвитку дітей і підлітків є встановлення правильності динаміки росту і формування організму. У дорослих фізичний розвиток служить критерієм міцності організму. Фізичний розвиток відображає прояв спадкових ознак у фенотипі. Генотип характеризує індивідуальні морфофункціональні особливості організму, які є спадковими. Фенотип змінюється протягом життя, відображаючи динаміку фізичного розвитку. При цьому суттєва роль належить способу життя і фізичним навантаженням.

Рівень фізичного розвитку визначають сукупністю методів, які засновано на вимірах морфологічних та функціональних ознак. Розрізняють основні та додаткові антропометричні показники. До перших відносять довжину і вагу тіла, обвід грудної клітки (під час максимального вдиху, паузі, максимальному видиху), силу кистей і станову силу (силу м'язів спини). Крім того, до основних показників відносять визначення співвідношення «активних» і «пасивних» тканин організму та інші показники складу організму. До додаткових антропометричних показників відносять зріст сидячи, обвід шиї, розмір живота, талії, стегна і гомілки, плеча, сагітальний і фронтальний діаметри грудної клітки, довжину рук тощо.

Метод індексів дозволяє визначити рівень співвідношення між окремими антропометричними ознаками і цей метод може надати орієнтовне уявлення щодо пропорційності фізичного розвитку. Оцінка фізичного розвитку здійснюється за допомогою цілого ряду індексів.

Зміст лабораторного заняття

(аудиторні завдання)

Завдання 1. Розрахувати і порівняти з нормою наступні індекси:

1. Індекс маси тіла (індекс Кетле- Гульда -Каупа)

$$I = P/L^2,$$

де: P - вага тіла в кілограмах;

L - довжина тіла в метрах.

Оцінка індекса:

менше 18,5 - маса тіла нижче норми;

від 18,5 до 24,9 - норма;

від 25 до 29,9 - надлишкова вага (ожиріння I ступеня);

від 30 до 34,9 - ожиріння II ступеня;

від 35 до 39,9 - клінічне ожиріння III ступеня;

понад 40 - ожиріння IV ступеня, небезпечне для життя.

2. Ваго-ростовий індекс (індекс Кетле)

$$I = P/L,$$

де: P - вага тіла в грамах;

L - довжина тіла в см.

Індекс показує, скільки грамів ваги тіла припадає на 1см довжина тіла. Він коливається у чоловіків в межах 350-400 г/см; у жінок - 325-375 г/см.

Оцінка маси тіла	Чоловіки	Жінки
надлишок маси тіла	>400г/см	>375г/см
нормальна маса тіла	350-400г/см	325-375г/см
недостатня маса тіла	<350г/см	<325г/см

3. Ваго-ростовий індекс Брока (ВРІ).

$I = P - (L - 100)$ - для росту 155-164 см;

$I = P - (L - 105)$ - для росту 165-174 см;

$I = P - (L - 110)$ - для росту більшого 174 см;

$I = P - (L - 115)$ - для росту більшого 185 см,

де: Р - вага тіла в кг; L - довжина тіла в см.

Норма індексу - 0, додатне значення індексу показує надмірну вагу, від'ємне – недостаню.

Оцінка індексу проводиться у відповідності з наступними принципами:

-якщо маса тіла менше ніж, 90% ВРІ, то недостатня маса тіла;

-якщо маса тіла лежить в діапазоні від 90% ВРІ до 110% ВРІ, то маса тіла в нормі;

-якщо маса тіла більше, ніж 110% ВРІ, то надлишок маси тіла.

4. Грудно-ростовий індекс Ерісмана

$$I = T - 0,5 * L;$$

де: Т - обвід грудної клітки в стані спокою (см);

L - довжина тіла в см.

Це індекс пропорційності розвитку грудної клітки.

Норма індексу: + 5,6 см для чоловіків; + 3,8 см для жінок. У спортсменів ці індекси більші. При менших індексах грудна клітка непропорційна до росту, слабо розвинена.

Оцінка	Чоловіки	Жінки
добрий розвиток грудної клітки	$\geq 5,6$	$\geq 3,8$
вузька грудна клітка	$< 5,6$	$< 3,8$

5. Грудно-ростовий індекс Бругша

$$I = T / L;$$

де: Т - обвід грудної клітки в стані спокою (см); L - довжина тіла в см.

У чоловіків індекс складає 50 -55. Індекс, що перевищує 55, вказує на широку грудну клітку, нижче 50 - на вузьку грудну клітку.

6. Життєвий індекс

$$I = ЖЄЛ / Р,$$

де: ЖЄЛ - життєва ємність легень в мл; Р - вага тіла в кг.

Індекс показує, який об'єм повітря (у мл) припадає на 1 кг ваги тіла і служить для визначення функціональних можливостей апарату зовнішнього дихання.

Норма індексу:

60 мл/кг - для чоловіків;

50 мл/кг - для жінок;

60 - 70 мл/кг - для спортсменів;

55 - 60 мл/кг - для спортсменок.

Оцінка	Чоловіки	Жінки
нижче середнього	< 60 мл/кг	< 50 мл/кг
середній	60-70 мл/кг	50-60 мл/кг
вище середнього	> 70 мл/кг	> 60 мл/кг

7. Силовий індекс

$$I = (F/P) \cdot 100\%$$

де: F - сила м'язів згиначів пальців кисті; P - вага тіла в кг;

Норма індексу:

для чоловіків – 70 - 74 %;

для жінок - 50 - 60 %;

для спортсменів – 75 - 81%;

для спортсменок - 60 - 70 %.

Оцінка	Чоловіки	Жінки
нижче середнього	< 70 %	< 50 %
середній	70-75 %	50-60 %
вище середнього	> 75 %	> 60 %

8.Індекс розвитку мускулатури

$$I = ((OH-OP)/OP) \cdot 100\%;$$

де OH - обвід плеча напруженого, OP - обвід плеча розслабленого.

Оцінка індексу: 5 - 12%- норма; менше 5% - схильність до ожиріння; більше за 12% - сильний розвиток мускулатури.

9. Плечовий індекс

$$I = (AD/ADU) * 100\%$$

де: АД — акроміальний діаметр в см. АДУ - акроміальна дуга в см.

Оцінка індексу: 80% - норма; менше 80% - сутулість; більше 80% - пряма спина.

Завдання 2. Отримані показники занести до звітної таблиці 1 та зробити висновок про рівень свого фізичного розвитку.

Звітна таблиця 1

Назва індексу	Значення
1. Індекс маси тіла (індекс Кетле-Гульда -Каупа)	
2. Ваго-ростовий індекс (індекс Кетле)	
3. Ваго-ростовий індекс Брока (BPI).	
4. Грудно-ростовий індекс Ерісмана	
5. Грудно-ростовий індекс Бругша	
6. Життєвий індекс	
7. Силовий індекс	
8.Індекс розвитку мускулатури	
9. Плечовий індекс	

Контрольні питання:

1. Дати визначення поняття "фізичний розвиток людини".
- 2..Які фактори впливають на фізичний розвиток спортсменів?
3. Які показники характеризують фізичний розвиток?
4. В чому полягає метод індексів і які найпоширеніші індекси характеризують фізичний розвиток людини?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №4

ТЕМА 4: ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ПРОПОРЦІЙНОСТІ ТІЛА.

Мета: оволодіти методикою визначення пропорцій тіла.

Обладнання : антропометрична карта.

Теоретичні відомості

Антропометричні вимірювання дуже важливі для визначення оцінки гармонійності фізичного розвитку. Оцінка співвідношень окремих частин тіла допомагає тренеру проводити спортивний відбір, індивідуалізувати тренувальний процес.

Останнім часом широкої популярності набула методика визначення відношення поздовжніх і поперечних розмірів тіла до його довжини, виражених у відсотках (П.Н. Башкіров). Ці співвідношення дозволяють виділити три типи пропорційності тіла:

- доліхоморфний (від грец. *dolichos* – довгий);
- брахіморфний (від грец. *brachis* – короткий);
- мезоморфний (від грец. *mesos* – середній).

Для **доліхоморфного типу** характерні короткий і вузький тулуб і довгі ноги. Особи доліхоморфного типу (астеніки) відрізняються переважанням поздовжніх розмірів, мають відносно більш довгі кінцівки, слабо розвинені м'язи і тонкий прошарок підшкірного жиру, вузькі кістки.

Брахіморфному типу властивий довгий та широкий тулуб і короткі ноги. У людей брахіморфного типу (гіперстеніки) переважають поперечні розміри, добре розвинена мускулатура, не дуже високого зросту.

Мезоморфний тип займає проміжне положення – має середньої довжини тулуб і середньої довжини ноги. До мезоморфного типу (нормостеніки) віднесені люди, анатомічні особливості яких наближаються до усереднених параметрів норми (з урахуванням віку, статі і т. д.).

Величини відносних розмірів частин тіла людини розраховують відносно до довжини тіла за наступними формулами:

$$I_{\text{тул.}} = \text{довжина тулуба} / \text{довжину тіла} \times 100\%$$

$$I_{\text{н.к}} = \text{довжина нижньої кінцівки} / \text{довжину тіла} \times 100\%$$

$I_{в.к}$ = довжина верхньої кінцівки / довжину тіла×100%

$I_{п.}$ = ширина плечей / довжину тіла×100%

$I_{таз.}$ = ширина тазу / довжину тіла×100%.

Величини відносних розмірів частин тіла у відсотках, відповідно до типу тілобудови, представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Величини розмірів окремих частин тіла людей з різними пропорціями
(за П. Башкіровим)

Тип пропорційності тіла	Пропорції тіла (у % до його довжини)				
	Довжина тулуба	Довжина ніг	Довжина рук	Ширина плечей	Ширина тазу
Доліхоморфний (астенічний)	29,5	55,0	46,5	21,5	16,0
Мезоморфний (нормостенічний)	31,0	53,0	44,5	23,0	16,5
Брахіоморфний (гіперстенічний)	33,5	51,0	42,5	24,5	17,5

Приклад для обчислення ознаки: якщо довжина тулуба складає 48,2 см, а довжина тіла 157,5 см, то індекс довжини тулуба розраховується наступним чином: $(48,2 / 157,5) \times 100 = 30,6$ (мезоморфія).

У спортивній морфології користуються ще однією класифікацією типів пропорцій тіла, що ґрунтується на розрахунку трьох індексів (Сергієнко Л.П., 2004) (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Тип пропорцій тіла	Індекси , %		
	довжини верхніх кінцівок	довжини нижніх кінцівок	ширини плечей
Доліхоморфний	>47	>55	<22(вузькі)
Мезоморфний	45-47	50-55	22-33

Брахіоморфний	<45	<50	>30 (широкі)
---------------	-----	-----	--------------

Для оцінки пропорційності тіла також використовуються **індекс скелії (ІС)** за Манувріє:

$$IC = \frac{L-L_m}{L_m} \times 100\%,$$

де: ІС – індекс скелії (%), L – довжина тіла стоячи (см); L_m – довжина тіла сидячи (см). Для оцінки ІС прийнята наступна градація:

- до 84,9% - брахіскелія (коротконогість);
- від 85,0% до 89,9% - мезоскелія (середньоногість);
- від 90,0% і вище - доліхоскелія (довгоногість).

Особи з низьким ІС мають більш низьке розташування центру тяжіння (ЗЦТ), що дає переваги при виконанні вправ, які вимагають високої стійкості в просторі (гірськолижний спорт, стрибки з трампліна, боротьба та ін.). Особи, які мають високий ІС (більше 92%), мають переваги в стрибках, бігу. У жінок ІС дещо нижчий, ніж у чоловіків.

Зміст лабораторного заняття (аудиторні завдання)

Завдання 1. Визначити пропорційність тіла за Башкіровим (табл.4.1) та занести результати до звітної таблиці 1.

Завдання 2. Визначити пропорційність тіла методом трьох індексів за Сергієнко (табл.4.2) та занести результати до звітної таблиці 2.

Завдання 3. Визначення пропорцій тіла методом індексу скелії за Манувріє.

Завдання 4. Зробити висновки по роботі.

Звітна таблиця 1

Тип пропорційності тіла	Пропорції тіла (у % до його довжини)				
	Довжина тулуба	Довжина ніг	Довжина рук	Ширина плечей	Ширина тазу

Доліхоморфний (астенічний)					
Мезоморфний (нормостенічний)					
Брахіоморфний (гіперстенічний)					

Звітна таблиця 2

Тип пропорцій тіла	Індекси , %		
	довжини верхніх кінцівок	довжини нижніх кінцівок	ширини плечей
Доліхоморфний			
Мезоморфний			
Брахіоморфний			

Контрольні питання:

1. Що розуміють під пропорціями тіла?
2. Які фактори впливають на пропорції тіла?
3. Назвіть методи визначення типу пропорцій тіла.
4. Назвіть основні класифікації пропорцій тіла людини.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №5

ТЕМА 5: МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТИТУЦІЙНИХ ТИПІВ ЛЮДИНИ.

Мета: оволодіти основними принципами визначення типу конституції людини.

Обладнання: каліпер, антропометрична карта.

Теоретичні відомості

Визначити тип будови тіла дозволяють описові конституційні схеми. Так, у вітчизняній антропології для опису чоловічого типу тілобудови широко застосовують схему В. В. Бунака, в основу якої покладено ознаки, що характеризують розвиток жирового і м'язового компонентів тіла, а також форму грудної клітки, живота і спини. За цією схемою виділяється три основних типи статури – грудний, мускульний і черевний (рис. 5.1), а також чотири перехідних типи – грудно-мускульний, м'язово-грудний, м'язово-черевний, черевно-мускульний, і два змішаних типи – грудно-черевний та черевно-грудний.

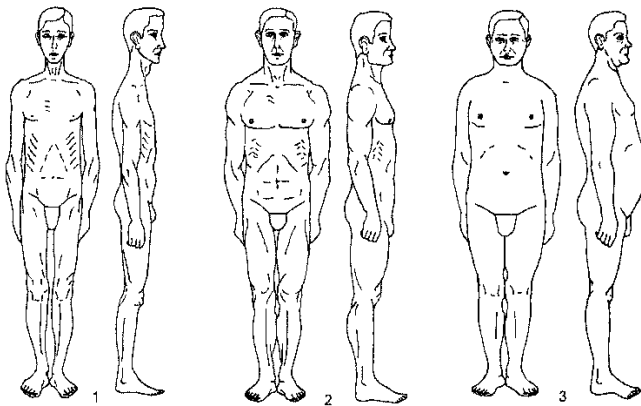


Рис. 5.1. Основні типи статури чоловіків:

1 - грудний, 2 - мускульний, 3 – черевний.

До *мускульного типу статури* відносять чоловіків із середньо-розвиненим жировідкладенням, добре розвиненою мускулатурою, циліндричною грудною кліткою, прямою формою живота, правильною поставою (іноді сутулою спиною).

До *черевного типу статури* відносять чоловіків зі значним жировідкладенням, із слабо або середньо розвиненою мускулатурою, з конічною формою грудної клітини, з опуклою формою живота. Форма спини у індивідів

До *грудного типу статури* віднесено чоловіків зі слаборозвиненим жировідкладенням і слабким рівнем розвитку мускулатури, з плоскою грудною кліткою, запалим животом і, як правило, сутулою спиною.

черевного типу статури може бути як звичайна (правильна), так і пряма або сутула.

Проміжні або перехідні типи статури характеризуються поєднанням ознак будь-яких з двох основних типів. Так, **грудно-мускульний тип статури** відрізняється від грудного тим, що має не пласку, а сплющену форму грудної клітки і досить розвинену мускулатуру.

М'язово-грудний тип статури при виражених рисах м'язового типу має дещо знижений ступінь жировідкладення, іноді сплющену грудну клітку.

