

Ю. М. ПАЛИВОДА

ФІЗИОЛОГІЯ СПОРТУ

*Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт*



Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя

Ю. М. ПАЛИВОДА

ФІЗІОЛОГІЯ СПОРТУ

*Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт*

Ніжин – 2026

УДК 612.76:796(076)

П14

Рекомендовано Вченою радою
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
(НДУ ім. М. Гоголя)
Протокол № 11 від 30.04.2026 р.

Рецензенти:

Мхітарян Л. С. – професор кафедри біології Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя, доктор медичних наук, професор.

Омельчук О. В. – доцент кафедри фітнесу та адаптивного спорту Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, кандидат педагогічних, доцент.

Паливода Ю. М.

П14 **Фізіологія спорту: методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт.** – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2026. – 88 с.

Методичні рекомендації містять лабораторні роботи, контрольні питання і ситуаційні завдання з основних розділів курсу «Фізіологія спорту». Перед кожною лабораторною роботою є коротка теоретична частина, наведена методика проведення досліджень та обробки отриманих результатів. В кінці кожного розділу наводяться ситуаційні завдання для самоперевірки знань.

Призначені для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності А4.11 Середня освіта (Фізична культура). Посібник може бути корисним викладачам та практичним працівникам.

УДК 612.76:796(076)

© Паливода Ю. М., 2026

© НДУ ім. М. Гоголя, 2026

ЗМІСТ

Список скорочень.....	5
Техніка безпеки під час роботи в лабораторії.....	6
РОЗДІЛ 1. Фізіологічні показники фізичного здоров'я та фізичного стану людини.....	8
Лабораторна робота № 1. Визначення основних фізіологічних показників фізичного здоров'я людини.....	13
Лабораторна робота № 2. Оцінка рівня фізичного стану організму за бальною системою контролю «Контрекс-2».....	15
Ситуаційні завдання (самостійна робота).....	21
РОЗДІЛ 2. Фізіологія м'язової діяльності та проявів сили при фізичних навантаженнях різної потужності.....	23
Лабораторна робота № 3. Фізіологічна характеристика статичних м'язових зусиль.....	31
Лабораторна робота № 4. Особливості фізіологічних реакцій організму при роботі максимальної та субмаксимальної потужності.....	35
Лабораторна робота № 5. Особливості фізіологічних реакцій організму при роботі великої, помірної та змінної потужності.....	39
Лабораторна робота № 6. Оцінка різних видів прояву сили м'язів.....	45
Ситуаційні завдання (самостійна робота).....	48
РОЗДІЛ 3. Оцінка фізичної працездатності організму.....	50
Лабораторна робота № 7. Визначення загальної фізичної працездатності організму людини за індексами Руф'є та Руф'є-Діксона.....	53
Лабораторна робота № 8. Визначення загальної фізичної працездатності за допомогою індексу Гарвардського степ-тесту.....	54
Лабораторна робота № 9. Визначення фізичної працездатності за допомогою PWC₁₇₀.....	58
Ситуаційні завдання (самостійна робота).....	65

РОЗДІЛ 4. Адаптаційні реакції організму на фізичні навантаження	66
Лабораторна робота № 10. Оцінка довгочасної адаптації організму до тренувальних навантажень за показником адаптаційного потенціалу.....	68
Ситуаційні завдання (самостійна робота).....	70
РОЗДІЛ 5. Функціональний стан серцево-судинної та дихальної систем при фізичному навантаженні	72
Лабораторна робота № 11. Оцінка функціонального стану серцево-судинної системи під час фізичного навантаження.....	74
Лабораторна робота № 12. Оцінка швидкості відновлення серцево-судинної системи після фізичних навантажень	78
Лабораторна робота № 13. Оцінка функціонального стану дихальної системи під час фізичного навантаження.....	80
Ситуаційні завдання (самостійна робота).....	83
ДОДАТОК.....	85
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	87

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ

- АП – адаптаційний потенціал
АТ – артеріальний тиск
ВІК – вегетативний індекс Кердо
ДО – дихальний об'єм
ДТ – діастолічний артеріальний тиск
ЖЄЛ – життєва ємність легень
ЗВІ – зрісто-ваговий індекс
ІГСТ – індекс Гарвардського степ-тесту
ІМТ – індекс маси тіла
ІР – індекс Руф'є
ІРД – індекс Руф'є-Діксона
КВП – коефіцієнт відновлення пульсу
КЗ – кисневий запит
КП – кисневий пульс
МВЛ – максимальну вентиляцію легень
МСК – максимального споживання кисню
НМТ – нормальна маса тіла
ПК – поглинання кисню
ПТ – пульсовий тиск
ПЯР – показник якості реакції
СІ – силовий індекс
СК – споживання кисню
СОК – систолічний об'єм крові
СТ – систолічний артеріальний тиск
ХОК – хвилинний об'єм крові
ЧД – частоту дихання
ЧСС – частота серцевих скорочень

ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПІД ЧАС РОБОТИ В ЛАБОРАТОРІЇ

Для успішного виконання лабораторних завдань з курсу «Фізіологія спорту» потрібно дотримуватися основних правил роботи в лабораторії:

1. До роботи в лабораторії допускаються студенти, які пройшли інструктаж з техніки безпеки та розписалися в журналі інструктажу.
2. Під час занять необхідно виконувати лише ті завдання, які передбачені навчальною програмою та дозволені викладачем.
3. Забороняється працювати в лабораторії без присутності викладача або лаборанта.
4. Одяг має бути зручним, не обмежувати рухів; спортивне взуття – закрите, з неслизькою підошвою.
5. Довге волосся повинно бути зібране; прикраси та сторонні предмети слід зняти.
6. Забороняється вживати їжу, напої та жувальну гумку в лабораторії.
7. Перед початком роботи необхідно перевірити справність приладів (тонометрів, спірометрів тощо).
8. Забороняється вмикати електроприлади з пошкодженими проводами або корпусом.
9. Усі електроприлади слід використовувати тільки за призначенням та згідно з інструкціями.
10. Підключення та налаштування складного обладнання здійснюється лише з дозволу викладача.
11. Забороняється торкатися електроприладів вологими руками.
12. Після завершення роботи прилади необхідно вимкнути від електромережі.
13. Перед і після виконання досліджень необхідно мити та/або дезінфікувати руки.

14. При контакті зі шкірою досліджуваного використовувати одноразові серветки, мундштуки, електроди або захисні насадки.
15. Забороняється повторне використання одноразових матеріалів.
16. У разі пошкодження шкіри або появи крові роботу необхідно негайно припинити та повідомити викладача.
17. Перев'язувальні матеріали (вата, бинти, серветки), необхідні розчини та медикаменти знаходяться в аптечці першої медичної допомоги, якою забезпечена лабораторія.
18. Усі використані матеріали слід утилізувати відповідно до санітарних вимог.
19. До виконання фізіологічних проб допускаються лише особи без медичних протипоказань.
20. Перед початком навантаження необхідно провести інструктаж досліджуваного та пояснити хід виконання проби.
21. Фізичне навантаження має відповідати віку, рівню підготовленості та стану здоров'я досліджуваного.
22. Забороняється різке припинення інтенсивних вправ без поступового зниження навантаження.
23. У разі запаморочення, болю в грудях, різкої задишки чи нудоти навантаження слід негайно припинити.
24. При травмі, раптовому погіршенні самопочуття або несправності обладнання необхідно негайно повідомити викладача.
25. Самостійно усувати несправності обладнання забороняється.
26. Після закінчення лабораторного заняття слід привести робоче місце до порядку.
27. Усі прилади та матеріали необхідно повернути на відведені місця.
28. Про виявлені недоліки або пошкодження обладнання слід повідомити викладача.

РОЗДІЛ 1. ФІЗІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ФІЗИЧНОГО ЗДОРОВ'Я ТА ФІЗИЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Теоретичні відомості

Частота серцевих скорочень (ЧСС) у спокої. Цей показник дає змогу оцінити функціонування серця. При частому пульсі нетреноване серце виконує приблизно 14 тисяч зайвих скорочень за добу, що призводить до його більш швидкого зношування. Чим рідша частота серцевих скорочень (ЧСС) у стані спокою, тим сильніший серцевий м'яз. У таких випадках серце працює економніше: за одне скорочення відбувається більший викид крові, а періоди відпочинку між скороченнями збільшуються.