М'язово-черевний тип статури при основному комплексі рис м'язового типу відрізняється підвищеним ступенем жировідкладення і іноді конічною формою грудної клітки.

Черевно-мускульний тип статури серед чоловіків зустрічається часто. При загальному комплексі рис черевного типу характеризується добре розвиненою за об'ємом і тонусом мускулатурою.

Невизначений тип (грудно-черевний та черевно-грудний) включає тих індивідів, у яких спостерігається змішання ознак, і вони не можуть бути оцінені за даною схемою статури. Зустрічається такий тип рідко і, як правило, при вродженій патології опорно-рухового апарату або ендокринних захворюваннях (дистрофія, акромегалія, гіпофізарне ожиріння, гермафродитизм та ін.).

Із соматичних схем жіночої конституції найбільш вдалою можна вважати схему, запропоновану І. Б. Галантом. Він виділив у жінок 7 типів конституції, згрупованих у 3 категорії (рис. 5.2).

А. Лептосомна тілобудова (*leptos – тонкий, soma – тіло*) – вузька тілобудова.

Астенічний тип характеризується худим тілом, із плоскою, вузькою, довгою грудною кліткою, втягненим животом, вузьким тазом, довгими ногами з неповним змиканням стегон. М'язова система розвинута слабо; на тулубі, попереку, хрестці відсутні жировідкладення.

Стенопластичний тип несе значну частину ознак астенічного типу; це вузькоскладений тип, але завдяки якісно і кількісно кращому розвитку всіх тканин організму, міцному здоров'ю, гарній загальній вгодованості цей тип

наближається до ідеалу жіночої краси. Зріст зазвичай середній, або нижче середнього.

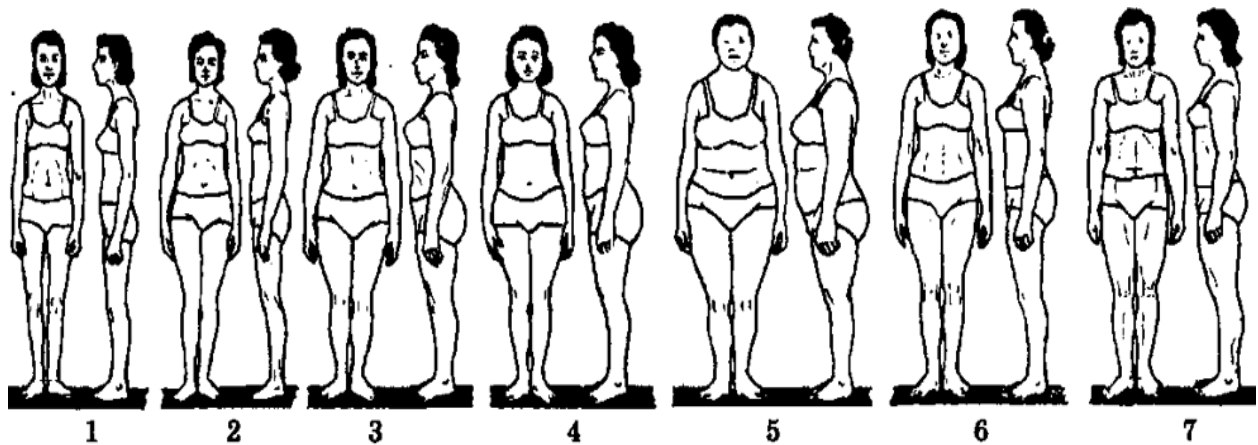


Рис. 5.2. Типи тілобудови жінок (за схемою Галанта): 1 – астенічний, 2 – стенопластичний, 3 – пікнічний, 4 – мезопластичний, 5 – еурипластичний, 6 – субатлетичний, 7 – атлетичний.

Б. Мезосомна тілобудова (*mesos – середній, soma – тіло*) – середня або широка тілобудова.

Пікнічний тип характеризується в цілому помірним або злегка підвищеним відкладенням жиру, укороченими в порівнянні з жінками стенопластичної конституції кінцівками, округлою головою й обличчям, повною й укороченою шиєю, порівняно широкими і круглими плечима, їм властива циліндрична грудної клітки, круглий живіт, широкий таз з характерними відкладеннями жиру. Стегна округлі, змикання ніг повне, шкіра ніжна і гладка, характерні чіткі крижові ямки («ромб Міхаеліса»). Зріст зазвичай середній, або нижче середнього.

Мезопластичний тип має кремезні пропорції, широкі плечі і таз. Кістковий і м'язовий компоненти розвинені значно, але не надмірно. Жировий компонент розвинений помірно. Зріст зазвичай середній.

В. Мегалосомна тілобудова (*megas – великий, soma – тіло*) – атлетичні, з розмірами тіла.

Атлетичний тип характеризується винятково сильним розвитком м'язової системи і кістяка, дуже слабким розвитком жиру, вузьким тазом, конічною або циліндричною грудною кліткою, прямим животом. Пропорції тіла

більше нагадують чоловічі. Такий тип часто зустрічається серед професійних спортсменок.

Субатлетичний тип, або «справжній жіночий тип конституції при атлетичній будові тіла»; грудна клітка сплюснена або циліндрична, живіт прямий або злегка опуклий, постава правильна. Це високі стрункі жінки з помірним розвитком м'язової системи і жиру. Такий тип часто зустрічається серед фотомоделей.

Еурипластичний тип – поєднує ознаки атлетичного типу з підвищеним жировідкладенням, широкими плечима і опуклим животом. Тобто відзначається сильний розвиток жиру при виражених особливостях атлетичного типу в будові кістяка і м'язової системи.

В основу своєї класифікації В. Шелдон поклав переважання в людському організмі однієї з тканин ембріона: ендодерми, з якої утворюються органи травлення; мезодерми, з якої складаються кістки, м'язи і легені; ектодерми, з якої утворюються шкіра, волосся, нігті, нерви і мозок. Він запропонував розрізняти такі типи особистості: ендоморфний, мезоморфний і екторморфний (рис. 5.3).

Ендоморфний тип (з великим животом, значними жировими відкладеннями на плечах і стегнах, слабкими кінцівками) проявляє схильність до вісцеротонії (лат. viscera - нутрощі і грец. tonos - напруга). Він товариський і поступливий, привітний, любить комфорт, легко виражає свої почуття. У важкі хвилини прагне спілкування. Не любить напруги, а в стані сп'яніння стає чулим і м'яким.

Мезоморфний тип (могутня статура, груди "колесом", квадратна голова, широкі долоні і ступні) схильний до соматотонії (soma - тіло і tonos - напруга). Це люди неспокійні, нерідко агресивні, люблять пригоди. Досить потайливі у почуттях і думках. У поставі й діях цей тип виражає впевненість, складні життєві ситуації прагне вирішувати поведінково, через зміну світу навколо себе. У стані сп'яніння такі люди настирливі й агресивні.

Екторморфний тип (худорлявий і високий, зі слабо-розвиненими внутрішніми органами, худим обличчям, вузькою грудною кліткою, тонкими довгими кінцівками) звичайно відрізняється церебротонією (лат. cerebrum -

мозок і грец. tonos - напруга). Це люди загальмовані й інтровертні, нетовариські, потайливі. У їхній поставі відчувається скутість. У важких ситуаціях схильні до самоти. Найпродуктивнішим і щасливим для них переважно виявляється пізній період життя. Під дією алкоголю практично не змінюють своєї звичайної поведінки і стану.



Рис. 5.3. Типи будови тіла за В. Шелдоном.

Зміст лабораторного заняття (аудиторні завдання)

Завдання 1. Визначити свій тип тілобудови за класифікацією І. Б. Галанта (для жінок), В. В. Бунака (для чоловіків).

Завдання 2. Визначити тип конституції за описом соматотипів Чорноруцького та за індексом Піньє.

Тип конституції визначають за **індексом Піньє**:

$$I = L - (P + T),$$

де L - зріст в см, P - вага тіла в кг, T - обвід грудної клітки у стані спокою в см.

Оцінка індексу: більше 30 - астеник;

10 - 30 - нормостеник;

менше 10 - гіперстеник.

Завдання 2.1. Порівняти отримані дані за індексом Піньє та з **описом соматотипів за Чорноруцьким**:

Астенічний тип: характеризується високим ростом; плечі та таз вузькі, кінцівки довгі і тонкі, тулуб короткий (доліхоморфний тип пропорцій); грудна клітка довга, підгрудинний кут гострий; голова вузька або яйцеподібна; м'язи в основному слабо розвинені, довгі, тонкі; угодваність слаба, шкіра бліда, суха; зустрічається сутулість. У астеника більш довгі легені, менших розмірів і більш

краплеподібне серце, знижений артеріальний тиск, послаблена функція наднирників.

Гіперстенічний тип: характеризується відносною перевагою поперечних розмірів - будова тіла міцна, ріст частіше середній або нижчий за середній; тулуб довгий, кінцівки короткі, товсті; плечі та таз широкі (брахіморфний тип пропорцій); грудна клітка широка, часто конічної форми, підгрудний кут тупий; живіт довгий та добре виражений; шкіра товста, щільна і еластична, підшкірна жирова клітковина сильно розвинена; м'язи короткі і товсті, але мало рельєфні; кістяк широкий. У гіперстеніка коротші та ширші легені, серце більш конічної форми і розміщене більш горизонтально, підвищений артеріальний тиск, гіперсекреція наднирників.

Нормостенічний тип - для нього характерна пропорційність поздовжніх і поперечних розмірів тіла, достатньо широкі плечі, помірно вузький таз (мезоморфні пропорції); добре розвинута грудна клітка, частіше циліндричної форми, підгрудний кут прямий, рельєфна і добре розвинута мускулатура, помірна угодваність, добра постава. Нормостенік - це проміжний тип між астеником і гіперстеніком.

Приклади запису: "Гіперстенічний тип будови при відносній довгоруконості і помірній угодваності" або "астенік, але з добре розвинутою мускулатурою при нормальній угодваності".

Завдання 3. Визначити тип конституції за Хіт-Картером.

Визначення типу конституції складається з 2-х етапів:

1. Розрахунок ендо-, екто- та мезоморфного компонентів за формулами.

Ендоморфний компонент (Ен) визначають за формулою:

$$E_n = -0,7182 + 0,1451 X - 0,00068 X^2 + 0,0000014 X^3,$$

де X - сума 3-х шкірно-жирових складок: на задній поверхні плеча, під лопаткою і на боці.

Мезоморфний компонент (М) розраховують за формулою:

$$M = (0.858 EP + 0.601 ES + 0.188 OP + 0.161 OG) - 0.131 DT + 4.5,$$

де ЕП - діаметр дистального епіфізу плеча в см; ЕС - діаметр дистального епіфізу стегна в см; ОП - обвід плеча в напруженому стані в см; ОГ - обвід гомілки в найширшій частині в см; ДТ - довжина тіла в см.

Ектоморфний компонент (Ек) визначають за формулою:

$$E_k = PVK \cdot 0,732 - 28,58,$$

де РВК - росто-ваговий коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$PVK = \frac{L}{\sqrt[3]{P}},$$

де L - зріст у см; P - вага тіла у кг.

Якщо РВК знаходиться у межах від 40,75 до 38,25 розрахунок проводиться за формулою:

$$E_k = PVK \cdot 0,463 - 17,63.$$

Якщо РВК дорівнює або менше 38,25 ектоморфія складає 0,1 бала.

2. За результатами обчислення 3-х компонентів визначають 4 типи конституції:

Центральний тип - жоден компонент не відрізняється від інших більше, ніж на 1.

Ендоморфний тип (ендоморф)-ендоморфія домінує, а мезоморфія та ектоморфія менші за ендоморфію більш, ніж на 0,5.

Мезоморфний тип (мезоморф) - мезоморфія домінує, а ендоморфія та ектоморфія менші за неї більш, ніж на 0,5.

Ектоморфний тип (ектоморф) - ектоморфія домінує, а ендоморфія та мезоморфія менші від неї більш, ніж на 0,5.

Завдання 4. Зробіть загальні висновки, вказавши при цьому яка із загальноприйнятих методик, на вашу думку, в найбільшій мірі валідна?

Контрольні питання:

1. Дайте визначення термінів "конституція людини" та "соматотип"?
2. Які фактори впливають на конституцію людини?

3. Які класифікації конституції людини Ви знаєте? Охарактеризуйте найважливіші з них : конституційні схеми Бунака, Чорноручького, Шелдона, Галанта, Штефко-Островського, Хіт-Картера.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №6

ТЕМА 6. ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ МАСИ ТІЛА ЛЮДИНИ.

Мета: Оволодіти методикою антропометричних досліджень людини.

Матеріали та обладнання: ростомір, сантиметрова стрічка, товщинний циркуль, ваги.

Теоретичні відомості

Використання відомостей про складові тіла разом із врахуванням типових біомеханічних рухів спортсмена можуть бути корисними для контролю тих змін, які виникають внаслідок впливу тренувань та режиму харчування. Отримані дані про компоненти маси тіла дають важливу інформацію і є одною з форм моніторингу норм, категорій. Вивчення складових маси тіла дозволяє судити про структурний статус організму, його динаміку. В деяких випадках стає необхідним аналіз калорійності і якості харчування, оскільки завжди існує потенційна небезпека для спортсменів, які намагаються знизити загальну масу або відповідати встановленим вимогам щодо вагових категорій.

Потрібно враховувати, що маса тіла є недостатньо інформативним показником, особливо у динамічних спостереженнях, тому що за умов тієї ж самої маси тіла її компоненти можуть значно відрізнитись (жировий, м'язовий і кістковий). Існують різні методи визначення складових компонентів маси тіла. Найбільш популярним багато років залишається антропометричний метод (не потребує складного обладнання, спеціального приміщення, багато часу).

Маса тіла – сумарний показник складу і стану тіла. Маса тіла людини (для нормальної тілобудови) приблизно розподіляється наступним чином:

- кістки (кістяк) – 15% від загальної ваги (цей відсоток поступово зменшується після 50 років);
- маса м'язів – 35% у чоловіків, 28% у жінок;
- жирова маса – близько 13% у чоловіків, 20% у жінок;
- маса вісцеральна (нутроці) – 28%;
- маса крові – 7-8%;
- шкіра і покриви – 1%;
- соки (рідини, секрет) – 2%.

1. Оцінка абсолютної маси тіла людини у порівнянні зі стандартами.

Дані щодо маси тіла, яка визначена методом зважування, порівнюють зі стандартними показниками – тими, що рекомендуються як нормативні (таблиця 6.1), або гранично допустимі (таблиця 6.2) в залежності від статі, віку і зросту. Про наявність ожиріння, у випадку використання таблиці максимально допустимої маси, свідчить збільшення маси тіла на 10% і більше, а у випадку використання таблиць нормативної маси – збільшення маси тіла на 15% і більше.

Таблиця 6.1

Нормальна маса (кг) в залежності від довжини тіла та типу тілобудови людини

Зріст, см	Чоловіки			Зріст, см	Жінки		
	Астенік	Нормостенік	Гіперстенік		Астенік	Нормостенік	Гіперстенік
155,0	49,3	56,0	62,2	152,5	47,8	54,0	59,0
157,5	51,7	58,0	64,0	155,0	49,2	55,2	61,6
160,0	53,5	60,0	66,0	157,5	50,8	57,0	63,1
162,5	55,3	61,7	68,0	160,0	52,1	58,5	64,8
165,0	57,1	63,5	69,5	162,5	53,8	60,1	66,3
167,5	59,3	65,8	71,8	165,0	55,3	61,8	67,8
170,0	60,5	67,8	73,8	167,5	56,6	63,0	69,0
172,5	63,3	69,7	76,8	170,0	57,8	64,0	70,0
175,0	65,3	71,7	77,8	172,5	59,0	65,2	71,2
180,0	68,9	75,2	81,2	175,0	60,3	66,5	72,5
182,5	70,9	77,2	83,6	177,5	61,5	67,7	74,9
185,0	72,8	79,2	85,2	180,0	62,7	68,9	73,7

Примітка:

- 1) У віці понад 30 років допустимим є збільшення маси, у порівнянні з даними таблиці: для чоловіків – на 2,5-6 кг, для жінок – на 2,5-5 кг.
- 2) Для осіб з астенічною конституцією віднімають 3-5% від величин маси, указаной в таблиці 6.2, з гіперстенічною – додають 1-2%.

Таблиця 6.2

Гранично допустима маса тіла (кг), в залежності від статі, довжини тіла та віку

Зріст, см	20-29 років		30-39 років		40-49 років		50-59 років		60-69 років	
	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки	чоловіки	жінки
148	50,8	48,4	55,0	52,3	56,6	54,7	56,0	53,2	53,9	52,2
150	51,3	48,9	56,7	53,9	58,1	58,0	55,7	55,7	57,3	54,8
152	53,1	51,0	58,7	55,0	61,5	59,5	61,1	57,6	60,3	55,9
154	55,3	53,0	61,6	59,1	64,5	62,4	63,8	60,2	61,2	61,9
156	58,5	55,8	64,4	61,5	67,3	66,0	65,8	62,4	63,7	60,9
158	61,2	58,1	67,3	64,1	70,4	67,9	68,0	64,5	67,0	62,4

160	62,9	59,8	69,2	65,8	72,3	69,9	69,7	65,8	68,2	64,6
162	64,6	61,6	71,0	68,5	74,4	72,2	72,7	68,7	69,1	66,5
164	67,3	63,6	73,9	70,8	77,2	74,0	75,6	72,0	72,2	70,0
166	68,8	65,2	74,5	71,8	78,0	76,5	76,3	73,8	74,3	71,5
168	70,8	68,5	76,2	73,7	79,6	78,2	77,9	74,8	76,0	73,3
170	72,7	69,2	77,7	75,8	81,0	79,8	79,6	76,8	76,9	75,0
172	74,1	72,8	79,3	77,0	82,8	81,7	81,1	77,7	78,3	76,3
174	77,5	74,3	80,8	79,0	84,4	83,7	82,5	79,4	79,3	78,0
176	80,8	76,8	83,6	79,9	86,0	84,6	84,1	80,5	81,9	79,1
178	83,0	78,2	85,6	82,4	88,0	86,1	86,5	82,4	82,8	80,9
180	85,1	80,9	88,0	83,9	89,9	88,1	87,5	84,1	84,4	81,6
182	87,2	83,3	90,6	87,7	91,4	89,3	89,5	86,5	85,4	82,9
184	89,1	85,5	92,0	89,4	92,9	90,9	91,6	87,4	88,0	85,8
186	93,1	89,2	95,0	91,0	96,6	92,9	92,8	89,6	89,0	87,3
188	95,8	91,8	97,0	94,4	98,0	95,8	95,0	91,5	91,5	88,8
190	97,1	92,3	99,5	95,6	100,7	97,4	99,4	95,6	94,8	92,9

2. Оцінка маси тіла розрахунковими способами (або методом індексів).

Індекс – це відношення двох або кількох антропометричних ознак (зріст, маса, окружність грудної клітки тощо).

2.1. Для визначення «оптимальної», або «ідеальної» маси тіла найчастіше застосовують формулу Лоренца:

$$M = \frac{L}{2} - 25;$$

де: M – маса тіла (кг), L – зріст (см).

2.2. Також належну “нормальну” масу тіла людини відповідного віку можна обчислити за формулами Купера:

Формули для обчислення “нормальної” маси тіла для людей віком до 21 року:

$$\text{Для чоловіків: } \left(\frac{\text{зріст (см)} \times 4}{2,54} - 128 \right) \times 0,453$$

$$\text{Для жінок: } \left(\frac{\text{зріст (см)} \times 3,5}{2,54} - 108 \right) \times 0,453$$

З віком маса тіла змінюється. Для обчислення “нормальної” маси тіла для людей віком старше 21 року використовують наступні формули:

$$\text{Для чоловіків: } 50 + (\text{зріст} - 150) \times 0,75 + \left(\frac{\text{вік} - 21}{4} \right)$$

$$\text{Для жінок: } 50 + (\text{зріст} - 150) \times 0,32 + \left(\frac{\text{вік} - 21}{5} \right)$$

Оцінка результатів зіставлення фактичної і розрахункової “нормальної” маси здійснюється наступним чином:

- якщо фактична маса перевищує розрахункову не більше, ніж на 5% – вага в межах норми;
- на 5-14% – надлишкова вага;
- на 15-29% – ожиріння I ступеня;
- на 30-49% – ожиріння II ступеня;
- на 50-99% – ожиріння III ступеня;
- на 100% і більше – ожиріння IV ступеня.

2.3 Індекс маси тіла. Одним із показників, який дозволяє оцінити ступінь відповідності маси тіла людини її зросту є індекс маси тіла (*bogy mass index – BMI*), розроблений А. Кетле. Цей показник може вказувати на ризик розвитку різних типів захворювань, пов’язаних із перевищенням маси тіла (таблиця 6.3):

$$BMI = \frac{m}{h^2}$$

де: BMI – біомас-індекс (у.о.), m – маса тіла (кг), h – довжина тіла (м²).

Таблиця 6.3

Класифікація маси тіла у дорослих і частота виникнення хронічних неінфекційних захворювань (показники, затверджені ВООЗ у 1997 р., опубліковані у 2000 р.)

Класифікація	BMI, кг/м ²	Ймовірність розвитку захворювань		
		серцево-судинних	бронхо-	ендокринних
Недостатня маса	менше 18,5	низька	збільшена	низька
Норма	18,5-24,9	низька	низька	низька
Надлишкова маса	більше 25,0			
Передожиріння (гладкість)	25,0-29,9	середня	низька	низька
Ожиріння I ступеня	30,0-34,9	збільшена	низька	середня
Ожиріння II ступеня	35,0-39,9	значно збільшена	можливо збільшена	збільшена
Ожиріння III ступеня	більше 40,0	істотно збільшена	збільшена	значно збільшена

Примітка: Наведена класифікація не застосовується дітей, спортсменів, вагітних.

Якщо одержані результати перевищують нормативні величини, визначають за рахунок якого компоненту – жирового або м'язового, це відбулося. Визначити жировий компонент маси тіла можна за допомогою *розрахункових формул (індексів)* та за *стандартною методикою*, заміряючи товщинним циркулем або каліпером товщину шкірно-жирових складок.

2.4. За допомогою *BMI* можна визначити **процентний вміст жиру в тілі**, використовуючи наступну формулу:

$$\text{ЖТ}(\%) = (1,20 \times \text{ВМІ}) + (0,23 \times \text{Вік}) - (10,8 \times \text{Стать}) - 5,4 ;$$

де: ЖТ(%) – відсоток жирової тканини в організмі, чоловіча стать = 1, жіноча стать = 0.

Оптимальний відсоток жиру для здорових людей має складати для чоловіків 12-17% і 17-25% для жінок. Спортсмени можуть мати нижчий процентний вміст жиру в тілі. Відсоток жиру в організмі не повинен складати менш, ніж 3% у чоловіків і 12% у жінок (вищий відсоток для жінок необхідний для захисту репродуктивних органів).

Розрізняють **обов'язковий жир та депонований** (жирове депо). **Обов'язковий жир** – це кількість жиру, яка необхідна для підтримання життя та репродуктивної функції. **Депонований жир** – складається з жиру накопиченого в жирових клітинах, частина якого захищає внутрішні органи. **Депонований жир складається з резервного жиру** – кількість додаткового жиру, яка не викликає жодних медичних проблем та слугує резервуаром для використання організмом додаткової енергії **та надмірного жиру** – підвищує ризик виникнення інсульту, інфаркту міокарду, діабету та певних форм раку. Орієнтовні норми відсоткового вмісту жиру в організмі, в залежності від статі представлені у таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Норми вмісту жиру в організмі (в кн. Воловик Н. І., 2012)

Класифікація	Процентний вміст жиру	
	Жінки	Чоловіки
Обов'язковий жир	10-12%	2-4%
Спортсмени	14-20%	6-13%
Фітнес рівень	21-24%	14-17%
Прийнятний рівень (потенційний ризик)	25-31%	18-22%
Ожиріння	≥32%	≥23%

Діапазони відносних величин вмісту жиру у тілі для чоловіків та жінок – спортсменів високої кваліфікації різних видів спорту представлено у таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Відносні величини вмісту жиру у тілі для чоловіків та жінок – спортсменів високої кваліфікації (в кн. Розенблюм К. А., 2006)

Вид спорту	Жир, %		Вид спорту	Жир, %	
	♂	♀		♂	♀
Стрибки з трампліна на лижах	7-15	10-18	Американський футбол	6 - 8	
Лижний спорт	7-15	10-18	Гольф	10-16	12-20
Ковзани	5-12	8-16	Футбол	6-14	10-18
Ракетбол	6-14	10-18	Плавання	6-12	10-12
Регбі	6-16		Синхронне плавання		10-18
Гребля	6-12	8-16	Теніс	6-14	10-20
П'ятиборство		8-15	Легка атлетика:		

Спортивне орієнтування	5-12	8-16	біг	5-12	8-15
Хокей на льоду (на траві)	8-16	12-18	стрибки та метання	8-18	12-20
Скачки	6-12	10-16	Тріатлон	5-12	8-15
Гімнастика	5-12	8-16	Волейбол	7-15	10-18
Бейсбол/Софтбол	8-12	12-18	Важка атлетика	5-12	10-18
Баскетбол	6-12	10-16	Боротьба	5-16	
Культуризм	5-8	6-12	Велосипедний спорт	5-11	8-15
Каное	6-12	10-6	Фехтування	8-12	10-16

2.5. Окружність талії. Ще одним важливим показником, який характеризує фізичний розвиток людини та може вказувати на ризик виникнення небезпечних захворювань, є показник *окружності талії* (використовується для визначення центрального ожиріння та як індикатор ризику виникнення кардіоваскулярних захворювань, цукрового діабету 2-го типу, онкологічних захворювань тощо). Абсолютну окружність талії (94 см для чоловіків та 80 см для жінок) використовують як міру визначення центрального ожиріння – це накопичення інтра-абдомінального жиру, наслідком чого є збільшення окружності талії (таблиця 6.6).

Таблиця 6.6

Показники окружності талії (в кн. Воловик Н. І., 2012)

Ризик	Окружність талії (см)	
	Жінки	Чоловіки
Дуже низький	< 70	< 80
Низький	70-79	80-93
Помірний	80-87	94-101
Високий	88-109	102-120
Дуже високий	> 110	> 120

Для визначення коефіцієнта об'єму талії також використовують наступну формулу:

$$K = \frac{\text{Окружність талії (см)}}{\text{Зріст (см)}}$$

Оцінка результату:

- якщо коефіцієнт об'єму талії до зросту становить менше 0,5 – вага в межах норми;
- коефіцієнт талії до зросту 0,5 і більше вказує на підвищену кількість абдомінального жиру для чоловіків та жінок.

2.6. Визначення складу тіла за товщиною шкірно-жирових складок

В основу цього методу покладений той факт, що до 50 % загального вмісту жиру в тілі доводиться на підшкірний жир, розташований безпосередньо під шкірою. Товщина підшкірних жирових складок свідчить про величину депо підшкірного жиру, що, у свою чергу, є показником загального жирового депо в організмі. Розподіл жиру в підшкірній клітковині залежить від статі, віку, національних особливостей, будови тіла.

Товщину складок вимірюють спеціальним приладом – каліпером (рис. 6.1), що забезпечує стандартний тиск на складку (10 г/мм^2) та вимірює з точністю до 0,5 мм. Визначення товщини шкірної складки передбачає захоплення і відділення її від розташованих під нею м'язів. Для цього шкірна складка береться великим і вказівним пальцями, захоплюючи не більше 5 см поверхні шкіри з підшкірною клітковиною (на кінцівках 2-3 см, на тулубі до 5 см). Затискаючи ділянку шкіри необхідно трохи відтягнути її разом із підшкірним жиром (не більше, ніж на 1 см). Переконайтеся у тому, що захопили тільки шкіру і жир, не допускайте, щоб у складку потрапив м'яз. Стежте за тим, щоб товщина складки була однаковою по всій довжині (рис. 6.2). Складку треба брати швидко, оскільки при тривалому стисненні вона тоншає. Всі виміри проводять справа в положенні стоячи або сидячи на стільці, ноги зігнуті в колінних суглобах під прямим кутом. Для отримання істинної товщини жирового шару отриманий результат ділять на 2.

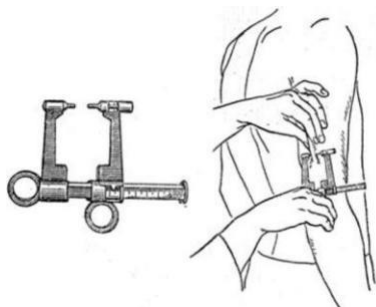


Рис. 6.1 Каліперометрія.

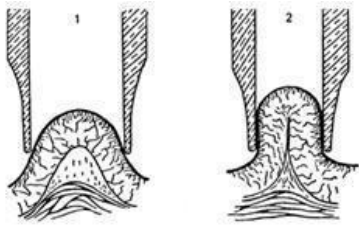


Рис.6.2 Захоплення каліпером підшкірно-жирової складки: 1 – не правильне захоплення; 2 – правильне захоплення.

Методики вимірювання шкірно-жирових складок на тілі людини (рис.6.3):

1. На передній поверхні плеча – складка вимірюється у верхній третині внутрішньої поверхні плеча, в області двоголового м'яза (береться вертикально).
2. На задній поверхні плеча – складка вимірюється при опущеній руці у верхній третині плеча в області триголового м'яза, ближче до його внутрішнього краю (береться вертикально).
3. На передпліччі – складка вимірюється на внутрішній поверхні правого передпліччя в найбільш широкому місці (береться вертикально).
4. На спині – складка вимірюється під нижнім кутом лопатки в косому напрямку (береться зверху вниз, зсередини назовні).
5. На грудях – складка вимірюється під грудним м'язом по передній пахвовій лінії на рівні сьомого ребра (береться в косому напрямку: зверху вниз, зовні і досередини).
6. На животі – складка вимірюється на рівні пупка праворуч від нього на відстані 5 см (береться зазвичай вертикально, але можна і горизонтально).
7. На стегні – складка вимірюється над прямим м'язом стегна, трохи нижче пахової складки, паралельно її ходу (береться в положенні сидячи на стільці, ноги зігнуті в колінних суглобах під прямим кутом).
8. На гомілці – складка береться майже вертикально в області зовнішньої головки литкового м'яза, на рівні нижнього кута підколінної ямки (береться в тому ж положенні, що й на стегні).
9. На кисті – складка вимірюється на рівні головки п'ясткової кістки третього пальця.