Зі збільшенням тривалості занять фізичними вправами оздоровчого характеру, особливо аеробними (ходьба, плавання тощо), спостерігається зниження ЧСС у спокої. Якщо після кількох років тренувань не вдалося досягти діапазону 50-70 скорочень за хвилину, це може свідчити про неправильний підхід до занять.

Проте знижувати ЧСС до рівня 40 ударів за хвилину чи нижче немає необхідності. Треба враховувати, що після 24-36 годин голодування або обливання холодною водою ЧСС може тимчасово зменшитися на 6-10 ударів за хвилину. Утім, при визначенні балів оцінювання потрібно брати до уваги значення ЧСС у звичайному стані – вранці після пробудження в положенні лежачи. Якщо частота скорочень перевищує 80 ударів за хвилину, це називається тахікардією, а зниження ЧСС до рівня менше ніж 60 ударів за хвилину називається брадикардією.

При контролі ЧСС слід також звернути увагу на ритмічність пульсу та його належне наповнення.

ЧСС вимірюють у положенні лежачи після п'ятихвилинного відпочинку або вранці після сну шляхом підрахунку пульсу (коливань артерій) на зап'ясті або шиї. В основі реєстрації пульсу лежить пальпаторний метод.

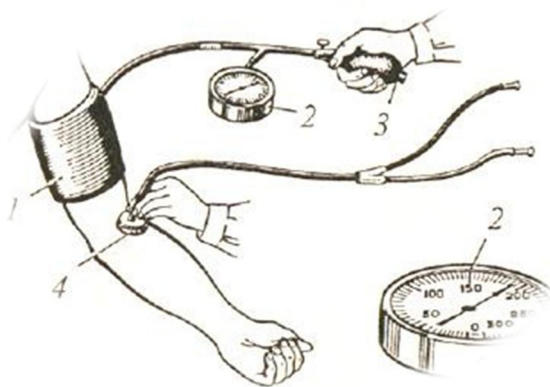


Він полягає у промацуванні та підрахунку пульсових хвиль. Зазвичай прийнято визначити пульс на променевої артерії біля основи великого пальця, для чого 2-й, 3-й і 4-й пальці накладаються трохи вище променево-зап'ясткового суглоба, артерія намацується і притискається до кістки. У стані спокою пульс підраховують протягом однієї хвилини.

Наступним показником, який легко контролювати та який відображає надійність серцево-судинної системи, є артеріальний тиск (АТ). Для його вимірювання необхідно використовувати тонометр.

Вимірювання АТ має проводитися в спокійній комфортній обстановці за кімнатної температури. У приміщенні, де вимірюється артеріальний (кров'яний) тиск, має бути тихо. Досліджуваний повинен бути у зручній позі.

Визначається АТ на плечовій артерії. Для проведення вимірювання тиску необхідно оголити ліву руку досліджуваного. На плечі закріплюють манжету



таким чином, щоб її нижній край розташовувався на 2,5-3 см вище ліктьового згину. Манжета повинна щільно прилягати до шкіри, але не здавлювати тканини плеча. Для перевірки можна вставити вказівний і середній пальці під нижній край манжети – вони

мають вільно проходити.

Шланги, що сполучають манжету з манометром, не повинні бути перекрученими чи перетиснутими. Перед початком вимірювання стрілки

манометра мають стояти на позначці нуль. Фонендоскоп кладеться в області ліктьового згину на променеку артерію.

В манжету поступово нагнітають повітря до показника 160-180 мм рт.ст., доки пульс повністю зникне. Досягнувши потрібного рівня тиску, поступово випускають повітря із манжети. У процесі цього потрібно уважно слухати пульс за допомогою фонендоскопа. У момент появи першого звукового сигналу фіксують показання манометра – цей показник відповідає максимальному (систоличному) тиску. Продовжуючи слухати пульсові поштовхи, стежать за їхнім поступовим ослабленням. У той момент, коли поштовхи повністю зникають, знову фіксують показання манометра – це значення відповідає мінімальному (діастолічному) тиску.

Середні показники систолічного тиску у стані спокою становлять 110-130 мм рт.ст., а діастолічного – 60-80 мм рт.ст.

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) визначається за допомогою спірометра.



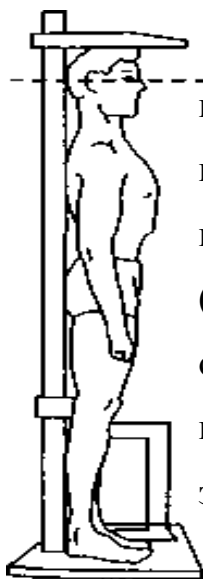
Досліджуваний знаходиться в положенні сидячи. Оскільки вимірювання засновані на аналізі ротового потоку повітря, необхідне використання носового затискача та контроль за тим, щоб губи досліджуваного щільно охоплювали спеціальний загубник і не було витоку

повітря повз загубник протягом всього дослідження. Після декількох спокійних вдихів та видихів досліджуваний здійснює максимальний вдих з подальшим максимальним видихом в спірометр.

Встановлено, що існує зв'язок між об'ємом повітря, яке людина здатна видихнути за один раз (життєвою ємністю легень (ЖЄЛ)), та її працездатністю, витривалістю й стійкістю до різних захворювань. Якщо поділити ЖЄЛ (в мілілітрах) на масу тіла (в кілограмах), визначається так званий життєвий показник. Його нижня межа, при якій ризик захворювань суттєво зростає, становить для чоловіків 55 мл/кг, а для жінок – 45 мл/кг.

Регулярні оздоровчі тренування (на відміну від активного відпочинку) можуть підвищити життєвий показник навіть у осіб старше 60 років. У таких випадках він може перевищувати 70 мл/кг у чоловіків і 60 мл/кг у жінок. Досягти цього можливо за умови дотримання правильного співвідношення засобів оздоровчого тренування.

Індекс маси тіла (ІМТ) – величина, що показує рівень відповідності маси людини та її зросту, дозволяючи тим самим приблизно визначити, чи є вага недостатньою, нормальною або надлишковою.



При вимірі зросту обстежуваний повинен стояти на платформі ростоміра випроставшись, злегка випнувши груди і втягнувши живіт, руки по швах, п'яти разом, шкарпетки нарізно. При цьому він стосується вертикальної планки (стійки) ростоміра п'ятами, сідницями та міжлопатковою областю, голова трохи нахилена. Лінія, проведена від верхнього краю козелка вуха до нижнього краю очної ямки, знаходиться на горизонтальному рівні.

Горизонтальну планку ростоміра підводять до найвищої точки голови, точність виміру – до 0,5 см.

Визначення маси тіла здійснюється шляхом зважування досліджуваного на



медичних терезах, які перед початком зважування обов'язково мають бути відрегульовані. Досліджуваний стає на середину майданчика ваг обличчям до експериментатора. Зважування проводять натще, без одягу та взуття.

Для оцінки рівня здоров'я, можна використовувати зрісто-ваговий індекс, який Звідображає життєздатність людини. Зрісто-ваговий індекс (ЗВІ) розраховується шляхом віднімання маси тіла (у кг) від зросту (у см). Будь-яка зміна цього показника після 18–20 років свідчить про порушення обмінних процесів в організмі та вказує на необхідність термінового втручання для стабілізації показника в оптимальних межах.

При визначенні нормальної маси тіла не слід враховувати вік, особливо після 30 років, як це пропонують деякі автори. Орієнтування на подібну "виправлену" масу тіла може призводити до погіршення стану здоров'я й виникнення так званих "нормальних хвороб старіння".

Досягти ідеальної ваги для підтримки здоров'я та довголіття, яка знаходиться в межах індексу 105–115 (залежно від ширини кістки), можна завдяки спеціальному харчуванню та аеробним фізичним вправам.

Визначення ступеню розвитку мускулатури – кистьова динамометрія. Використовується для оцінки сили згинання кисті. Динамометр тримають у руці,



повернувши циферблат до себе. Під час вимірювання руку повністю витягують убік на рівні плеча і максимально стискають прилад. Для кожної руки проводять по два виміри, фіксуючи кращий результат. У середньому, сила правої кисті у чоловіків становить 35-50 кг, у жінок – 15-25 кг. Сила лівої кисті, зазвичай, нижча на 5-7 кг.

Для об'єктивної оцінки результатів динамометрії слід брати до уваги не лише абсолютне значення сили, а й співвідношення її до маси тіла. Відносна величина м'язової сили вважається більш точним показником, оскільки збільшення сили під час тренувань часто супроводжується підвищенням ваги тіла та зростанням м'язової маси.