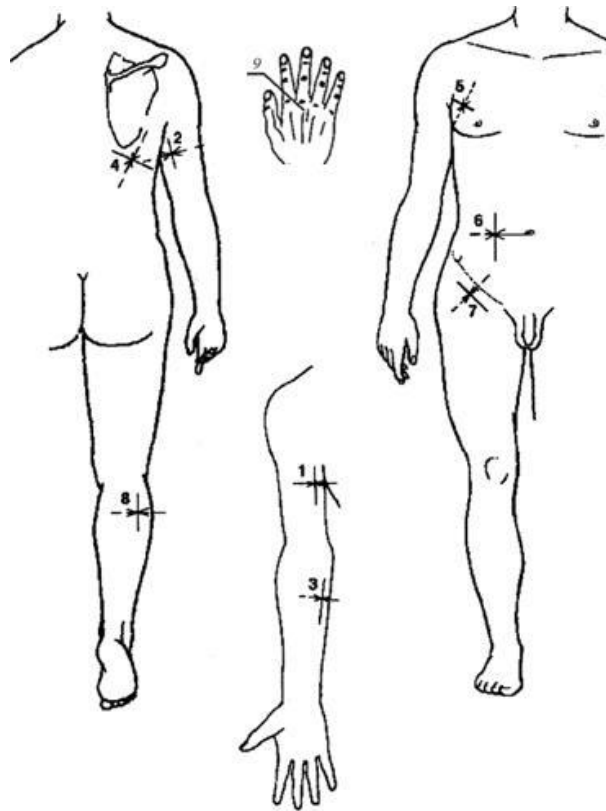


Рис. 6.3 Розташування підшкірно – жирових складок: 1 – на передній поверхні плеча; 2 – на задній поверхні плеча; 3 – на передпліччі; 4 – на спині; 5 – на грудях; 6 – на животі; 7 – на стегні; 8 – на гомілці; 9 – на кисті.

Для визначення *жирового компоненту маси тіла за стандартною методикою*, каліпером заміряють товщину шкірно-жирових складок у чотирьох місцях: на спині; на задній поверхні плеча; на грудях; на животі. Результати вимірювань товщини чотирьох шкірно-жирових складок підсумовують і за таблицею 6.7 визначають відносну кількість жирового компоненту.

Таблиця 6.7

Таблиця для визначення відносної кількості жирового компоненту маси тіла за сумою чотирьох шкірно-жирових складок (за В.Г. Бардовим, 2006)

Сумарна товщина складок, мм	Кількість жиру, %	
	у чоловіків	у жінок
20-30	6,7-12,0	9,2-15,0
50-60	18,0-20,2	22,0-24,6
90-100	25,0-26,2	30,3-31,8
130-150	29,4-31,1	35,4-37,4
180-200	33,2-34,5	40,0-41,5

Зміст лабораторного заняття

(аудиторні завдання)

Завдання 1. Виміряйте свою фактичну (власну) масу тіла та порівняйте її з відповідними стандартними даними таблиць 1, 2 та зробіть висновок.

Завдання 2. Визначте свою «оптимальну», або «ідеальну» вагу, застосовуючи формулу Лоренца. Порівняйте одержаний результат із фактичною масою тіла, зробіть висновок.

Завдання 3. Обчисліть за формулою Купера свою “нормальну” масу тіла. Порівняйте одержану “норму” з фактичною масою тіла і зробіть висновок.

Завдання 4. Розрахуйте біомас-індекс (**BMI**) за формулою А. Кетле та оцініть його за нормативами.

Завдання 5. Враховуючи **BMI**, розрахувати процентний вміст жиру в тілі. Отримані індивідуальні показники порівняти з аналогічними у неспортсменів та спортсменів високого класу в різних видах спорту.

Завдання 6. Виміряти окружність талії для визначення наявності або відсутності центрального ожиріння. Зробити висновки.

Завдання 7. Визначити відносну кількість жирового компонента маси тіла за сумою чотирьох шкіро-жирових складок. Проаналізуйте, за рахунок чого відмічається перевищення маси: за рахунок жирових відкладень чи розвитку мускулатури.

Завдання 8. Зробіть загальні висновки, вказавши при цьому яка із розглянутих методик (антропометричних стандартів чи антропометричних індексів), на вашу думку, в найбільшій мірі валідна.

Контрольні питання:

1. Поясніть, що таке абсолютні і відносні показники маси тіла: різниця між ними, доцільність їх визначення, методики визначення.
2. Охарактеризуйте особливості антропометричних методів оцінки складу тіла, проаналізуйте їх позитивні сторони та недоліки.
3. Розрахуйте відносну масу тіла та поясніть переваги та недоліки цього методу. Поясніть різницю між масою тіла та складом тіла.
4. Опишіть методи оцінки складу тіла і проаналізуйте їх переваги та недоліки.

5. Опишіть метод індекс об'ємів тіла.
6. Опишіть методику вимірювання товщини підшкірних жирових складок та назвіть недоліки та переваги цього методу.
7. Назвіть та охарактеризуйте норми вмісту жиру в організмі для дорослих чоловіків та жінок.
8. Розрахуйте індекс маси тіла та поясніть його взаємозв'язок з ризиком серцево-судинних захворювань та хвороб обміну речовин.
9. Визначте бажану масу тіла з розрахунком жирової маси та чистої, при конкретному відсотковому вмісті жиру в тілі.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №7

ТЕМА 7. МОДЕЛІ СКЛАДУ ТІЛА ЛЮДИНИ.

Мета: навчитись розраховувати відсоток жирової маси та скелетно-м'язову масу на основі чотирьохкомпонентної моделі складу тіла.

Матеріали та обладнання: ростомір, ваги.

Теоретичні відомості

Зручним засобом організації та подання знань про склад тіла людини служать моделі складу тіла. Під моделлю складу тіла розуміється сукупність кількісних даних і припущень, а також відповідна математична формула, що дозволяють визначити зміст компонент складу тіла, що утворюють в сумі все тіло.

Чотирьохкомпонентну модель складу тіла прийнято розглядати як еталон для перевірки точності вже існуючих і розробки нових прогнозуючих формул для оцінки жирової маси на основі каліперометрія, антропометрії та біоімпедансного аналізу. Дана модель бере за основу тканинний рівень будови тіла. Тканинний рівень будови тіла представлений скелетно-м'язовою, жировою та кістковою тканинами, а також іншими тканинами і внутрішніми органами. Еталонними методами визначення складу тіла на тканинному рівні є комп'ютерна та магнітно-резонансна томографія, що дозволяють отримувати об'ємну реконструкцію тіла людини. Маса тканин і внутрішніх органів обчислюється на основі оцінених значень їх об'єму. Існує проблема інтерпретації результатів оцінки складу тіла при переході з тканинного на елементний і молекулярний рівень. Вона полягає в тому, що при багатьох захворюваннях хімічний склад тканин може змінюватися навіть при відносній сталості їх об'єму.

Ця забезпечує одночасну оцінку вмісту води в організмі і мінеральної маси тіла:

$$MT = ЖМТ + ЗВО + ММТ + МЗ;$$

де MT – маса тіла ; $ЖМТ$ – жирова маса тіла; $ЗВО$ – маса загальної води організму; $МЗ$ - маса залишку (в даному випадку - білкової фракції).

Замість мінеральної маси тіла (ММТ) частіше розглядається мінеральна маса кісток (ММК), при цьому МЗ є сумою вмісту білків і мінералів м'яких тканин.

Основна невизначеність оцінки %ЖМТ на основі формул чотирьохкомпонентної моделі пов'язана з природною варіацією відношення білок / мінеральна маса тіла, так як надійна оцінка загальної маси білка в організмі *in vivo* можлива лише при вимірюванні вмісту азоту методом нейтронного активаційного аналізу. Тому, як правило, використовується припущення про сталість зазначеного відношення.

Хоча навіть при моніторингу короткострокових змін жирової маси під дією фізичного навантаження або зміни режиму харчування клітинна і білкова маса тіла можуть відчувати коливання.

Зміст лабораторного заняття (аудиторні завдання)

Завдання 1. Визначаємо масу та зріст досліджуваного.

Завдання 2. Результати заносяться до звітної таблиці 1.

Завдання 3. На основі чотирьохкомпонентної моделі складу тіла розраховуємо відсоток жирової маси тіла (%ЖМТ) та скелетно-м'язової маси (СММ):

$$\%ЖМТ = 64.5 - 848/ІМТ + 0.079 * Вік - 16.4 * Стать + 0.05 * Стать * Вік + 39 * Стать / ІМТ;$$

де ІМТ = $МТ / ДТ^2$ - індекс маси тіла в $кг/м^2$;

Вік - вимірюється в роках;

Стать - для жінок = 0, чоловіків = 1.

$$СММ = 0.244 * МТ + 7.8 * ДТ + 6.6 * Стать - 0.098 * Вік + Раса - 3.3;$$

де ІМТ = $МТ / ДТ^2$ - індекс маси тіла в $кг/м^2$;

Вік - вимірюється в роках;

Стать - для жінок = 0, чоловіків = 1;

Раса - для білої раси = 0.

Завдання 4. Результати заносяться до звітної таблиці 1.

Завдання 5. Аналізуємо отримані результати та робимо висновки.

Звітна таблиця 1

№	Прізвище, ім'я	Спортивна спеціалізація	Маса, кг	Зріст, см	%ЖМТ	СММ, кг

Контрольні питання:

1. Які існують моделі складу тіла?
2. Які різновиди біоімпендансного аналізу?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 8

ТЕМА 8. ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ ПОВЕРХНІ ТІЛА ЛЮДИНИ.

Мета: Оволодіти аналітичним методом визначення площі поверхні тіла людини.

Матеріали та обладнання: ростомір, сантиметрова стрічка, ваги медичні.

Теоретичні відомості

Площа поверхні тіла (ППТ, англ. BSA) – це виміряна або розрахована поверхня людського тіла. Для багатьох клінічних цілей ППТ є кращим показником метаболічного обміну, ніж маса тіла, оскільки вона менш залежить від зайвої кількості жирової тканини.

Від шкірної поверхні залежить повітряний обмін з навколишнім середовищем. Від площі тіла залежить метаболізм, тобто внутрішні обмінні процеси організму: переробка елементів їжі, перетворення її на найдрібніші частинки і виведення непотрібних речовин. Від правильного метаболізму залежить механіка найважливіших людських органів, а отже – здоров'я і життя.

Практичне застосування. Подібні обчислення необхідні для розрахунку дозування лікарських засобів, що мають вкрай стиснений терапевтичний індекс. Це виявляється життєво важливим при хіміотерапії, при призначенні гормональних засобів. Ультразвукові дослідження серцевих функцій теж вимагають знання формули площі тіла людини. Крім того, вона використовується для вивчення інтенсивності клубочкової фільтрації в нефрології. Зрештою, точні вимірювання людських органів, як внутрішніх, так і зовнішніх, вкрай важливі для виготовлення сучасних електронних протезів, і не тільки пошкоджених кінцівок. У наш час навіть виробляються і успішно застосовуються на практиці штучні клапани для серця.

1. Визначення площі поверхні тіла людини розрахунково-аналітичним методом.

Одним із найважливіших показників, що характеризує фізичний розвиток, прийнято вважати площу поверхні тіла. Серед багатьох методів її визначення найбільш популярним є аналітичні методи, що передбачають використання показників зросту та маси тіла.

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

1.1. Формула Мостеллера:

$$BSA = \frac{\sqrt{L \cdot m}}{60};$$

1.2. Формула Костеффа:

$$BSA = \frac{4 \cdot m + 7}{m + 90};$$

1.3. Формула Маттара:

$$BSA = \frac{L + m - 60}{100};$$

де: BSA – площа поверхні тіла, m^2 , L – довжина тіла, $см$; m – маса тіла, $кг$.

Нормальні значення BSA для чоловіків – $1.9 m^2$; жінок – $1.6 m^2$.

2. Визначення площі окремих сегментів тіла людини розрахунково-аналітичним методом.

Л. К. Щекочихіна на підставі ретельного аналізу парних і множинних кореляцій тотальних розмірів тіла з площами поверхонь сегментів тіла, розрахованих на великих вибірках чоловіків і жінок, установила залежність площі поверхні окремих частин тіла від довжини й ваги тіла одночасно. Виявлена залежність дозволила їй розрахувати рівняння множинної регресії для визначення площ поверхонь окремих частин тіла за двома тотальними розмірами тіла, а також розробити номограми. Рівняння мають такий вигляд:

1) поверхня голови із шиєю – S_1 .

$$S_1 = 0,05 \cdot L + 0,074 \cdot m + 3,41 - \text{для чоловіків};$$

$$S_1 = 0,042 \cdot L + 0,083 \cdot m + 3,01 - \text{для жінок};$$

2) поверхня тулуба – S_2 .

$$S_2 = 0,215 \cdot L + 0,27 \cdot m - 8,25 - \text{для чоловіків};$$

$$S_2 = 0,142 \cdot L + 0,266 \cdot m + 3,94 - \text{для жінок};$$

3) поверхня однієї руки – S_3 .

$$S_3 = 0,046 \cdot L + 0,19 \cdot m + 2,56 - \text{для чоловіків};$$

$$S_3 = 0,068 \cdot L + 0,161 \cdot m - 0,62 - \text{для жінок};$$

4) поверхня однієї ноги – S_4 .

$$S_4 = 0,156 \cdot L + 0,276 \cdot m - 9,53 - \text{для чоловіків};$$

$$S_4 = 0,231 \cdot L + 0,238 \cdot m - 17,32 - \text{для жінок};$$

де: S – площа окремих сегментів тіла, дм^2 ; L – довжина тіла, см ; m – маса тіла, кг .

Таблиця 8.1

Нормальні значення площі поверхні окремих частин тіла для чоловіків і жінок

Ознака	Значення ознаки, дм^2	
	чоловіки	жінки
Площа поверхні голови із шиєю	16,0–17,2	13,8–15,1
Площа поверхні тулуба	43,3–47,2	39,3–44,3
Площа поверхні однієї руки	21,5–23,6	18,4–20,6
Площа поверхні однієї ноги	32,5–36,2	30,8–34,5

Зміст лабораторного заняття

(аудиторні завдання)

Завдання 1. Визначити площу поверхні тіла розрахунково-аналітичним методом за формулами Мостеллера, Костеффа, Маттара. Порівняйте отримані результати.

Завдання 2. Розрахуйте площу окремих сегментів тіла за допомогою формул Л. К. Щекочихіної.

Контрольні питання:

1. Що таке площа тіла людини?
2. Навіщо на практиці проводять обчислення площі поверхні тіла людини?
3. Які ви знаєте методики визначення площі тіла людини? Охарактеризуйте їх.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 9

ТЕМА 9. ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ВАГИ ТІЛА ЛЮДИНИ.

Мета: навчитись визначати питому вагу тіла людини розрахунковими методами.

Матеріали та обладнання: каліпер.

Теоретичні відомості

Розподіл маси тіла людини у просторі є важливою біологічною характеристикою організму. Саме він багато в чому визначає характер її енергетичних взаємодій з оточуючим середовищем.

Для об'єктивної оцінки багатьох біологічних процесів в організмі необхідно знати питому вагу речовини, з якої складається тіло людини. Поряд із методами занурення для визначення питомої ваги тіла людей різної статі і віку використовують аналітичний метод, який дає достатньо надійну інформацію.

1. Розрахунок питомої ваги тіла за рівняннями Brozek и Keys:

$$d = 1,1034 - 0,002313 x_1;$$

$$d = 1,1012 - 0,001770 x_4;$$

$$d = 1,1017 - 0,000282 x_2 - 0,000736 x_3 - 0,000883 x_1;$$

де d – питома вага тіла (г/см^3); x_1 – жирова складка на задній поверхні плеча (мм); x_2 – жирова складка на животі (мм); x_3 – жирова складка на грудях (мм); x_4 – жирова складка під лопаткою (мм).

2. Вимірювання питомої ваги тіла за Sloan-Weir

Sloan і Weir запропонували формулу, що дозволяє визначати питому вагу тіла на підставі виміру двох складок каліпером Беста:

- *для чоловіків (18-26 років):*

$$d = 1,1043 - 0,00133x_1 - 0,00131x_2$$

- *для жінок (17-25 років):*

$$d = 1,0764 - 0,00081x_1 - 0,00088x_2,$$

де: d – питома вага тіла (г/см^3); x_1 – складка над клубовим гребенем, що вимірюється латерально та на рівні середньої лінії підпахової западини (мм); x_2 – вертикальна складка на середині задньої поверхні плеча між акроміальним та ліктьовим відростками (плече спокійно звисає) (мм).

Середнє значення питомої ваги тіла для чоловіків складає – 1,065 г/см³;
а у жінок – 1,034 г/см³.

Зміст лабораторного заняття
(аудиторні завдання)

Завдання 1. Розрахувати питому вагу тіла за допомогою рівнянь Brozek и Keys.

Завдання 2. Визначити питому вагу тіла за методикою Sloan-Weir.

Завдання 3. Порівняти результати обчислень питомої ваги тіла, отримані різними методиками (Brozek и Keys , Sloan-Weir). Зробити висновки.

Контрольні питання:

1. Що таке питома вага тіла людини? Чим вона відрізняється від абсолютної маси тіла людини?
2. Які ви знаєте методики визначення питомої ваги тіла людини? Охарактеризуйте їх.
3. Опишіть методики вимірювання товщини підшкірних жирових складок та назвіть недоліки й позитивні сторони цього методу.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 10

ТЕМА 10. ТІЛОБУДОВА ТА МОТОРИКА ЛЮДИНИ.

Мета: навчитись розраховувати довжину сегментів тіла людини та показників ідеальної фігури.

Матеріали та обладнання: ростомір, сантиметрова стрічка.

Теоретичні відомості

Як рухові можливості людей, так і індивідуальні риси спортивної техніки в значній мірі залежать від особливостей статури. До неї в першу чергу відносять: тотальні розміри тіла – основні розміри, що характеризують його величину (довжина тіла, окружність грудної клітини, поверхня тіла тощо); пропорції тіла – співвідношення розмірів окремих частин тіла (кінцівок, тулуба тощо); конституціональні особливості.

У людей приблизно однакової тренуваності, але різної ваги абсолютна сила зростає, а відносна падає. Висота підйому ЗЦТ у стрибках або дистанційна швидкість бігу не залежать від тотальних розмірів тіла, а максимальна частота рухів і стартове прискорення зменшуються з їх збільшенням.

Пропорції і конституціональні особливості тіла, як і тотальні розміри, впливають на вибір виду спорту, вузької спеціалізації в рамках даного виду, варіанта спортивної техніки, а також тактики дій на змаганнях.

Розуміння особливостей фізичного розвитку і статури у представників різних видів спорту має практичну важливість, оскільки професійні спортсмени, які виступають в різних спортивних дисциплінах, можуть мати значні відмінності за цими параметрами. Так спортсмени, що тренуються на витривалість мають відносно невеликий відсоток жирової тканини в організмі і, навпаки, у борців сумо її запаси можуть бути досить значними. Наприклад, маса тіла жінок – призерів Олімпійських ігор знаходиться в досить широкому діапазоні – від 35 до 110 кг (М. Ламберт зі співавт, 2011).

У міру тренування і підвищення спортивної майстерності антропометричні показники спортсмена зазнають змін і поступово наближаються до характерних для спортсменів, що досягли в конкретному виді спорту найвищих результатів. Спортсменам низької кваліфікації властива значна варіативність

морфологічних ознак, яка з ростом спортивної майстерності зменшується. Чим вище клас спортсмена, тим контрастніше проявляються ті фізичні якості, до яких висуває особливі вимоги конкретний вид спорту. Однак саме по собі відповідність певним морфологічним даним не забезпечує спортивних досягнень, так як для досягнення високого спортивного результату необхідні фізіологічні передумови і правильно вибудований тренувальний процес. Проте в будь-якому виді спорту і на деяких позиціях в командних видах спортсмен має великі шанси на успіх, якщо його статура, як і стан нервово-м'язової, серцево-судинної та дихальної систем, відповідає виконанню певних дій. Саме відповідна структура і налаштування «робочої апаратури» допомагають найкращим чином використовувати досвід, стратегію, рухові і психологічні навички і підвищують шанси на успіх (Р. Ньютон, П. Лаурсен, У. Янг, 2011).

Нижче наведені деякі особливості фізичного розвитку і статури у представників ряду видів спорту.

Досягнення в різних видах легкої атлетики тісно пов'язані з тотальними розмірами тіла – довжиною і масою. Чим довше дистанція у бігунів, тим менше довжина їх тіла. Сама ж значна спостерігається у бар'єристів, що спеціалізуються на дистанції 100 м. У міру подовження дистанції бігу знижується і масо-зростовий індекс (від 400 до 320 г / см). Наприклад, стрибунки у висоту мають довжину тіла близько 190 см і вище, а штовхачі ядра – в середньому 196 см. Це пояснюється тим, що дальність польоту цього снаряда тим більше, чим вище від землі знаходиться точка його вильоту. Важливе значення в легкій атлетиці мають пропорції тіла. Особливу роль відіграє довжина ніг.

Найбільша довжина ніг по відношенню до довжини тіла характерна для стрибунів (більше 51%), спринтерів (49%), ходоків (48%). Метальники, наприклад, повинні володіти добре розвиненою мускулатурою, великою силою, мати довгі руки і ноги (довгі важелі), широкі плечі і таз. Таким чином, у одних легкоатлетів одним з вирішальних чинників результативності є тотальні розміри тіла, у інших - пропорції його окремих частин, у третіх - такі конституціональні особливості, як ступінь розвитку і специфіка розподілу м'язової і жирової тканини в організмі. Наприклад, у марафонців спортивні

результати зростають зі збільшенням відносної довжини тіла, зменшенням обхвату стегна і маси підшкірного жиру. Підшкірно-жирова клітковина у них виражена слабо і рівномірно розподілена по всьому тілу.

Важкоатлети мають широкі плечі, великий обхват грудної клітки, відносно короткі руки і ноги. Для них нерідкі порушення постави – надмірний лордоз в поперековому відділі хребта. Як правило, чим нижче кваліфікація такого спортсмена, тим більша величина підшкірного жирового шару.

Гімнасти відрізняються середньою довжиною тіла, обхватом грудної клітки вище середнього, невеликою масою тіла. У них значно розвинені м'язи верхніх кінцівок, грудей, спини, ноги стрункі з вираженим м'язовим рельєфом. Для гімнасток характерна середня або низька довжина тіла, широкі плечі, вузький таз, відносно короткі кінцівки, відносно довге тіло, малий обхват талії, стегон, тонкі ноги.

Плавцям властива атлетична статура, велика і вище середньої довжина тіла, відносно невелика маса тіла. Добре розвинена мускулатура поясу верхніх кінцівок і грудної клітки, а також вузький таз і стрункі довгі ноги забезпечують своєрідну форму тіла у вигляді краплі.

Для борців характерні великі поперечні розміри тіла, значні величини обхватів грудної клітки, шиї, плечей, стегон, гомілок, відносно невелика довжина ніг, що сприяє підвищенню їх стійкості (низьке розташування центру маси тіла).

Лижники зазвичай мають середню або трохи вище середньої довжину тіла. Середній зріст лижників, які беруть участь в олімпіадах, становить 178 см, а лижниць – 170 см. Відносно висока довжина тіла хоча і дозволяє мати механічні переваги при відштовхуванні палицями, проте збільшує і масу тіла, що буде вже обмежувати можливості спортсмена в цьому виді спорту, тому антропометричні особливості типового елітного лижника – не надто високий, легкий, з низьким вмістом жирової маси (5-10%).

Зміст лабораторного заняття

(аудиторні завдання)

Завдання 1. Розрахувати довжину сегментів тіла за рівнянням регресії:

$$L = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3 X_3 \text{ (см);}$$

де: L – довжина сегмента тіла в см; X₁ – довжина ноги в см; X₂ – довжина тіла в см; X₃ – довжина руки в см; B₀, B₁, B₂, B₃ – коефіцієнти рівняння регресії (табл. 10.1).

Завдання 2. Результати обчислень занести до звітної таблиці 1.

Завдання 3. Виміряти фактичну довжину досліджуваних сегментів.

Завдання 4. Результати вимірів занести до звітної таблиці 1.

Завдання 5. Розрахувати показники ідеальної фігури методом Маккалума.

Приблизні характеристики ідеальної фігури можна розрахувати, використовуючи метод Джона Маккалума: спочатку виміряйте обхват зап'ястя; отримане число помножте на 6,5 - це ідеальний розмір грудини (Гр). Обсяг інших частин тіла вираховується наступним чином: передпліччя – 0,29Гр, шия – 0,37Гр, гомілка – 0,34Гр, талія – 0,7Гр, біцепс – 0,36Гр, таз – 0,85Гр, стегно – 0,53Гр.

Метод Маккалума будується на статистичному співвідношенні товщини зап'ястя до інших кісток. Однак у деяких людей спостерігається нерівномірний розвиток нижньої і верхньої частин тіла. Тому для більш точних даних необхідно помножити отримані показники на певний коефіцієнт, який розраховується за формулою:

0,8 / (обхват зап'ястя / обхват щиколотки), де 0,8 - середнє співвідношення обхвату кисті і щиколотки.

Завдання 6. Результати вимірів занести до звітної таблиці 2.

Завдання 7. Проаналізувати отримані результати та зробити висновки.

Таблиця 10.1

Коефіцієнти рівняння регресії для обчислення довжини сегмента тіла

Сегменти	Коефіцієнти рівняння регресії			
	B ₀	B ₁	B ₂	B ₃
Стопа	0,516	0,0036	0,109	0,069
Гомілка	1,05	0,282	0,049	0,033
Стегно	5,34	0,33	0,093	- 0,012
Кисть	1,28	- 0,072	0,02	0,256

Передпліччя	7,19	0,134	0,00165	0,062
Плече	1,79	0,309	- 0,12	0,185
Голова	15,9	- 0,046	0,094	- 0,047
Верхня частина тулуба	3,78	- 0,133	0,11	0,17
Середня частина тулуба	3,16	- 0,219	0,241	- 0,042
Нижня частина тулуба	- 12,9	- 0,16	0,19	0,26

Звітна таблиця 1

Сегменти	Довжина сегментів (см)		
	За рівнянням регресії	Фактична	Різниця (см)
Стопа			
Гомілка			
Стегно			
Кисть			
Передпліччя			
Плече			
Голова			
Верхня частина тулуба			
Середня частина тулуба			
Нижня частина тулуба			

Звітна таблиця 2

Частина тіла	Еталонний розмір (см)	Об'єм з урахуванням коефіцієнту (см)	Фактичний розмір (см)	Різниця (см)
Розмір груднини				
Талія				
Стегно				
Гомілка				
Біцепс				
Шия				
Таз				
Передпліччя				

Контрольні питання:

1. Як змінюються рухові можливості при збільшенні (зменшенні) тотальних розмірів?
2. Як змінюються морфофункціональні показники при збільшенні (зменшенні) тотальних розмірів?
3. Поясніть поняття – руховий вік.
4. Розкрийте сутність гомеореза.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №11

ТЕМА 11. ПОБУДОВА БІОКІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ ФІЗИЧНОЇ ВПРАВИ.

Мета: навчитись за координатами точок тіла спортсмена будувати біокінематичні схеми фізичних вправ.

Матеріали та обладнання: таблиця координат, папір, вимірювальні лінійки, олівці.

Теоретичні відомості

Рухи людини вивчають, розглядаючи її тіло або як матеріальну точку, або як систему тіл. Тіло людини представляють як систему тіл тоді, коли важливо знати особливості руху окремих ланок тіла та їх роль у виконанні рухової дії. У цьому випадку на тілі спортсмена виділяють характерні розпізнавальні точки.

У біомеханіці прийнято позначати розпізнавальні точки на тілі людини латинськими буквами: gc – центр маси голови, b – центр плечового суглоба, a – центр ліктьового суглоба, m – центр променево-зап'ясткового суглоба, gm – центр маси кисті, f – центр кульшового суглоба, s – центр колінного суглоба, p – центр гомілко-стопного суглоба, d – пальці стопи, gp – центр маси стопи; tc – бугор п'яркової кістки. Рухи цих точок можна вивчати, порівнюючи положення відносно положення вибраного (як правило, нерухомого) тіла, яке називають *тілом відліку*. З тілом відліку зв'язують систему відліку, яка характеризується початком та напрямками виміру відстані, а також установленою одиницею відліку.

При вивченні рухів, які виконуються в одній площині, користуються прямокутною системою координат. Кожній досліджуваній точці на тілі людини у вибраній системі координат відповідають числа X та Y , які є її координатами.

При біомеханічному дослідженні рухів людини необхідно перш за все вибрати систему відліку та побудувати характерну розрахункову схему її опорно-рухової системи, яка була б визначальною для того чи іншого конкретного руху. На *біокінематичній схемі* відображаються тільки ті особливості рухового апарату, які необхідні для визначення шляху, а також швидкості й прискорення руху його складових частин. Тому локомоторний

апарат представляється як схема у вигляді системи біоланок та біокінематичних пар.

Біокінематична схема служить основою для вивчення біокінематичних характеристик. На біокінематичній схемі зображується вибрана система координат та необхідні біоланки і ланцюги тіла спортсмена.

Зміст лабораторного заняття (аудиторні завдання)

Завдання 1. Вибрати таблицю координат розпізнавальних точок тіла людини, яка виконує певну фізичну вправу.

Завдання 2. Для оцінки розмірів координатних осей та вибору масштабу зображення визначити у таблиці координат найбільші і найменші значення X та Y. Як правило, масштаб зображення беруть рівним 1:10 або 1:20.

Завдання 3. На аркуші паперу у вибраному масштабі накреслити систему прямокутних координат, при цьому врахувати наявність або відсутність у таблиці координат від'ємних значень. Розмітити осі координат через кожні 50 мм та надписати числові значення.

Завдання 4. На систему координат нанести всі координати точок тіла спортсмена. На початку нанести всі точки першої пози. Після цього послідовно з'єднати точки **b - a - m - gm**, а потім точки **f - s - p - d - tc**. Навколо точки **gc** провести коло радіусом 5 мм.

Завдання 5. Перевірити правильність зображення поз. Уважно продивитись чи немає стрибків точок на уявній траєкторії їх руху. Крім того, візуально перевірити чи значно не змінюється при послідовному переході від пози до пози довжина окремих ланок тіла.

Завдання 6. Над точками **gc** проставити нумерацію поз. Це краще зробити через одну позу, наприклад, відмічати тільки непарні пози.