М'язову силу можна оцінити за силовим індексом. Наприклад, сила правої кисті дорівнює 52 кг, а маса тіла – 76 кг. Щоб визначити відносний показник сили, множимо 52 на 100 і ділимо на 76. Отримуємо результат – 68,4%. У нетренованих молодих чоловіків цей показник зазвичай перебуває в межах 60-70% від маси тіла, а у жінок – 45-50%.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ФІЗІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ФІЗИЧНОГО ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ

Мета: Вивчити основні фізіологічні показники фізичного здоров'я людини та навчитися визначати й оцінювати функціональний стан серцево-судинної та дихальної систем людини.

Матеріали та обладнання: тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундоміри, спирт, вата, ростомір, медичні ваги, динамометр.

Хід роботи

1. *Вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС).* Після перебування в положенні лежачи (сидячи) протягом щонайменше 3-5 хвилин у досліджуваного визначають частоту пульсу, рахуючи удари за 15 секунд. Отриманий результат помножують на 4, щоб обчислити вихідну частоту серцевих скорочень за одну хвилину. Для точності процедури досліджувач розташовує ліву руку досліджуваного на столі поруч із секундоміром. Отримані результати дослідження занести до таблиці.

2. *Визначення артеріального тиску (АТ).* Згідно вказівок визначити систолічний артеріальний тиск (СТ) та діастолічний артеріальний тиск (ДТ). Для отримання більш точних результатів вимір повторіть кілька разів з інтервалом 3–5 хв. Результати дослідження занести до таблиці.

3. *Визначення життєвої ємності легень (ЖЄЛ).* Згідно вказівок та використовуючи спірометр, визначить життєву ємність легень (ЖЄЛ). Для отримання більш точних результатів вимір повторіть з інтервалом 3–5 хв. Отримані результати дослідження занести до таблиці.

4. *Визначення зросту.* Зріст вимірюють за допомогою ростоміра. Результати дослідження занесіть до таблиці.

5. *Визначення маси тіла.* Визначення маси тіла здійснюється шляхом зважування досліджуваного на медичних терезах. Отримані результати занести до таблиці.

6. *Визначення індексу маси тіла (ІМТ).*

Розраховується за формулою: $ІМТ = \frac{\text{вага (кг)}}{\text{зріст}^2(\text{м})}$.

Результати занести до таблиці.

7. *Визначення зріст-вагового індексу (ЗВІ).*

Розраховується за формулою: $ЗВІ = \text{зріст (см)} - \text{вага (кг)}$.

Результати занести до таблиці.

8. *Визначення силового індексу (СІ).* Для отримання показників динамометрії сильної кисті вимір виконати на правій та лівій руці. середня сила лівої руки зазвичай на 5-7 кг менша, ніж правої (у правшів).

Для об'єктивності обчислюють силу відносно ваги тіла за формулою:

$$СІ = \frac{\text{сила кисті (кг)}}{\text{Вага тіла (кг)}} \times 100\%$$

Результати занести до таблиці.

Показник	Результати дослідження
ЧСС, уд.за хв	
СТ, мм рт.ст.	
ДТ, мм рт.ст.	
ЖЄЛ	
Зріст, см	
Маса тіла, кг	
Вік	
Індекс маси тіла (ІМТ)	
Зріст-ваговий індекс (ЗВІ)	
Силовий індекс (СІ)	

За результатами дослідження зробити висновок.

Контрольні питання:

1. Які фізіологічні показники використовують для оцінки рівня фізичного здоров'я людини у фізіології спорту?

2. Яке функціональне значення мають показники серцево-судинної системи (ЧСС, АТ) у визначенні фізичного здоров'я?
3. Яку інформацію про стан дихальної системи надають такі показники, як життєва ємність легень, частота дихання та хвилинний об'єм вентиляції?
4. Яке діагностичне значення мають антропометричні та функціональні показники при комплексній оцінці фізичного здоров'я людини?
5. Як зміни основних фізіологічних показників відображають рівень тренуваності та адаптаційні можливості організму?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ОЦІНКА РІВНЯ ФІЗИЧНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ ЗА БАЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ КОНТРОЛЮ «КОНТРЕКС-2»

Мета: дослідження рівня фізичного стану організму за допомогою комплексного методу.

Матеріали та обладнання: медичні ваги, тонометр, сходинка, лінійка, каремат, секундомір.

Хід роботи

Для комплексної оцінки функціональних можливостей серцево-судинної системи організму та рівня фізичної підготовки на практиці застосовується бальна система контролю Контрекс-2. Це універсальна діагностична методика, рекомендована для регулярного медико-педагогічного моніторингу. Завдяки системі Контрекс-2 можна не лише оцінити загальний рівень фізичної підготовки, але й проаналізувати її структуру. Вона відзначається простотою використання та високою надійністю, що дозволяє застосовувати її як для індивідуального, так і взаємного контролю під час самостійних занять фізичними вправами.

Методика передбачає систему бальної оцінки, яка охоплює одинадцять показників. З них п'ять є медичними: вік, маса тіла, артеріальний тиск, частота серцевих скорочень і швидкість відновлення пульсу. Решта шість стосуються

моторних параметрів, серед яких гнучкість, швидкість, динамічна сила, швидкісна витривалість, швидкісно-силова підготовка та загальна витривалість.

1. *Вік*. За кожен прожитий рік нараховується один бал. Наприклад, для 18-річного віку відповідно додають 18 балів.

2. *Маса тіла*. Дослідження вказують на майже пряму залежність між надмірною масою тіла та ранньою смертністю. Нормальна маса тіла (НМТ) оцінюється в 30 балів. НМТ визначають за такими формулами:

$$\text{НМТ для чоловіків} = 50 + (\text{зріст} - 150) \times 0,75 + \frac{(\text{вік} - 21)}{4}$$

$$\text{НМТ для жінок} = 50 + (\text{зріст} - 150) \times 0,32 + \frac{(\text{вік} - 21)}{5}$$

Наприклад, оптимальна маса тіла для чоловіка віком 25 років, зростом 180 см і масою тіла 80 кг становить:

$$50 + (180 - 150) \times 0,75 + (25 - 21)/4 = 73,5 \text{ кг}$$

При перебільшенні вікової норми на 5 кг із загальної суми балів віднімають $5 \times 5 = 25$ балів.

3. *Артеріальний тиск*. Нормальний показник артеріального тиску оцінюється у 30 балів. Якщо систолічний чи діастолічний тиск перевищує розрахункові показники, за кожні 5 мм рт. ст. від загальної суми балів віднімається 5. Нормальні значення артеріального тиску визначаються за наступними формулами:

Для чоловіків: $СТ = 109 + (0,5 \times \text{вік}) + (0,1 \times \text{масу тіла})$

$$ДТ = 74 + (0,1 \times \text{вік}) + (0,15 \times \text{масу тіла})$$

Для жінок: $СТ = 102 + (0,7 \times \text{вік}) + (0,15 \times \text{масу тіла})$

$$ДТ = 78 + (0,17 \times \text{вік}) + (0,1 \times \text{масу тіла})$$

Наприклад, для чоловіка віком 50 років із вагою 85 кг артеріальний тиск становить 150/90 мм рт. ст.

Розрахунок вікової норми систолічного тиску:

$$109 + (0,5 \times 50) + (0,1 \times 85) = 142,5 \text{ мм рт.ст.}$$

Норма діастолічного тиску:

$$74 + (0,1 \times 50) + (0,15 \times 85) = 92 \text{ мм рт.ст.}$$

Оскільки систолічний тиск перевищує норму на 7 мм рт. ст., із загальної суми віднімається 5 балів.

4. *Пульс у спокої*. За кожен удар пульсу менше 90 у хвилину нараховується по 1 балу. Наприклад, пульс 70 ударів за хвилину дає 20 балів. Якщо пульс становить 90 і більше ударів на хвилину, бали не додаються.

5. *Гнучкість*. Це параметр, який оцінюється таким чином: стоячи на підвищенні з прямими колінами, необхідно нахилитися вперед і торкнутися позначки нижче нульової точки, яка знаходиться на рівні стоп. Позицію утримують не менше 2 секунд. За досягнення вікової норми нараховується 1 бал, а за кожен сантиметр нижче норми додається ще 1 бал. Якщо норматив не виконано, бали не нараховуються. Тест проводиться тричі підряд і враховується кращий результат (нормативи наведені в таблиці).