Таблиця 11.1

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см															
	<i>gc</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>m</i>		<i>f</i>		<i>s</i>		<i>p</i>		<i>d</i>	
	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	-65	147	-82	129	-93	101	-69	95	-87	83	-72	41	-78	-2	-61	-7
2	-33	146	-49	126	-48	99	-23	107	-57	81	-53	38	-75	0	-61	7
3	-3	147	-12	130	-3	105	15	123	-21	81	-35	41	-67	9	-61	-7
4	31	147	22	132	36	106	47	134	14	82	-5	45	-47	24	-53	3
5	66	148	58	136	65	107	77	130	45	84	32	44	-14	41	-24	24
6	101	151	90	137	85	110	110	118	76	87	69	42	26	59	9	52
7	136	151	123	136	109	107	135	99	110	86	115	40	79	67	58	65
8	169	149	155	134	134	112	154	93	144	84	165	44	133	68	110	62
9	201	150	184	133	157	120	170	96	181	83	212	53	168	59	159	43
10	237	151	219	137	190	130	197	103	218	84	259	64	219	44	219	23
11	269	150	253	137	223	132	228	106	255	86	297	69	273	29	289	13
12	305	151	287	136	256	129	265	103	289	86	328	65	327	17	349	12
13	343	152	323	134	299	122	306	96	320	87	355	56	366	9	388	9
14	378	150	360	131	337	112	357	90	354	85	381	49	387	2	408	-1
15	412	149	397	129	386	99	412	93	388	83	404	42	396	-2	415	-7

Таблиця 11.2

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см															
	<i>gc</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>m</i>		<i>f</i>		<i>s</i>		<i>p</i>		<i>d</i>	
	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	-117	156	-122	130	-124	114	-112	113	-126	74	-92	44	-118	8	-104	5
2	-99	156	-104	135	-107	122	-99	127	-104	73	-78	39	-109	16	-104	5
3	-75	159	-86	138	-94	127	-86	138	-83	78	-68	34	-108	18	-104	5
4	-68	156	-70	135	-86	127	-70	135	-57	78	-52	34	-101	19	-104	5
5	-55	161	-52	146	-60	138	-60	138	-31	86	-32	35	-78	31	-82	18
6	-34	166	-31	151	-49	135	-36	135	-13	96	0	55	-43	38	-46	25
7	-21	151	-23	130	-34	114	-13	104	0	83	31	47	-16	29	-16	16
8	0	148	-7	130	-10	107	18	94	13	83	55	55	29	18	28	12
9	13	150	7	130	13	105	42	95	21	85	62	70	80	20	94	23
10	23	153	18	135	36	117	57	112	36	94	75	73	120	57	127	68
11	31	159	34	146	60	135	62	143	47	96	91	96	133	86	138	96
12	44	172	42	156	75	156	65	169	49	99	101	120	143	112	146	125

Таблиця 11.3

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см																			
	gc		b		a		m		gm		f		s		p		d		tc	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	116	190	118	169	118	147	141	135	148	131	102	118	92	79	57	98	35	96	57	106
2	146	187	148	166	139	143	149	121	150	110	133	117	137	75	103	103	84	101	106	112
3	176	187	175	164	157	145	154	118	149	112	161	117	186	77	147	99	131	93	150	106
4	205	189	202	168	177	153	168	129	164	125	195	118	231	90	187	87	179	74	183	93
5	234	190	231	172	204	164	194	140	190	133	230	118	267	102	236	69	243	53	229	70
6	265	191	260	174	231	167	226	142	222	133	260	120	296	98	289	56	309	46	284	50
7	297	191	291	171	266	160	266	136	264	127	288	121	322	91	328	47	349	43	324	42
8	326	190	322	168	301	152	314	128	317	120	319	118	343	86	349	40	367	32	343	36
9	357	187	353	164	345	141	368	126	375	124	346	118	364	79	352	40	369	31	346	33
10	388	187	388	164	391	137	418	141	426	144	373	115	379	75	353	41	369	32	347	37
11	418	187	425	166	436	144	457	163	463	168	407	115	392	79	360	45	368	31	353	47
12	449	187	457	170	472	148	484	169	487	178	437	116	414	84	381	56	372	38	376	62
13	480	187	488	170	496	148	515	162	518	170	469	119	452	82	407	75	391	62	405	80
14	511	187	518	170	521	145	544	142	553	143	499	120	491	78	447	89	430	82	447	95
15	540	187	547	166	545	142	560	120	562	114	530	116	533	75	494	94	476	91	495	102

Таблиця 11.4

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см															
	gc		b		a		m		f		s		p		gp	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	12	87	10	80	6	63	22	55	6	49	9	25	-1	1	2	0
2	48	87	45	80	45	60	58	50	40	49	54	29	32	19	33	16
3	77	87	75	80	77	63	95	59	70	49	81	26	52	26	57	22
4	122	92	120	85	121	67	137	69	114	54	128	31	106	22	105	18
5	147	92	145	85	147	67	158	65	140	55	144	30	145	6	146	5
6	192	87	190	80	192	63	199	52	185	50	190	25	186	1	190	-1
7	232	87	230	77	228	57	241	54	225	50	235	27	211	26	209	22
8	275	97	270	90	271	72	283	65	266	58	270	35	267	11	270	8

Таблиця 11.5

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см															
	gc		b		a		m		f		s		p		gp	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
1	32	87	30	80	29	63	44	54	25	50	35	26	19	8	22	4
2	67	87	65	80	63	63	81	54	50	49	66	28	46	25	47	21
3	100	87	97	80	100	63	117	62	95	49	105	26	85	39	81	35
4	132	97	130	89	130	71	140	72	125	59	130	35	127	11	129	9
5	167	87	165	80	169	62	178	54	160	50	165	25	164	0	168	0
6	212	87	210	80	210	63	226	59	200	50	210	25	191	39	188	35
7	252	90	250	82	249	65	264	59	246	52	253	29	236	12	238	8
8	292	92	290	84	294	67	305	61	286	54	291	30	291	5	294	2

Таблиця 11.6

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см															
	<i>gc</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>m</i>		<i>f</i>		<i>s</i>		<i>p</i>		<i>gp</i>	
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
1	6	90	6	82	22	96	38	107	6	45	6	20	6	2	12	2
2	61	78	57	73	75	76	96	76	25	50	18	26	8	14	15	10
3	107	64	101	60	117	50	132	38	62	60	50	40	35	24	42	24
4	137	24	134	29	125	11	142	1	118	65	95	72	78	76	73	73
5	158	8	161	12	141	12	158	1	160	44	144	35	149	63	144	58
6	195	5	199	1	194	20	175	12	235	20	211	23	211	41	205	40
7	247	36	249	30	267	31	275	48	267	2	280	2	285	2	290	8
8	277	80	277	75	297	65	305	76	288	38	295	18	283	4	289	2

Таблиця 11.7

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см															
	<i>gc</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>m</i>		<i>f</i>		<i>s</i>		<i>p</i>		<i>gp</i>	
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
1	37	87	36	82	54	88	72	95	16	47	15	23	12	5	16	1
2	82	81	77	76	95	77	114	66	43	55	28	35	16	21	20	15
3	123	45	115	46	128	29	137	12	82	63	57	66	38	68	36	63
4	156	11	156	16	137	11	155	1	146	54	126	69	115	88	111	80
5	175	5	182	3	174	21	176	1	212	30	188	38	185	56	180	56
6	217	12	219	7	236	16	256	30	260	12	238	23	261	24	264	30
7	261	63	262	57	270	40	289	45	264	18	287	20	281	2	287	2
8	287	84	282	77	300	90	312	102	287	38	297	16	290	1	295	1

Таблиця 11.8

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см															
	см															
	<i>gc</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>m</i>		<i>f</i>		<i>s</i>		<i>p</i>			
<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	
1	9	145	15	125	6	100	30	89	6	68	10	28	-9	0		
2	38	146	48	129	46	105	71	100	35	70	23	33	5	8		
3	68	148	79	132	81	108	105	105	65	73	50	36	19	20		
4	99	149	108	131	108	106	131	98	98	72	88	34	53	32		
5	129	146	136	127	130	102	151	88	130	69	133	32	94	36		
6	159	143	163	126	151	102	167	81	161	70	182	41	150	30		
7	190	142	189	128	173	106	186	83	192	75	222	53	204	23		
8	221	143	217	131	199	111	210	87	222	77	251	53	256	18		
9	252	144	248	131	230	112	242	88	250	75	276	44	286	11		
10	282	142	279	128	266	107	281	85	268	72	298	36	296	1		

Таблиця 11.9

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см																	
	<i>gc</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>m</i>		<i>gm</i>		<i>f</i>		<i>s</i>		<i>p</i>		<i>gp</i>	
	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	16	78	12	72	22	62	33	60	36	60	0	49	9	32	5	15	7	12
2	24	75	22	68	33	61	46	60	50	61	9	47	20	32	21	15	25	12
3	39	70	37	64	49	60	63	62	67	62	24	40	34	28	29	12	31	8
4	65	78	60	71	73	63	84	59	88	57	42	52	36	35	31	16	31	11
5	86	84	80	78	80	65	86	55	89	55	60	65	49	50	34	37	32	35
6	104	90	97	84	93	72	90	60	92	58	70	76	75	61	68	50	71	47
7	118	100	113	92	107	80	104	73	104	63	95	79	96	68	98	58	100	55
8	124	103	120	95	115	96	112	100	112	100	116	72	110	56	102	41	103	39
9	138	95	135	86	137	95	137	106	135	110	137	63	133	42	120	28	121	24
10	150	81	149	72	155	87	160	90	160	94	147	49	151	31	156	13	160	12
11	168	56	162	49	172	51	182	55	185	56	151	25	170	21	165	6	168	5

Таблиця 11.10

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см													
	<i>gc</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>m</i>		<i>f</i>		<i>s</i>		<i>p</i>	
	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	39	70	37	64	49	60	63	62	24	40	34	28	29	11
2	65	78	60	71	73	63	84	59	42	52	36	35	31	16
3	86	84	80	78	80	65	86	55	60	65	49	50	34	37
4	104	90	97	84	93	72	90	60	76	76	75	61	68	50
5	118	101	113	92	107	80	104	73	95	79	96	68	98	58
6	124	103	120	95	115	96	112	100	116	72	110	56	92	41
7	138	95	136	86	137	95	137	106	137	63	133	42	120	28
8	150	81	145	76	155	82	160	90	142	49	150	31	158	13
9	168	56	162	49	172	51	182	55	151	25	170	21	155	6

Таблиця 11.11

Кадр	Координати розпізнавальних точок на тілі спортсмена у натуральному масштабі, см																	
	<i>gc</i>		<i>b</i>		<i>a</i>		<i>m</i>		<i>gm</i>		<i>f</i>		<i>s</i>		<i>p</i>		<i>gp</i>	
	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>
1	124	107	125	99	121	80	89	90	86	92	140	65	125	39	121	5	111	5
2	119	106	125	96	116	71	88	87	86	88	133	58	110	40	120	5	111	5
3	107	116	111	100	94	89	71	94	68	95	127	71	90	45	75	14	66	9
4	90	122	92	104	69	95	42	100	39	100	111	62	77	52	50	26	42	23
5	79	115	77	95	52	102	25	105	22	106	97	59	61	65	31	35	21	33
6	60	109	55	89	34	94	14	105	10	107	80	54	54	45	21	15	14	10
7	51	100	44	78	24	89	4	99	0	100	73	51	35	40	30	5	21	5

Контрольні питання:

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

латинськими літерами їх позначають?

5. Що таке біокінематична схема?
6. З якою метою будують біокінематичні схеми фізичних вправ?
7. Які основні принципи методики побудови біокінематичних схем?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ №12

ТЕМА 12. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ЦЕНТРУ МАСИ ТІЛА ЛЮДИНИ.

Мета: навчитись аналітично визначати положення загального центру мас тіла людини.

Матеріали та обладнання: ростомір, сантиметрова стрічка, ваги.

Теоретичні відомості

Загальний центр маси (ЗЦМ) тіла характеризує просторове розміщення мас окремих сегментів та біоланок. Визначення положення ЗЦМ являє собою важливу задачу для біокінематики та біодинаміки. Опис траєкторії ЗЦМ при виконанні фізичних вправ дозволяє отримувати дані про переміщення тіла спортсмена у просторі. Зокрема, зміни траєкторії руху ЗЦМ відображають дію на тіло зовнішніх сил, а це відкриває можливості для визначення багатьох динамічних характеристик біосистеми (механічної роботи, потужності тощо).

За умови, коли досліджуване тіло є абсолютно твердим та перебуває в однорідному полі, положення ЗЦМ співпадає з положенням загального центру тяжіння (ЗЦТ). Тіло спортсмена не являється абсолютно твердим, бо під впливом прикладених сил воно деформується. Ці деформації можуть бути настільки значними, що їх легко виявити (видовження розтягнутого м'яза, яке викликає видимі зміни об'єму біоланки тощо). Проте у більшості випадків такі деформації є малопомітними, у порівнянні зі змінами конфігурації тіла спортсмена через переміщення окремих його біоланок. Тому для зручності досліджень тіло людини умовно розглядають як абсолютно тверде, тобто таке, в якому дія сил не викликає ніяких деформацій.

Загальний центр тяжіння (ЗЦТ) тіла людини визначають як точку прикладання рівнодійної сил тяжіння, які діють на нього. Положення ЗЦТ обумовлюється анатомо-фізіологічними особливостями тіла людини, позою, функціонуванням дихальної, травної та інших систем, які забезпечують переміщення значної маси речовини в організмі. Координати ЗЦТ можна розглядати як функцію від положення центрів тяжіння (ЦТ) усіх біоланок.

**Зміст лабораторного заняття
(аудиторні завдання)**

Для чоловіків

Завдання 1. Визначаємо зріст, окіл гомілки, довжину корпусу в сантиметрах.

Завдання 2. Результати заносяться до звітної таблиці 1.

Завдання 3. Розраховуємо положення ЗЦМ за формулою:

$$Y = 11,066 + 0,675 \times X_1 - 0,173 \times X_2 - 0,289 \times X_3;$$

де: Y – висота положення ЗЦМ від поверхні стопи; X_1 – зріст (см); X_2 – окіл гомілки (см); X_3 – довжина корпусу (см).

Завдання 4. Результати заносяться до звітної таблиці 1.

Завдання 5. Аналізуємо отримані результати та робимо висновки.

Для жінок

Завдання 1. Визначаємо довжину ніг, довжину тіла в положенні лежачі, ширину тазу в сантиметрах.

Завдання 2. Результати заносяться до звітної таблиці 1.

Завдання 3. Розраховуємо положення ЗЦМ за формулою:

$$Y = -4,667 + 0,289 \times X_1 + 0,383 \times X_2 + 0,301 \times X_3;$$

де: Y – висота положення ЗЦМ від поверхні стопи; X_1 – довжина ніг (см); X_2 – довжина тіла в положенні лежачі (см); X_3 – ширина тазу (см).

Завдання 4. Довжина тіла в положенні лежачи визначається за формулою:

$$X_2 = -7,445 + 1,059 \times X;$$

де: X_2 – довжина тіла в положенні лежачи; X – зріст (см).

Завдання 5. Результати заносяться до звітної таблиці 1.

Завдання 6. Аналізуємо отримані результати та робимо висновки.

Звітна таблиця 1

№	Прізвище, ім'я	Стать	X1	X2	X3	Y

Контрольні питання:

1. Що впливає на розташування ЗЦМ тіла людини?
2. Чи може ЗЦМ тіла людини розміщуватись поза тілом? Якщо так, то за яких умов?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 13

ТЕМА 13. ГЕОМЕТРІЯ МАС ТІЛА ЛЮДИНИ.

Мета: навчитись розраховувати масу окремих ланок і сегментів тіла людини.

Матеріали та обладнання: таблиця відносних мас і положення ЦМ ланок і сегментів тіла людини.

Теоретичні відомості

Під геометрією мас у біомеханіці прийнято розуміти сукупність показників, що характеризують розподіл маси в тілі людини. Це – маса й моменти інерції окремих сегментів тіла та всього тіла загалом, координати центрів маси, радіуси інерції окремих сегментів тощо.

Маса (m) – це кількість речовини (у кілограмах), що міститься в тілі або окремій ланці. Разом із тим маса – це кількісна міра інертності тіла по відношенню до діючої на нього сили. Чим більша маса, тим більш інертне тіло і тим важче вивести його зі стану спокою або змінити його рух.

Масою визначаються також гравітаційні властивості тіла. Так, вага тіла (у Ньютонах) залежить від його маси:

$$P = m \times g ,$$

де: $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння тіла.

Маса характеризує інертність тіла при поступальному русі. При обертанні інертність залежить не тільки від маси тіла, але й від того, як вона розподілена відносно осі обертання. Чим більша відстань від ланки до осі обертання, тим більший внесок цієї ланки в інертність тіла.

Кількісною мірою інертності тіла при обертальному русі служить *момент інерції*:

$$J = m \times R^2 ,$$

де: R – радіус інерції – середня відстань від осі обертання (наприклад, від осі суглоба) до матеріальних точок тіла.

Центром маси (ЦМ) називається точка, де перетинаються лінії дії всіх сил, що приводять тіло до поступального руху і не спричиняють обертання тіла. У полі гравітації (коли діє сила тяжіння) центр маси співпадає з центром тяжіння. Положення загального центра маси (ЗЦМ) тіла визначається тим, де знаходяться

центри маси окремих ланок. А це залежить від пози, тобто від того, як частини тіла розташовані один відносно одного в просторі.

Відстань від ЦМ до осі проксимального суглоба біоланки називають *радіусом центра маси ($R_{цм}$)*.

На геометрію маси впливають індивідуальні особливості людини, насамперед, маса й довжина тіла. Маса та положення ЦМ окремих ланок і сегментів тіла людини, які отримані шляхом усереднення результатів дослідження багатьох людей, показані на рис. 13.1 та подані у таблиці 13.1.

Таблиця 13.1

Відносна маса і положення ЦМ ланок і сегментів тіла людини

Сегменти	Маса, %	Положення ЦМ ($R_{цм}$)	Антропометричні точки, від яких визначається положення ЦМ
Стопа	1,371	0,5585	Передня частина стопи
Гомілка	4,330	0,4049	Верхньогомілкова
Стегно	14,165	0,4549	Великий вертлюг кульшового
Кисть	0,614	0,3691	Променево-зап'ястковий суглоб
Передпліччя	1,615	0,4274	Зовнішній надвиросток плечової
Плече	2,707	0,4498	Акроміальний виросток
Голова	6,940	0,5002	Верхня точка голови
Верхня частина тулуба	15,956	0,5066	Остистий відросток сьомого шийного хребця
Середня частина тулуба	16,328	0,4502	Нижньогрудинна
Нижня частина тулуба	11,740	0,3541	Пупкова

Якщо прийняти масу тіла за 100%, то масу кожної ланки або сегмента можна виразити у відносних одиницях. При виконанні розрахунків використовують представлення маси як в абсолютних одиницях (кг), так і у відносних (%).

На рис. 13.1 приведені положення центрів мас сегментів на їх подовжніх осях (у % до довжини сегментів, ліворуч) і відносні маси сегментів (праворуч).

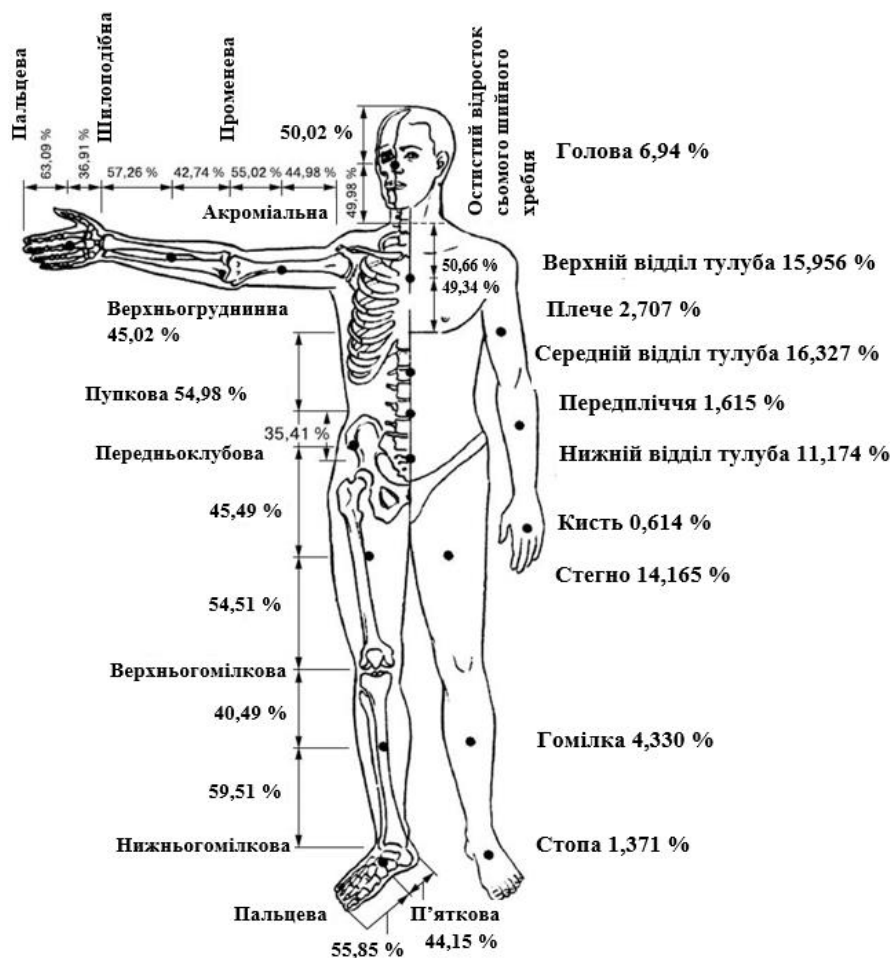


Рис.13.1. Відносна маса й положення ЦМ сегментів тіла людини (темні точки показують центри мас різних частин тіла)

Зміст лабораторного заняття

(аудиторні завдання)

Завдання 1. Розрахувати масу ланок і сегментів, для “середньої людини” (табл. 13.1). Масу (m) прийняти рівною масі тіла випробовуваного в кг.

Завдання 2. Визначити абсолютну (в кг) масу цих ланок і сегментів за рівнянням лінійної регресії В.М. Селуянова:

$$m_x = B_0 + B_1 \times m + B_2 \times H,$$

де: m_x – маса сегмента тіла в кг; m – маса всього тіла (кг); H – довжина тіла (см); B_0 , B_1 , B_2 – коефіцієнти рівняння регресії (табл. 13.2).

Завдання 3. Розрахувати відносну (в %) масу кожної ланки і сегмента через їх абсолютну масу.

Завдання 4. Результати обчислень занести до звітної таблиці 1.

Завдання 5. Проаналізувати проведені розрахунки та зробити висновки.

Коефіцієнти рівняння регресії для обчислення маси сегментів тіла чоловіків за масою (m) і довжиною (H) тіла

Сегменти	Коефіцієнти рівняння регресії		
	B_0	B_1	B_2
Стопа	-0,829	0,0077	0,0073
Гомілка	-1,592	0,0362	0,0121
Стегно	-2,649	0,1463	0,0137
Кисть	-0,1165	0,0036	0,00175
Передпліччя	0,3185	0,01445	-0,00114
Плече	0,250	0,03012	-0,0027
Голова	1,296	0,0171	0,0143
Верхня частина тулуба	8,2144	0,1862	-0,0584
Середня частина тулуба	7,181	0,2234	-0,0663
Нижня частина тулуба	-7,498	0,0976	0,04896

Звітна таблиця 1

Сегменти	Маса ланок і сегментів тіла випробуваного			
	За середніми даними		За рівнянням регресії	
	%	кг	кг	%
Стопа	1,371			
Гомілка	4,330			
Стегно	14,165			
Кисть	0,614			
Передпліччя	1,615			
Плече	2,707			
Голова	6,940			
Верхня частина тулуба	15,956			
Середня частина тулуба	16,328			
Нижня частина тулуба	11,740			

Контрольні питання:

1. Що означає геометрія мас тіла людини?
2. Якими показниками характеризують геометрію мас тіла людини?
3. Що служить мірою інертності тіла при поступальному русі?

4. Що служить мірою інертності тіла при обертальному русі?
5. Розкрити зміст поняття центр маси тіла.
6. Як визначається положення ЦМ?
7. Якими є підходи при оцінці маси окремих ланок та сегментів тіла людини?

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 14
ТЕМА 14. ОЦІНКА РУХОВИХ ДІЙ.

Мета: Оволодіти аналітичними методами оцінки рухових дій.

Матеріали та обладнання: ростомір, ваги.

Теоретичні відомості

Енергетичні характеристики руху людини показують, як змінюються види енергії при рухах і як протікає сам процес зміни енергії. Робота сили (A) - це міра дії сили на тіло при деякому його переміщенні. Вона визначається добутком сили (F) на шлях її прикладання (L):

$$A = F \cdot L.$$

У свою чергу робота сили тяжкості тіла (A_p) дорівнює добутку ваги (P) на різницю висот (Δh) початкового і кінцевого положень:

$$A_p = P \cdot \Delta h.$$

Робота сили пружності ($A_{пр}$) вимірюється половиною добутку коефіцієнта жорсткості тіла (k) на квадрат абсолютного його подовження, або деформації (ϵ):

$$A_{пр} = \frac{-k \cdot \epsilon^2}{2}.$$

Робота сили тертя (A_s) визначається добутком коефіцієнта тертя (μ) на силу нормального тиску (NF) і шлях її прикладання (L):

$$A_s = -\mu \cdot N \cdot F \cdot L.$$

При енергетичних розрахунках для оцінки ролі сили визначають потужність сили, що характеризує важливу сторону її ефекту - швидкість здійснення роботи, кількість роботи в одиницю часу як міру працездатності.

Потужність роботи сили (N) в поступальному русі дорівнює відношенню добутку сили (F) на шлях її застосування (L) до часу дії (t):

$$N = \frac{F \cdot L}{t} = \frac{A}{t} = F \cdot V.$$

Формула механічної потужності при підйомі і опусканні штанги:

$$N = k \cdot g \cdot (M_1 \cdot h + 0.25 \cdot M_2 \cdot L) \text{ (кг} \cdot \text{м/с)};$$

де M_1 – маса штанги (кг); M_2 – маса спортсмена (кг); h – висота, на яку піднімається штанга (м); g – прискорення сили тяжіння ($9,8 \text{ м/с}^2$); L – зріст спортсмена (м);

k – коефіцієнт розраховується за формулою:

$$k = 5.1 + \left(1 - \frac{M_k}{120}\right);$$

де M_k – вагова категорія спортсмена.

5 липня 2019 року на конгресі IWF було затверджено нові вагові категорії. Відтепер важкоатлети змагатимуться у 10 вагових категоріях на чемпіонатах світу та континентальних першостях і у 7 вагових категоріях на Олімпійських іграх (табл. 14.1).

Таблиця 14.1

Вагові категорії у важкій атлетиці

Чоловіки		Жінки	
Вагові категорії IWF	Олімпійські вагові категорії	Вагові категорії IWF	Олімпійські вагові категорії
55 кг	61 кг	45 кг	49 кг
61 кг		49 кг	
67 кг	67 кг	55 кг	55 кг
73 кг	73 кг	59 кг	59 кг
81 кг	81 кг	64 кг	64 кг
89 кг		71 кг	
96 кг	96 кг	76 кг	76 кг
102 кг		81 кг	
109 кг	109 кг	87 кг	87 кг
+109 кг	+109 кг	+87 кг	+87 кг

Зміст лабораторного заняття

(аудиторні завдання)

Завдання 1. Розрахувати час підйому штанги масою 100 кг на груди для спортсменів різних вагових категорій.

Завдання 2. Результати занести до звітної таблиці 1.

Завдання 3. Встановити біомеханічні особливості даної силової вправи.

Завдання 4. Зробити висновки по роботі.

Звітна таблиця 1

Прізвище, ім'я спортсмена	M ₁ , кг	M ₂ , кг	M _k	h, м	L, м	t, с

Контрольні питання:

1. Поняття про силові якості.
2. Топографія сили.
3. Біомеханічні вимоги до спеціальних силових вправ.

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 15

ТЕМА 15. ВПЛИВ СЕРЕДОВИЩА НА РУХОВУ ДІЯЛЬНІСТЬ.

Мета: Оволодіти методами розрахунків сили опору повітряного середовища для легкої атлетики та велоспорту.

Матеріали та обладнання: таблиці швидкостей:

Таблиця швидкостей бігу на різних дистанціях в залежності від розряду спортсмена

Дистанція	3 розряд, швидкість (км/год)	1 розряд, швидкість (км/год)	МСМК, швидкість (км/год)
100 м	29	32,4	34,8
400 м	25	27,8	31,4
1000 м	20	23,2	26
3 км	17,4	20,2	22,9
10 км	16	18,5	21,2
21,1 км	15,6	17,7	20,3
42,2 км	14,5	16,1	19

Таблиця швидкостей на різних дистанціях в залежності від розряду спортсмена

Дистанція	3 розряд, швидкість (км/год)	1 розряд, швидкість (км/год)	МС, швидкість (км/год)
200 м (велотрек)	57,6	62,1	69,2
1 км (велотрек)	45,6	51,4	57,1
3 км (велотрек)	44,1	47,6	51,4
25 км (шоссе)	36,1	40,5	45,5

Теоретичні відомості

Середовище, в якому рухається людина, надає свою дію на його тіло. Ця дія може бути статичною (виштовхувальна) та динамічною (лобовий опір).

Рух тіла в середовищі характеризується лініями струму. Тіло повністю обтічне, якщо лінії струму розташовані однаково зверху і знизу тіла, а також

спереду і ззаду. Внаслідок в'язкості обтікання завжди неповне, і тому виникає лобовий опір.

Лобовий опір – це сила, з якою середовище перешкоджає відносному руху в ній тіла. Лобовий опір при відносно невеликих швидкостях наближено визначається:

$$R = S \cdot C \cdot \rho \cdot V^2,$$

де S - площа найбільшого поперечного перерізу тіла, C - коефіцієнт лобового опору, що залежить від форми тіла (обтічності) і його орієнтації щодо напрямку руху в середовищі, ρ - щільність середовища, V - відносна швидкість тіла.

Зміст лабораторного заняття

(аудиторні завдання)

Завдання 1. Розрахувати силу опору повітряного середовища під час бігу на різних дистанціях, в залежності від розряду спортсмена за формулою:

$$F = 0.55 \cdot (0.15 \cdot L^2) \cdot v^2;$$

де F – сила опору (Н), L – зріст (м), v – швидкість руху (м/с).

Завдання 2. Результати занести до звітної таблиці 1.

Завдання 3. Розрахувати силу опору повітряного середовища при їзді на велосипеді на різних дистанціях, в залежності від розряду спортсмена за формулою:

$$F = 0.043 \cdot S \cdot v^2;$$

де F – сила опору (Н), S – площа проекції на фронтальну площину (m^2), v – швидкість руху (км/год).

Завдання 4. Результати занести до звітної таблиці 1.

Завдання 5. Побудувати графіки залежності $F(v)$ для бігу та їзди на велосипеді, в залежності від розряду спортсмена.

Легка атлетика						Велоспорт					
V (м/с)			F (Н)			V (км/год)			F (Н)		
3	1	МСМК	3	1	МСМК	3	1	МС	3	1	МС

Контрольні питання:

1. Втома та її біомеханічні прояви.
2. Витривалість та її вимірювання.
3. Біомеханічні основи економізації спортивної техніки.

РОЗРАХУНКОВІ ЗАВДАННЯ

1. Знайти межу міцності кістки діаметром 30 мм та товщиною 3 мм, якщо для її руйнування необхідна сила 400 кН.
2. Яка сила F необхідна для руйнування при стисканні стегнової кістки діаметром $D = 30$ мм і товщиною стінок $h = 3$ мм, якщо межа міцності кістки становить $\sigma = 1,4 \cdot 10^8$ Па?
3. Навантаження на стегнову кістку, що становить 1 800 Н, під час стискання викликає відносну деформацію $3 \cdot 10^{-4}$. Обчислити площу поперечного перерізу кістки, якщо її модуль пружності дорівнює $23 \cdot 10^9$ Па.
4. Для визначення механічних властивостей кісткової тканини була взята пластинка із черепної кістки з такими розмірами: довжина $L = 5$ см, ширина $b = 1$ см, товщина $h = 0,5$ см. Під дією сили $F = 200$ Н пластинка подовжилася на $\Delta l = 1,2 \cdot 10^{-3}$ см. Визначити за цими даними модуль Юнга кісткової тканини при деформації розтягування.
5. Площа поперечного перерізу стегнової кістки людини становить 3 см^2 , визначити, яку максимальну силу стискання може витримати кістка без руйнування? Межа міцності стегнової кістки при стисканні дорівнює 124 МПа
6. Визначити абсолютне подовження сухожилля довжиною 4 мм і площею перерізу 10^{-6} м^2 під дією сили 320 Н. Модуль пружності сухожилля взяти за 10^9 Па. Вважати сухожилля абсолютно пружним тілом.
7. Визначити абсолютну деформацію Δl сухожилля довжиною $l = 5$ см і діаметром $D = 4$ мм під дією сили $F = 31,4$ Н. Модуль пружності сухожилля дорівнює $E = 2 \cdot 10^9$ Па.
8. Сухожилля довжиною 16 см подовжується на 3,3 мм під дією сили 12,4 Н. Розрахувати модуль пружності цього сухожилля. Сухожилля можна вважати круглим у перерізі з діаметром 8,6 мм.
9. До Ахіллового сухожилля довжиною 10 см і діаметром 5 мм прикладена сила 100 Н. Визначити абсолютне та відносне подовження сухожилля, а також виконану роботу, якщо модуль Юнга становить 300 МПа.