Наприклад, юнак у віці 20 років під час нахилу торкнувся позначки на 12 см нижче нульової точки. Для його віку норматив складає 10 см. За досягнення норми він отримує 1 бал, а за перевищення на 2 см - ще 2 бали, що в сумі становить 3 бали.

6. *Швидкість*. Це здатність людини миттєво реагувати на зовнішні подразники та виконувати швидкі рухи. Вона оцінюється за допомогою тесту "естафета", який перевіряє швидкість захоплення падаючої лінійки сильною рукою. Для виконання тесту сильніша рука з випростаними пальцями (долоня повернута ребром донизу) витягується вперед. Помічник утримує лінійку паралельно долоні обстежуваного на відстані 1-2 см, причому нульова позначка лінійки знаходиться нижче краю долоні. Після команди "увага" помічник протягом 5 секунд випускає лінійку. Завдання обстежуваного – якнайшвидше схопити її. Результат вимірюється в сантиметрах як відстань від нижнього краю долоні до нульової точки на лінійці. За виконання вікового нормативу додається 2 бали, а за кожний сантиметр менше нормативу – ще по 2 бали. Тест проводять тричі, і враховується найкращий результат.

Наприклад, юнак 20 років під час тестування показав результат 9 см, що на 4 см краще від вікового нормативу. За виконання норми він отримує 2 бали, а за перевищення – $4 \times 2 = 8$ балів. Загальна кількість балів становить 10.

7. Динамічна сила. Як одна з рухових характеристик, сила визначає здатність людини долати зовнішній опір (динамічна сила) та протидіяти зовнішнім силам завдяки м'язовому напруженню (статична сила). Динамічна сила оцінюється через вимірювання максимальної висоти стрибка вгору з місця. Для виконання тесту обстежуваний стає боком до стіни, на якій вертикально прикріплена шкала (до 1 м). Стоячи на підлозі і не відриваючи п'ят від поверхні, учасник простягає активну руку максимально високо, торкаючись шкали. Далі потрібно відійти від стіни на відстань 15-30 см і виконати стрибок з місця, відштовхуючись обома ногами, при цьому активною рукою торкнутися шкали якомога вище. Різниця між результатами першого і другого торкань відповідає висоті стрибка. За виконання нормативу нараховується 2 бали, а за кожен додатковий сантиметр понад норму – ще по 2 бали. Тест виконується тричі, і враховується найкращий результат.

Наприклад, юнак 20 років досяг висоти стрибка в 57 см, що перевищує вікову норму на 5 см. За виконання нормативу йому нараховується 2 бали, а за перевищення – $5 \times 2 = 10$ балів. Загальна кількість балів становить $10 + 2 = 12$.

8. Швидкісна витривалість. Оцінка здійснюється на основі максимальної кількості підйомів ніг під прямим кутом із положення лежачи на спині за 20 секунд. За дотримання нормативу та кожен додатковий підйом понад норму нараховується по 3 бали.

Якщо юнак віком 20 років за 20 секунд виконав 21 підйом ніг, що на 4 більше, ніж встановлена норма, то йому за виконання нормативу присуджується 3 бали. Додаткові 4 підйоми приносять ще 12 балів (4×3). У підсумку юнак отримує загалом 15 балів.

9. Швидкісно-силова витривалість. Результат визначається за кількістю максимально можливих згинань рук за 30 секунд у положенні упору руками об підлогу. Для жінок тест виконується з положення на колінах. За виконання

встановленого нормативу та кожне додаткове згинання понад нього нараховується по 4 бали. Мінімальний можливий результат тесту становить 0 балів. Тест рекомендовано для осіб, які активно займаються фізичними вправами.

10. Загальна витривалість – це здатність організму виконувати тривалу м'язову роботу аеробного характеру із залученням великої кількості м'язових груп. На заняттях із груповою формою рівень розвитку загальної витривалості визначається шляхом проведення бігу на дистанцію 2000 м для чоловіків і 1700 м для жінок. Результат оцінюється за нормативним часом, поданим у таблиці. За дотримання нормативу нараховується 30 балів, а кожні 10 секунд швидше зазначеного часу додають 15 балів. Натуральний час, перевищений на кожні 10 секунд, зменшує загальну кількість балів на 5. Мінімальна оцінка за цей тест становить 0.

Через шість тижнів занять фізичними вправами загальна витривалість оцінюється за результатами 10-хвилинного бігу на найдовшу можливу дистанцію. Виконання нормативу приносить учаснику 30 балів. Кожні додаткові 50 метрів додають ще 15 балів, але недобір у 50 метрів коштує 5 балів від загальної кількості. Оцінка за цей тест також не може бути меншою за 0.

Наприклад, юнак віком 20 років пробіг за 10 хвилин 2750 метрів, що менше вікової норми на 150 метрів (норма – 2900 м). У такому випадку його підсумок становить $30-15=15$ балів.

Цей тест рекомендований для тих, хто регулярно займається фізичними вправами. Особи, які тільки розпочали тренування або займаються не більше шести тижнів, можуть оцінити свою загальну витривалість за допомогою непрямих методів. Для цього потрібно виконувати вправи, спрямовані на розвиток витривалості (біг, плавання, велосипед, веслування, лижі чи ковзани), п'ять разів на тиждень по 10 хвилин із частотою серцевих скорочень (ЧСС), що дорівнює різниці 170 мінус вік у роках (максимально можливий пульс – 185 мінус вік). При дотриманні цих умов нараховується 30 балів, якщо тренування проводяться чотири рази на тиждень – 25 балів, три рази – 20 балів, два рази – 10 балів, один раз – 5 балів. У разі невиконання вправ або недотримання зазначених вимог стосовно частоти пульсу або застосованих методів оцінка становить 0 балів. За виконання лише ранкової зарядки бали не нараховуються.

11. *Відновлення пульсу.* Для осіб, які почали тренування, після 5-хвилинного відпочинку у сидячому положенні потрібно виміряти пульс протягом 1 хвилини. Потім вони виконують 20 глибоких присідань за 40 секунд і знову займають сидяче положення. Через 2 хвилини повторно вимірюють частоту серцевих скорочень (ЧСС) протягом 20 секунд, а отриманий результат переводять на хвилинний показник. Результати оцінюються таким чином: якщо ЧСС відповідає вихідній величині (до навантаження), нараховують 30 балів; при перевищенні частоти на 10 ударів – 20 балів, на 15 ударів – 10 балів, на 20 ударів – 5 балів; якщо ЧСС зростає більше ніж на 20 ударів, із загального балу віднімають 10 балів.

Нормативи рухових тестів для оцінки основних фізичних якостей

Вік	Гнучкість		Швидкість		Динамічна сила, см		Швид. витрив. к-сть		Швид.-сил. витрив. к-сть		Загальна витривалість			
	см		м								10 хв біг, м		2000	1700
	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	ч	ж	хв	
19	9	10	13	15	51	41	18	15	28	21	300	2065	7.00	8.43
20	9	10	13	15	52	40	18	15	27	20	2900	2010	7.10	8.56
21	9	11	14	16	53	38	17	14	26	19	2800	1960	7.20	9.13
22	9	10	14	16	53	38	17	14	26	19	2750	1970	7.30	9.23
23	8	9	14	16	52	37	17	14	26	19	2700	1875	7.40	9.36

Оцінити власний стан фізичної підготовки свого організму на основі проведених досліджень, використовуючи оціночну таблицю.

Рівні фізичної підготовки організму

<i>Рівень</i>	<i>Загальна кількість балів</i>
Низький	Менше 50
Нижче середнього	51-90
Середній	91-160
Вище середнього	161-250
Високий	250 і більше

На основі отриманих результатів досліджень зробити висновок про власний рівень фізичного стану.

Контрольні питання:

1. У чому полягає сутність та призначення системи експрес-оцінки фізичного стану «Контрекс-2»?
2. Показники функціонування яких фізіологічних систем використовуються в оцінюванні за методикою «Контрекс-2»?
3. Як у фізіології та теорії фізичного виховання визначаються такі рухові якості, як сила, витривалість, швидкість і гнучкість?
4. Які інші експрес-методи застосовують для визначення рівня фізичного стану організму?

Ситуаційні завдання

Завдання 1.

У студента 18 років у стані спокою зафіксовано:

- частота серцевих скорочень (ЧСС) – 56 уд./хв
- артеріальний тиск – 110/70 мм рт. ст.
- після 20 присідань за 30 секунд ЧСС зросла до 96 уд./хв і повернулася

до вихідного рівня через 2 хвилини.