10. До сухожилка завдовжки 12 см підвісили вантаж масою 7 кг, унаслідок чого він видовжився до 123 мм. На скільки видовжиться сухожилок, якщо до нього підвісити вантаж масою 5 кг?
11. М'яз скорочується зі швидкістю 6 мм/с, розвиває загальну потужність 2,7 мВт. Навантаження в ізометричному режимі скорочення для цього м'яза становить $F_0 = 0,8$ Н, константа – $b = 23$ мм/с. Обчислити роботу, що виконує м'яз за час 0,5 с.
12. В ізотонічному режимі м'яз піднімає вантаж масою 100 г на висоту 20 см. Розрахуйте теплопродукцію м'яза, якщо ККД = 40 %.
13. При скороченні м'яза було виділено $Q = 5,5$ кДж тепла за час $t = 0,3$ с. Знайти корисну потужність $N_{\text{кор}}$, розвинену м'язом, якщо його ККД $\eta = 45\%$.
14. Максимальна загальна потужність, розвинена м'язом, становить $N_{\text{заг}} = 10$ Вт, а навантаження в ізометричному режимі скорочення – $F_0 = 300$ Н. Знайти корисну потужність м'яза $N_{\text{кор}}$ при навантаженні $F = 180$ Н.
15. Модуль Юнга м'яза дорівнює 9,32 МПа. Для вивчення механічних властивостей до м'яза довжиною 6 см і діаметром 8 мм підвішений важіль масою 700 г. Знайти абсолютне та відносне подовження м'яза, потенціальну енергію, якої набув м'яз внаслідок деформації розтягування.
16. Знайти кількість теплоти Q , що віддається поверхнею шкіри через випаровування $V = 0,5$ л поту. Температура тіла 37 °С, питома теплота пароутворення $L = 2,4 \cdot 10^6$ Дж/кг, густина поту $\rho = 998,2$ кг/м³.
17. У стані спокою людина робить приблизно 20 вдихів за хвилину, при цьому вдихає $V = 0,5$ л повітря при кожному вдиху. Скільки тепла Q відводиться за годину, якщо вона видихає $m = 0,02$ г водяної пари на 1 літр повітря. Температура пари вища на $\Delta t = 7$ °С, ніж температура довкілля. За нормальних умов питома теплоємність повітря $C = 1010$ Дж/(кг °С), густина повітря $\rho = 1,2$ кг/м³, питома теплота пароутворення $L = 2,4 \cdot 10^6$ Дж/кг.
18. На ділянку тіла хворого площею $S = 0,1$ м² накладається лікувальна грязь товщиною $h = 8$ см за температури $T_1 = 44$ °С. Визначити кількість теплоти, одержаної хворим, якщо вважати, що 30 % її розсіюється у довкілля. Питома

теплоємність грязі $C = 200 \text{ Дж}/(\text{кг } ^\circ\text{C})$, її густина $\rho = 1400 \text{ кг}/\text{м}^3$. Температура тіла $T_2 = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$.

19. Розрахувати кількість теплоти Q , відведеної від поверхні шкіри за рахунок конвекції в безвітряних погодних умовах ($K_k = 6 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \text{ год } ^\circ\text{C})$) за добу. Площа відкритої поверхні тіла $S = 1,7 \text{ м}^2$. Температура повітря $T_1 = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$, середня температура шкіри $T_2 = 37 \text{ } ^\circ\text{C}$.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Методи досліджень у спортивній морфології.
2. Характеристика карти антропометричного обстеження.
3. Фізичний розвиток та фактори, що на нього впливають.
4. Методи оцінювання фізичного розвитку.
5. Охарактеризувати моделі складу тіла людини.
6. Методи визначення складу тіла людини.
7. Площа поверхні тіла людини.
8. Питома вага тіла людини.
9. Фактори, які впливають на рухомість суглобів.
10. Охарактеризуйте нормальну поставу.
11. Конституція людини. Соматотип.
12. Типи (компоненти) конституцій людини.
13. Методи оцінки пропорцій тіла.
14. Охарактеризуйте стадії адаптації організму до фізичних навантажень.
15. Гіпертрофія органу. Види гіпертрофії.
16. Гіперплазія органу.
17. Адаптаційні зміни у м'язовій системі під впливом фізичних навантажень.
18. Морфологічні прояви адаптації серцево-судинної системи до фізичних навантажень.
19. Вікова періодизація. Паспортний і біологічний вік
20. Анатомічні особливості дітей і підлітків.
21. Статеве дозрівання та його морфофункціональна характеристика.
22. Анатомічні особливості людей літнього віку
23. Генетичні аспекти онтогенезу морфології спортсменів.
24. Механічні властивості кісток.
25. Біокінематичні пари та ланцюги.
26. Кісткові важелі. Види важелів.
27. Рухи в суглобі. Ступені вільності.
28. М'язова механіка.

- 29.Групова взаємодія м'язів.
- 30.Загальний центр мас тіла людини.
- 31.Геометрія мас тіла людини.
- 32.Просторові характеристики руху людини.
- 33.Часові характеристики руху людини.
- 34.Просторово - часові характеристики руху людини.
- 35.Інерційні характеристики руху людини.
- 36.Силові характеристики руху людини.
- 37.Класифікація сил, які вивчають при аналізі рухів людини.
- 38.Сили інерції.
- 39.Гравітаційні сили.
- 40.Сила реакція опори.
- 41.Сили тертя.
- 42.Сили пружної деформації. Види деформації.
- 43.Виштовхувальна сила.
- 44.Лобовий опір.
- 45.Підйомна сила.
- 46.Енергетичні характеристики руху людини.
- 47.Поняття про силові якості.
- 48.Залежність сили дії від параметрів рухових завдань.
- 49.Топографія сили.
- 50.Біомеханічні вимоги до спеціальних силових вправ.
- 51.Поняття про швидкісні якості.
- 52.Біомеханіка рухових реакцій.
- 53.Біомеханічна характеристика витривалості.
- 54.Біомеханічні основи економізації спортивної техніки.
- 55.Біомеханічна характеристика гнучкості.
- 56.Тілобудова та моторика людини.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Основна

1. Артюшенко О.Ф. Спортивна біомеханіка: навчально-методичний посібник / О. Ф. Артюшенко, Ю.О. Петренко, П.М. Гунько. Черкаси : ФОП Гордієнко Є.І., 2018. 148 с.
2. Артюшенко А.О. Основи навчання техніки рухових дій: навчально-методичний посібник / А.О. Артюшенко, Ю.О. Петренко. Черкаси : ФОП Гордієнко Є.І., 2023. 46 с.
3. Вовканич Л.С. Біологічний вік людини. Л., Сполом, 2009. 92 с.
4. Гриньків М.Я., Вовканич Л.С., Музика Ф.В. Спортивна морфологія (з основами вікової морфології): Навч. посібник. Львів, ЛДУФК, 2015.
5. Неведомська Є. О. Анатомія людини і спортивна морфологія: навч. посіб. для практичних і самостійних робіт для студ. вищ. навч. закл. / Є.О. Неведомська. К. : Київськ. ун-т імені Бориса Грінченка, 2019. 80 с.
6. Радько М.М. Спортивна морфологія: навчальний посібник / М.М. Радько, О.О. Воробйов, І.В. Марценяк, А.В. Бабюк, В.Г. Савка. Чернівці: Книги-XXI, 2005.- 196 с.

Додаткова

1. Артюшенко А.О. Основи навчання техніки рухових дій: навчально-методичний посібник / А.О. Артюшенко, Ю.О. Петренко, О.Ф. Артюшенко. Черкаси : ФОП Гордієнко Є.І., 2019. 78 с.
2. Козубенко О.С. Біомеханіка фізичних вправ: Навчально-методичний посібник / О.С. Козубенко, Ю.В. Тупеев. Миколаїв: МНУ імені В.О. Сухомлинського, 2015. 215с.
3. Петренко Ю.О. Біомеханіка людини (лабораторний практикум): навчально-методичний посібник / Ю.О. Петренко, А.О. Артюшенко, О.Д. Светлова. Черкаси : ФОП Гордієнко Є.І., 2023. 81 с.

Механіка

Напруження в пружному середовищі, Па:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E;$$

де ε – відносна деформація;

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{L_1 - L}{L};$$

де L – початкова довжина зразка, м; L_1 – його кінцева довжина, м; $\Delta L = L_1 - L$ – абсолютна деформація, м.

E – модуль пружності, або модуль Юнга (Па), який дорівнює напрузі, що виникає внаслідок одиночної відносної деформації.

Механічне напруження σ , Н/м² або Па:

$$\sigma = \frac{F}{S};$$

де F – прикладена до зразка сила, Н; S – площа поперечного перерізу зразка, м².

Залежність деформації від часу для в'язко-пружного середовища (модель Кельвіна–Фойгта)

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma}{E} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right),$$

де $\tau = \frac{\eta}{E}$ – час релаксації деформації, с.

η – в'язкість речовини Па·с.

Закон Гука

$$F = -k\Delta l,$$

де k – коефіцієнт жорсткості, Н/м; Δl – абсолютна деформація, м; F – сила пружності, Н.

Коефіцієнт жорсткості k , Н/м:

$$k = \frac{E \cdot S}{L},$$

де E – модуль Юнга, Па; S – площа поперечного перерізу, м²; l – довжина тіла до деформації, м.

Потенційна енергія пружно-деформованого тіла E , Дж:

$$E = \frac{k \cdot (\Delta L)^2}{2},$$

де k – коефіцієнт жорсткості, Н/м; Δl – абсолютна деформація, м.

Рівняння Хілла

$$(F + a)(v + b) = (F_0 + a)b = a(v_{max} + b),$$

де F – м'язова сила чи зовнішня прикладена сила навантаження, Н; v – швидкість скорочення м'яза, м/с; F_0 – максимальна сила ізометричного скорочення, Н; v_{max} – максимальна швидкість скорочення м'яза, м/с; a – константа, Н; b – константа, м/с.

Швидкість скорочення м'яза v , м/с:

$$v = \frac{(F_0 - F) \cdot b}{F + a}.$$

Потужність скорочення м'яза $N_{заг}$, Вт:

$$N_{заг} = (F + a)v = (F_0 - F)b.$$

ККД скорочення м'яза η :

$$\eta = \frac{A}{A + Q} = \frac{P \cdot v}{N_{заг}},$$

де A – робота, Дж; Q – теплопродукція, Дж; $N_{заг}$ – загальна потужність, що розвиває м'яз, Вт; $N_{кор} = P \cdot v$ – корисна потужність, Вт.

Термодинаміка

Кількість теплоти Q – енергія, що передається від більш нагрітого тіла до менш нагрітого тіла, не пов'язана з перенесенням речовини і виконанням роботи.

Одиниці вимірювання – джоуль (Дж) та калорія (кал).

Співвідношення між одиницями: 1 кал = 4,18 Дж.

Кількість переданої теплоти за зміни температури на ΔT тіла масою, Дж:

$$Q = mc\Delta T = C\Delta T;$$

де m – маса речовини, кг; c – питома теплоємність речовини, Дж/(кг °С); C – теплоємність речовини, Дж/°С; ΔT – зміна температури, °С.

Теплота пароутворення Q , Дж:

$$Q = mL;$$

де Q – енергія, необхідна для перетворення рідини масою m кг, у пару; L – питома теплота пароутворення, Дж/кг.

Кількість переданої теплоти шляхом теплопровідності Q , Дж:

$$Q = \frac{k_T \cdot S}{l} \cdot (T_1 - T_2) \cdot t;$$

де k_T – коефіцієнт теплопровідності, Дж/(м с К); S – поверхня тіла, м²; l – довжина тіла, м; $T_1 - T_2$ – різниця температур, К; t – час, с.

Кількість переданої теплоти шляхом конвекції Q , Дж:

$$Q = k_k \cdot S_k \cdot (T_1 - T_2) \cdot t;$$

де k_k – коефіцієнт конвекції, що залежить від швидкості руху рідини або газу, Дж/(м² с К); S_k – площа тіла, що зазнає дії конвекційних потоків, м²; $T_1 - T_2$ – різниця температур, К; t – час, с.

Кількість переданої теплоти шляхом випромінювання Q , Дж:

$$Q = k_v \cdot e \cdot S_v \cdot (T_1^4 - T_2^4) \cdot t;$$

де e – випромінювальна здатність тіла (для світлошкірих людей $e = 1$); $k_v = 5,1 \cdot 10^{-8}$ Дж/(с м² К⁴) – коефіцієнт випромінювання шкіри людини; S_v – поверхня тіла, що бере участь у випромінюванні, м²; T_1 – температура тіла, К; T_2 – температура довкілля, К; t – час, с.

Маса речовини m , кг:

$$m = \rho \cdot V;$$

де V – об'єм, що займає речовина, м³; ρ – густина речовини, кг/м³.

Зв'язок температури t , вираженої у градусах Цельсія, °С із абсолютною температурою T , що вимірюється у Кельвінах, К:

$$T = 273 + t.$$

КАРТА АНТРОПОМЕТРИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

Прізвище, ім'я, по-батькові _____

Курс, група _____

Рік народження _____

Спортивна спеціалізація _____

Спортивний стаж _____

Дата дослідження _____

№	Вимірюваний показник	Величина показника	
I	Маса тіла (кг)		
II	Ріст (стоячи, см)		
	Ріст (сидячи, см)		
III	Висота антропометричних точок:	справа, см	зліва, см
	верхньогрудинної		
	акроміальної		
	променевої		
	шилоподібної		
	пальцевої		
	клубовогребеневої		
	передньої клубово-остистої		
	лобкової		
	верхньої великогомілкової		
нижньої великогомілкової			
IV	Поздовжні розміри тіла, см		
	довжина тулуба		
	довжина руки		

	довжина плеча		
	довжина передпліччя		
	довжина кисті		
	довжина ноги		
	довжина стегна		
	довжина гомілки		
	довжина стопи		
V	Діаметри, см		
	акроміальний (ширина плечей		
	поперечний грудної клітки		
	сагітальний грудної клітки		
	клубовогребеневий (ширина тазу)		
	дистальної частини плеча		
	дистальної частини передпліччя		
	дистальної частини стегна		
	дистальної частини гомілки		
VI	Обводів розміри тіла, см		
	обвід грудної клітки:		
	а) в стані спокою		
	б) при максимальному вдиху		
	с) при максимальному видиху		
	д) екскурсія		
	обвід плеча:		
	а) у напруженому стані		
	б) у розслабленому стані		
	обвід передпліччя		
обвід стегна			
обвід найширшої частини			

	ГОМІЛКИ		
	обвід найвужчої частини		
	ГОМІЛКИ		