1. Які фізіологічні показники оцінюють у даній ситуації?
2. Про що свідчить швидке відновлення ЧСС?
3. Як можна охарактеризувати фізичний стан студента?

Завдання 2.

У жінки 25 років визначено:

- життєва ємність легень (ЖЄЛ) – 2800 мл
- частота дихання у спокої – 18 дихальних рухів за хвилину
- після бігу на місці протягом 1 хв частота дихання – 32 за хв, відновлення

до норми через 4 хвилини.

1. Які показники фізичного здоров'я характеризують дихальну систему?
2. Чи можна вважати відновлення нормальним?
3. Який висновок щодо фізичного стану?

Завдання 3.

Чоловік 40 років має такі показники:

- індекс маси тіла (ІМТ) – 29 кг/м²
- ЧСС у спокої – 88 уд./хв
- артеріальний тиск – 145/90 мм рт. ст.
- після незначного фізичного навантаження з'являється задишка.

1. Які фізіологічні показники відхиляються від норми?
2. Про що свідчать ці зміни?
3. Які рекомендації можна запропонувати для покращення фізичного стану?

РОЗДІЛ 2. ФІЗІОЛОГІЯ М'ЯЗОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ПРОЯВІВ СИЛИ ПРІ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ РІЗНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Теоретичні відомості

Фізіологія м'язової діяльності відіграє ключову роль у фізіології спорту, адже саме м'язова робота становить основу будь-якої рухової активності людини. Вид і інтенсивність фізичних навантажень визначають характер функціональних реакцій організму, особливості енергетичного забезпечення роботи м'язів, а також рівень розвитку сили та витривалості.

Вивчення фізіології м'язової діяльності передбачає важливий етап – систематизацію фізичних вправ за їх фізіологічними характеристиками. Це дозволяє об'єктивно оцінити характер навантажень, визначити механізми енергетичного забезпечення і проаналізувати функціональні реакції організму.

На сьогодні загальноприйнятою вважається класифікація фізичних вправ, розроблена В. С. Фарфелем у 1970 році. У цій системі, враховуючи широкий спектр і різноманітність фізичних вправ, застосовано низку критеріїв для їх структурування. Представлений підхід забезпечує систематизацію вправ на основі їх характеру та фізіологічних особливостей.

Система фізіологічної класифікації фізичних вправ у спорті (за методикою В. С. Фарфеля, 1970):

1. Позиції тіла:

- Лежання
- Сидіння
- Стояння
- Опора на руки

2. Характер рухів:

1. Стереотипні (стандартні) рухи:

1. Рухи якісного значення (оцінка здійснюється в балах).
2. Рухи кількісного значення (оцінка виконується у фізичних одиницях: кілограми, метри, секунди).

Циклічні рухи:

- Залежно від зон потужності:
- Максимальна
- Субмаксимальна
- Висока
- Помірна

Ациклічні рухи:

- Власне-силового характеру
- Швидкісно-силові
- Прицільні

II. Ситуаційні (нестандартні) рухи:

- Спортивні ігри
- Єдиноборства
- Кросові змагання

Таким чином, наведена класифікація є базою для подальшого дослідження фізіологічних аспектів спорту, оскільки дозволяє систематично аналізувати різні види рухової активності.

Усі спортивні вправи, за класифікацією Фарфеля, поділяються спершу на позиції та рухи. Надалі рухи диференціюються за критерієм їх стандартності: на стандартні або стереотипні (з повторюваною послідовністю дій) і нестандартні чи ситуаційні (наприклад, спортивні ігри, єдиноборства). Стандартні рухи, у свою чергу, розподіляються на дві групи відповідно до типу оцінювання спортивного результату. Це вправи якісного значення, що отримують оцінку у балах (гімнастика, фігурне катання, стрибки у воду тощо), і вправи кількісного значення, оцінювані в одиницях вимірювання (кілограми, метри, секунди). Серед останніх виділяються вправи з різною структурою: циклічні та ациклічні.

Ациклічні вправи поділяються на три підгрупи: власне силові (важка атлетика), швидкісно-силові (стрибки, метання) та прицільні (стрільба).

У процесі виконання вправ у сталих позиціях людина здійснює статичну роботу. При цьому м'язи функціонують в ізометричному режимі, що означає

відсутність механічної роботи (її значення дорівнює нулю). Однак, з фізіологічної точки зору, така діяльність супроводжується енергетичними витратами й певним навантаженням, що оцінюється за тривалістю виконання роботи. У центральній нервовій системі формується домінуючий робочий осередок, спричиняючи гальмування в незадіяних нервових центрах.

Статична робота характеризується безперервним скороченням активних м'язів, що обумовлює її більшу інтенсивність і важкість порівняно з роботою динамічного характеру. Такий вид роботи супроводжується значним зниженням кровопостачання м'язів, водночас спостерігається підвищення артеріального тиску. Якщо напруга м'язів перевищує 30% від їх максимальної сили, кровообіг у м'язовій тканині повністю припиняється.

Статичні вправи характеризуються явищем, відомим як феномен статичних зусиль (феномен Ліндгарта-Верещагіна). Суть цього феномена полягає в тому, що посилення дихання та активність кровообігу більш виражені після виконання вправи, а не під час її виконання. Причина цього явища пов'язана з сильною напругою м'язів, що призводить до стискання кровоносних судин, зменшення кровопостачання та надходження кисню до м'язів.

Після завершення навантаження кровопостачання відновлюється, а продукти анаеробного розпаду (наприклад, молочна кислота) потрапляють у кров, викликаючи стимуляцію нервових центрів, які регулюють функції дихальної та серцево-судинної систем. Це призводить до підвищення їх активності.

Часто статичні зусилля супроводжуються так званим явищем напруження. Воно виникає на видиху при закритій голосовій щілині та супроводжується затримкою дихання, підвищенням артеріального тиску, зниженням притоку крові до серця та збільшенням серцевого об'єму крові (СОК). У деяких випадках це може спричинити порушення мозкового кровообігу, що іноді завершується втратою свідомості. Деталі цього процесу наведено в таблиці.

Характеристика змін в організмі при статичній роботі

Сумарний кисневий запас	2 л
Величина кисневого боргу	2 л
Відношення спожитого кисню до кисневого запиту	1/2 - 9/10

Циклічні вправи, виконувані з граничною тривалістю навантаження, поділяють на зони відносної потужності: максимальна (до 10-30 секунд), субмаксимальна (від 30-40 секунд до 3-5 хвилин), велика (від 5-6 хвилин до 20-30 хвилин) і помірна (від 30-40 хвилин до кількох годин). Важливо враховувати, що фізичне навантаження не дорівнює фізіологічному впливу на організм людини, де ключовим показником фізіологічного навантаження є граничний час виконання вправ у таких видах спорту, як біг, ковзанярський спорт, плавання.

Навантаження максимальної потужності забезпечується головним чином за рахунок енергії, отриманої в процесах анаеробного окислення, належить до анаеробних алактатних навантажень і переважно виконуються на 90-95% завдяки фосфогенній системі енергозабезпечення. Така активність характерна для спринтерського бігу на дистанціях 60, 100 і 200 метрів, плавання на 25 і 50 метрів, велосипедних перегонів на 200 і 500 метрів тощо.

У ці моменти одиничний витрат енергії може бути дуже високим, проте його сумарне значення залишається мінімальним. Незважаючи на значний кисневий запит, він покривається лише частково через коротку тривалість навантаження, а кисневий борг лишається невеликим. Період тренування є надто коротким для формування істотних адаптивних змін у роботі дихальної та кровоносної систем.

Високий рівень нервового збудження перед стартом спричиняє збільшення частоти серцевих скорочень до високих показників. Одночасно підвищується рівень глюкози в крові через активне вивільнення вуглеводів із печінки, що призводить до стану гіперглікемії.

Основну роль у виконанні роботи в зоні максимальної потужності відіграють центральна нервова система і руховий апарат.

Характеристика змін в організмі при роботі максимальної потужності

Відносна витрата енергії	4ккал/с
Сумарна витрата енергії	20-80 ккал/с
Хвилинний кисневий запит	40,0 л/с
Сумарний кисневий запит	6-13л
Сумарне споживання кисню	0,3 на 100м
Відношення споживання кисню до кисневого запиту	Менш 1/10
Відносне споживання кисню (у% від МПК)	незначне
Кисневий борг	7-10 л
Концентрація молочної кислоти в крові	незначна
Хвилинний об'єм дихання	30-40 л/хв
Частота подихів	90 подихів/хв
Дихальний об'єм	0,4 л
Частота серцевих скорочень	150-200 уд/хв
Ударний об'єм крові	100-120мл
Систолічний артеріальний тиск	150-180 мм.рт.ст.
Концентрація глюкози в крові	3,9-6,1 ммоль/л

Функціонування організму за умов субмаксимального рівня потужності забезпечується енергетичними процесами, що виникають у результаті анаеробно-аеробного окислення. Водночас, через коротку тривалість виконання навантаження, основним джерелом енергозабезпечення є реакції анаеробного гліколізу. Ці процеси супроводжуються значним підвищенням концентрації молочної кислоти в крові, що може спричиняти зниження рівня рН до 7,0 і навіть нижче. Зростання кисневих потреб організму в таких умовах призводить до формування кисневого боргу, величина якого здатна досягати граничних значень.

Провідними фізіологічними системами, що відіграють центральну роль у підтримці функціонування організму за умов субмаксимального навантаження, є центральна нервова система та системи транспорту газів крові (дихальна, серцево-судинна система та система кровообігу). Показники функціональної

активності цих систем досягають свого максимуму під час виконання такого виду фізичної роботи. У подібних ситуаціях доцільним є визначення прямого показника фізичної працездатності, зокрема максимального споживання кисню (МСК), що представлено у таблиці.

***Характеристика змін в організмі
при роботі субмаксимальної зони потужності***

Відносна витрата енергії	1,5-0,6 ккал/с
Сумарна витрата енергії	150-450 ккал
Хвилинний кисневий запит	8,5-25,0 л/хв
Сумарний кисневий запит	19-32 л
Сумарне споживання кисню	4-5 л/хв
Відношення споживання кисню до кисневого запиту	1/3
Відносне споживання кисню (у% від МПК)	100%
Кисневий борг	До 20-22 л
Концентрація молочної кислоти в крові	20-25 ммоль/л
Хвилинний об'єм дихання	До 150 л/хв
Частота подихів	50-70 подихів/хв
Дихальний об'єм	До 2-3 л
Частота серцевих скорочень	180-200 уд/хв
Ударний об'єм крові	150-200 мл
Систолічний артеріальний тиск	180-220 мм.рт.ст.
Концентрація глюкози в крові	3,9-5,5 ммоль/л

Адаптивні зміни в системі енергозабезпечення організму при роботі високої потужності насамперед визначаються потребою в кисні, яка відома як кисневий запит (КЗ). Під час виконання таких інтенсивних завдань рівень КЗ значно перевищує можливості серцево-судинної системи у транспортуванні кисню до активно працюючих органів. Водночас співвідношення між споживанням кисню та величиною КЗ у цьому випадку перевищує показники,

характерні для роботи в умовах максимальної та субмаксимальної потужності. Енергетичне забезпечення діяльності великої потужності переважно здійснюється за рахунок аеробного обміну. Значна тривалість і висока інтенсивність таких навантажень стимулюють повне задіяння функцій серцево-судинної та дихальної систем.

Робота помірної потужності також забезпечується переважно аеробним шляхом окислення. Після вичерпання запасів глюкози для енергетичного забезпечення активізується окислення жирів. Така фізична діяльність характерна для бігу на довгі дистанції (20-30 км), марафонських забігів, шосейних велогонок, лижних перегонів на 30 і 50 км, а також спортивної ходьби. Хоча миттєві енерговитрати при такій інтенсивності роботи незначні, їх сумарний обсяг може досягати дуже великих величин. Споживання кисню при таких навантаженнях становить приблизно 70-80% від максимальної споживної можливості кисню (МСК), що забезпечує майже повну компенсацію кисневого запиту під час фізичної активності. До моменту завершення роботи накопичений кисневий борг залишається мінімальним, а концентрація молочної кислоти не перевищує нормальних показників.

Тривалий період виконання роботи помірної потужності сприяє розвитку адаптивних реакцій з боку основних систем газотранспорту: дихальної та кровоносної. У результаті цього можливе досягнення так званого «стійкого стану». Інтенсивне використання вуглеводних резервів печінки призводить до зниження рівня глюкози у крові, що супроводжується ознаками гіпоглікемії. Основними системами, що забезпечують діяльність організму під час таких умов, є серцево-судинна система, дихальна функція, кровоносна система, тканинне окислення та руховий апарат.

Характеристика змін в організмі при роботі помірної потужності

Відносна витрата енергії	0,3 ккал/с
Сумарна витрата енергії	2-3 тис. ккал
Хвилиний кисневий запит	3,0-4,0 л/хв
Сумарний кисневий запит	500 л і більше
Сумарне споживання кисню	3-4 л/хв

Відношення споживання кисню до кисневого запиту	1
Відносне споживання кисню (у% від МПК)	85%
Кисневий борг	До 4-5 л
Концентрація молочної кислоти в крові	4 ммоль/л
Хвилинний об'єм дихання	80-130 л/хв
Частота подихів	50-60 подихів/хв
Дихальний об'єм	1,0-1,5 л
Частота серцевих скорочень	160-180 уд/хв
Ударний об'єм крові	120-140 мл
Систолічний артеріальний тиск	160-180 мм.рт.ст.
Концентрація глюкози в крові	2,4-3,0 ммоль/л

Виконання фізичної діяльності зі змінною потужністю постійно вимагає адаптивних змін у функціонуванні різних органів та систем організму спортсмена. Важливою характеристикою вегетативного забезпечення у таких умовах є обмежена здатність організму до одночасної та швидкої перебудови систем, відповідальних за забезпечення основних біологічних процесів, зокрема серцево-судинної, дихальної та інших. Через це процеси оптимального кисневого постачання організму часто не встигають відповідати рівню фізичної активності, що призводить до накопичення кисневого боргу. Подібна фізична активність найбільш притаманна спортивним іграм, єдиноборствам, а також стандартним ациклічним вправам. Висока лабільність вегетативного забезпечення виступає ключовою умовою, яка визначає ефективність виконання таких видів фізичної діяльності.

Основними системами організму, які активно працюють у зоні змінної потужності, є центральна та вегетативна нервові системи, кровообіг, дихання, система крові, тканинне окислення, а також руховий апарат. Рівень фізичної активності визначається частотою серцевих скорочень (ЧСС). Таким чином, аналіз кореляції між ЧСС і потужністю навантаження в експериментальних умовах дозволяє оцінити адаптацію організму спортсмена до виконуваної роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА СТАТИЧНИХ М'ЯЗОВИХ ЗУСИЛЬ

Мета: ознайомитися з особливостями змін, які відбуваються в організмі під час виконання статичного навантаження.

Матеріали та обладнання: тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундоміри, спирт, вата.

Хід роботи

Серед студентів обирають двох учасників експерименту. У сформованих групах фіксують показники у стані спокою: частоту серцевих скорочень (ЧСС), систолічний тиск (СТ), діастолічний тиск (ДТ), систолічний об'єм крові (СОК), хвилинний об'єм крові (ХОК), коефіцієнт відновлення пульсу (КВП), частоту дихання (ЧД), життєву ємність легень (ЖЕЛ), максимальну вентиляцію легень (МВЛ), поглинання кисню (ПК) та кисневий пульс (КП). Усі дані заносять до таблиці.

Учасникам експерименту пропонують виконати статичне навантаження. Це може бути утримання кута 90° ногами в упорі на руках протягом 30 секунд або ж утримання в кожній руці гантелей вагою 5 кг на витягнутих руках протягом 1 хвилини.

Систолічний об'єм крові (СОК) визначається як кількість крові, що викидається шлуночком серця за одне скорочення. Для здорових людей у стані спокою значення СОК становить у межах 40 – 90 мл. У спортсменів цей показник зазвичай перебуває в діапазоні від 50 до 100 мл у стані спокою. Під час м'язової діяльності СОК може зростати до 100–150 мл, а у деяких випадках – навіть до 180 –200 мл. Для розрахунку СОК активно застосовується формула Старра.

$$\text{СОК} = (101 + 0,5 \times \text{ПТ}) - (0,6 \times \text{ДТ}) - 0,6 \times A, \text{ де}$$

СОК – систолічний об'єм крові;

ПТ– пульсовий тиск;

ДТ – діастолічний тиск;

A – вік (повні роки).

$$ПТ = СТ - ДТ, \text{ де}$$

ПТ – пульсовий тиск;

ДТ – діастолічний тиск;

СТ – систолічний тиск.

Хвилиний об'єм крові (ХОК) є показником об'єму крові, що серце викидає за одну хвилину. Цей параметр відображає рівень кровопостачання тканин, а також обумовлює доставку кисню і видалення вуглекислого газу з організму. У стані спокою у здорової людини норма ХОК становить 3 – 6 літрів за 1 хвилину або більше. Під час легких фізичних навантажень цей об'єм зростає до 10 – 15 літрів за 1 хвилину, а при дуже інтенсивній роботі може досягати 25 – 40 літрів за 1 хвилину.

Через складність широкого застосування сучасних лабораторних методів для визначення ударного (СОК) та хвилиного об'єму крові (ХОК) у мілілітрах, дослідники на основі експериментальних даних створили спеціальні формули для їх розрахунку. Для визначення ХОК використовується наступна формула:

$$ХОК = СОК \times ЧСС, \text{ де}$$

ХОК – хвилиний об'єм крові;

СОК – систолічний об'єм крові;

ЧСС – частота серцевих скорочень за 1 хвилину.

Коефіцієнт відновлення пульсу (КВП) розраховують за формулою:

$$КВП = \frac{\text{ЧСС (через 3 хв після навантаження)}}{\text{ЧСС (на 1 хвилині навантаження)}} \times 100\%$$

Чим нижче значення КВП, тим швидше відновлюється ЧСС.

Частота дихання (ЧД) визначається шляхом візуального спостереження за рухами грудної клітки, що фіксуються під час фаз вдиху і видиху. У спокійному стані середня ЧД у здорових дорослих зазвичай становить 16-18 дихальних циклів за хвилину; у спортсменів цей показник знижується до 8-12 разів за хвилину. За умов максимального фізичного навантаження частота дихання може збільшуватися до 40-60 циклів за хвилину.

Життєва ємність легень (ЖЄЛ) – це обсяг повітря, який видихається після максимально глибокого вдиху. Цей показник є одним із ключових параметрів, що характеризують функціональний стан системи зовнішнього дихання. ЖЄЛ вимірюють за допомогою спірометра і виражають в одиницях об'єму (літрах або мілілітрах).

Середні нормальні показники ЖЄЛ:

- Чоловіки: 3500–5000 мл
- Жінки: 2500–3200 мл
- Спортсмени: 4500–8000 мл
- Спортсменки: 3500–5300 мл

Підвищені значення ЖЄЛ зазвичай спостерігаються у спортсменів, які спеціалізуються на видах спорту, пов'язаних із витривалістю, і демонструють високий рівень кардіореспіраторної продуктивності, наприклад, у плаванні або веслуванні.

Максимальна вентиляція легень (МВЛ) – це обсяг повітря, який може бути пропущений через легені за одиницю часу при максимально можливій частоті та глибині дихання. МВЛ розраховується за спеціальною формулою:

$$\text{МВЛ} = \frac{\text{ЖЄЛ}}{2} \times 35$$

Середні значення МВЛ у стані спокою складають: для чоловіків – 120-170 л/хв, для жінок – 125-140 л/хв.

Величину споживання кисню (СК) визначають за допомогою наступного розрахунку.

У стані спокою з вдихуваного повітря організм засвоює приблизно 4% кисню. Таким чином, при легеневій вентиляції об'ємом, наприклад, 6000 мл/хв, поглинається близько 240 мл кисню.

Складаємо пропорцію:

100мл – 4мл

6000мл – X мл

$$X = \frac{4 \times 6000}{100} = 240 \text{ мл}$$

Під час м'язової активності споживання кисню може зрости до 5%. Таким чином, ці 5% від легеневої вентиляції становитимуть обсяг спожитого кисню (у мл) під час фізичної роботи.

Студентам пропонується обчислити величину поглинання кисню, використовуючи власні дані.

Для більш детальної оцінки транспортної функції кровообігу потрібно визначити кисневий пульс (КП) за спеціальною формулою.

$$\text{КП}(\text{мл/уд}) = \frac{\text{СК}(\text{мл})}{\text{ЧСС} \cdot \text{УД}/\text{хв}} \text{ на 1 хв після навантаження}$$

Підвищення коефіцієнта пульсу (КП) у стані спокою та під час м'язових навантажень сприяє ефективнішому використанню кисневих резервів організму, що свідчить про кращий рівень тренуваності. Дані показники функціонування кардіореспіраторної системи наведені в таблиці 2.5, зібрані протягом 5-хвилинного відновного періоду.

Показники	Стан спокою	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						
СК						
КП						

На основі аналізу результатів проведеного комплексного дослідження необхідно дійти висновку щодо специфіки фізіологічних реакцій організму під час виконання статичної роботи.

Контрольні питання:

1. У чому полягають фізіологічні особливості статичної (ізометричної) м'язової роботи?
2. Які зміни відбуваються у кровопостачанні та обміні речовин м'язів під час статичних м'язових зусиль?
3. Як реагують серцево-судинна та дихальна системи на виконання статичних вправ?
4. Які механізми розвитку втоми характерні для статичної м'язової діяльності?
5. Яке функціональне значення мають статичні м'язові зусилля у спортивній діяльності та повсякденній руховій активності?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ РЕАКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ПРИ РОБОТІ МАКСИМАЛЬНОЇ ТА СУБМАКСИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Мета: дослідити динаміку функціональних змін, які відбуваються в організмі під час виконання навантажень максимальної та субмаксимальної потужності.

Матеріали та обладнання: велоергометр, електроди, фізіологічний розчин, манометр, марлеві прокладки, змочені в фізіологічному розчині, тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундоміри, спирт, вата.

Хід роботи

Завдання 1: Фізіологічна характеристика роботи максимальної потужності.

З групи студентів відбирається двоє учасників для проведення дослідження. У стані спокою в них реєструють такі фізіологічні показники: ЧСС, СТ, ДТ, ПТ, СОК, ХОК, КВП, ЧД, ЖЄЛ, МВЛ, СК, КП. Усі отримані дані записують у таблицю 1.

Для виконання роботи на максимальному фізичному навантаженні кожному учаснику пропонується виконати одну з двох вправ:

- Працювати на велоергометрі протягом 20 секунд із навантаженням 250 Вт і частотою обертів педалей 50 разів на хвилину.

- Виконувати біг на місці протягом тих же 20 секунд із частотою 240 кроків на хвилину.

Для обчислення хвилинної частоти серцевих скорочень (ЧСС) результат пульсу за 20 секунд множать на 3.

Після завершення навантаження ті самі фізіологічні показники реєструються ще раз і фіксуються в таблиці 1 протягом періоду відновлення тривалістю 5 хвилин.

Таблиця 1. Функціональні показники організму при виконанні навантаження максимальної потужності.

Показники	Стан спокою	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						
СК						
КП						

На основі аналізу результатів дослідження формулюється висновок щодо особливостей змін в організмі під час виконання навантажень максимальної потужності.

Завдання 2: Фізіологічна характеристика роботи субмаксимальної потужності

Серед студентів обираються двоє для проведення експерименту. У сформованих групах фіксують їхні фізіологічні показники у стані спокою, які заносять до таблиці.

Для виконання роботи субмаксимальної потужності учасникам пропонують два варіанти фізичної активності: виконання вправи на велоергометрі протягом 5 хвилин з навантаженням 200 Вт та частотою педалювання 50 обертів за хвилину, або біг на місці зі швидкістю 180 кроків у хвилину протягом такого ж часу.

Після закінчення вправи фізіологічні показники учасників контролюють протягом п'ятихвилинного періоду відновлення.

Щоб визначити рівень фізичної працездатності – абсолютну величину максимального споживання кисню (МСК) – враховують частоту серцевих скорочень (ЧСС) у першу хвилину відновного періоду та вагу учасника, користуючись номограмою Астранда (додаток 1).

Показники	Стан спокою	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						

Для обчислення абсолютної максимального споживання кисню (МСК) в літрах за хвилину при роботі на велоергометрі необхідно перевести показники

потужності (Вт) в одиниці кгм/хв. Наприклад, 200 Вт множимо на коефіцієнт 6, отримуючи 1200 кгм/хв.

У чоловіків віком від 20 до 30 років, які не займаються тренуваннями, абсолютне значення МСК зазвичай варіюється від 2 до 4 л/хв. У жінок аналогічного віку цей показник становить 2-3 л/хв, що на 25-30% менше порівняно з чоловіками. Для спортсменів міжнародного рівня абсолютне МСК може сягати 6-6,5 л/хв.

Відносна величина МСК залежить від ваги тіла і визначається шляхом поділу абсолютного значення МСК на масу людини. Для чоловіків без спортивної підготовки відносне МСК становить 40-60 мл/кг/хв, а для жінок – 30-40 мл/кг/хв, що приблизно на 15-20% нижче у порівнянні з чоловіками. У спортсменів високої категорії, залежно від виду спорту, цей показник може досягати 80-90 мл/кг/хв.

Показники МСК в різних видах спорту

Вид спорту	л/хв	мл/кг ваги
Лижний спорт	5,6	79-83
Легка атлетика:		
спринтерський біг	4,8	60-79
– біг на 800 і 1500 м	5,4	69-75
– біг на 400 м	4,9	67-69
Велосипедний спорт	5,2	71-79
Плавання	5,0	66-72
Важка атлетика	4,5	56
Спортивні ігри	4,6	62
Гімнастика	3,5	47

Отримані дані фіксуються у протоколі заняття. На основі аналізу результатів дослідження формулюється висновок щодо особливостей змін в організмі під час виконання навантажень субмаксимальної потужності.

Контрольні питання:

1. Фізіологічна характеристика динамічної роботи максимальної та субмаксимальної потужностей.
2. При якій потужності роботи відбуваються максимальні зміни фізіологічних показників?
3. Чим відрізняються реакції серцево-судинної та дихальної систем при роботі максимальної і субмаксимальної потужності?
4. Які особливості енергетичного забезпечення м'язової діяльності характерні для навантажень максимальної та субмаксимальної потужності?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

ОСОБЛИВОСТІ ФІЗІОЛОГІЧНИХ РЕАКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ПРИ РОБОТІ ВЕЛИКОЇ, ПОМІРНОЇ ТА ЗМІННОЇ ПОТУЖНОСТІ

Мета: дослідити динаміку функціональних змін, які відбуваються в організмі під час виконання навантаження великої, помірної та змінної потужності.

Матеріали та обладнання: велоергометр, електроди, марлеві прокладки, змочені у фізіологічному розчині, тонометр, фонендоскоп, сухий спірометр, мундштук, секундомір, спирт, вата.

Хід роботи

Завдання 1: Фізіологічна характеристика роботи великої потужності

У групі обирають двох студентів для проведення дослідження. У сформованих групах реєструють фізіологічні показники учасників у стані спокою, дані яких заносяться до таблиці 1

Для виконання інтенсивного навантаження учасникам пропонується працювати на велоергометрі протягом 10 хвилин із навантаженням 150 Вт і частотою педалювання 50 обертів за хвилину.

Після завершення цього етапу ті ж фізіологічні показники реєструються протягом 5 хвилин періоду відновлення.

Таблиця 1. Функціональні показники організму при виконанні навантаження великої потужності.

Показники	Стан спокою	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						

За такого типу навантаження рекомендується визначити величину МСК (як абсолютну, так і відносну) за допомогою номограми Астранда (додаток 1).

Отримані результати вносяться до протоколу заняття. На основі аналізу даних дослідження складається висновок щодо особливостей змін в організмі під час виконання навантаження високої потужності.

Завдання 2: Фізіологічна характеристика роботи помірної потужності

Зі складу студентів обирають двох учасників для експерименту. У сформованих групах студентів реєструють фізіологічні показники у стані спокою. Отримані дані вносять до таблиці 2.

Для виконання завдання помірної інтенсивності учаснику пропонується працювати на велоергометрі протягом 15 хвилин за навантаження 150 Вт із частотою педалювання 40 обертів на хвилину, або виконувати біг на місці у ритмі 150 кроків за хвилину. Після завершення фізичного навантаження зазначені фізіологічні показники реєструються у таблиці 13 протягом 5-ти хвилин періоду відновлення.

Таблиця 2. Функціональні показники організму при виконанні навантаження помірної потужності

Показники	Стан спокою	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						

За такого типу навантаження рекомендується визначити величину максимальної споживаної кисню (МСК) як у абсолютному, так і у відносному значеннях, використовуючи номограму Астранда (додаток 1).

Зібрані дані вносяться до протоколу заняття. На основі аналізу отриманих результатів формується висновок про характер змін в організмі під час виконання навантаження помірної інтенсивності.

Завдання 3: Фізіологічна характеристика роботи змінної потужності

Серед студентів обирається учасник для тестування. Решта студентів входять до групи реєстрації показників у стані спокою, включаючи ЧСС, АТ, ПТ, СОК, ХОК, ЧД, ЖЄЛ та МВЛ. Досягнуті результати заносяться в таблицю 4.

Для виконання завдання зі змінною потужністю випробовуваному пропонується вправлятися на велоергометрі, який дозволяє точно дозувати навантаження. Після підготовчої 5-хвилинної розминки у довільному форматі учасник приступає до основної роботи. Повний час виконання становить 12 хвилин. Навантаження чергуються у наступній послідовності:

- Перші 4 хвилини: темп 60 обертів/хв, потужність 100 Вт;
- На 5-й хвилині: темп доводиться до 70 обертів/хв, а потужність збільшується до 250 Вт;
- На 7-й хвилині: темп зменшується до 60 обертів/хв, а потужність падає до 150 Вт;
- На 9-й хвилині: темп знижується до 50 обертів/хв при незмінній потужності 150 Вт;
- На 10-й хвилині: темп підвищується до 70 обертів/хв, потужність знову стає 250 Вт;
- На завершальних 12-х хвилинах: темп повертається до 60 обертів/хв, а потужність до 100 Вт.

Під час виконання вправ для кожного етапу потужності на останніх 10 с фіксуються показники ЧСС, які записуються в таблицю 3.

Таблиця 3. Показники ЧСС на щаблях потужності

Потужність, Вт Оберти, хв	ЧСС					
	4 хв	5 хв	7 хв	9 хв	10 хв	12 хв
100/60						
250/70						
150/60						
150/50						
250/70						
100/60						

Після завершення роботи зазначені фізіологічні показники реєструються в таблиці 4 протягом п'ятихвилинного відновного періоду.

Таблиця 4. Функціональні показники організму при виконанні навантаження змінної потужності

Показники	Стан спокою	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
КВП						
СОК						
ХОК						
ЧД						
ЖЄЛ						
МВЛ						

Аналогічне фізичне навантаження може бути виконане у формі степ-тесту, де потужність змінюється через регулювання темпу сходження (частоти кроків). У процесі використовуються десять рівнів потужності, які визначаються кількістю кроків за одну хвилину: 90, 60, 120, 60, 150, 90, 150, 60, 120, 60.

При обчисленні виконуваного навантаження враховуються важливі аспекти. Оскільки потужність визначається як обсяг роботи, зроблений за одиницю часу, її величина розраховується як добуток маси тіла випробуваного (М) у кілограмах, висоти сходинки (h) у метрах і кількості підйомів (n) за одну хвилину.

$$A = M \times h \times n, \text{ де}$$

A – робота в кгм/хв;

M – маса тіла досліджуваного (кг);

h – висота сходинки (м);

n – число підйомів за 1 хв (для 60 кроків/хв – це 15 підйомів, для 90 кроків/хв – 23 підйоми, для 120 кроків – 30 підйомів, для 150 кроків – 38 підйомів).

Рівень фізичної активності вегетативної нервової системи визначається частотою серцевих скорочень (ЧСС). Для цього проводять аналіз співвідношення впливу симпатичної та парасимпатичної систем, розраховуючи вегетативний індекс Кердо (ВІК).

Адаптація організму до виконання роботи із змінною потужністю оцінюється за швидкістю відновлення ЧСС протягом 30 хвилин. Одним із критеріїв є коефіцієнт відновлення пульсу (КВП), який розраховується відповідно до отриманих даних.

При цьому типі навантаження рекомендується визначити максимальне споживання кисню (МСК) – як у абсолютних, так і у відносних значеннях, використовуючи номограму Астранда для кожного етапу роботи, з подальшою порівняльною характеристикою показників.

Усі зібрані дані фіксуються у протоколі заняття. На основі аналізу результатів формується висновок щодо специфічних змін в організмі у відповідь на навантаження із змінною потужністю. Особливу увагу слід звернути на зміну ЧСС під час збільшення або зменшення інтенсивності роботи.

Контрольні питання:

1. Якими є характерні фізіологічні реакції серцево-судинної та дихальної систем при роботі великої та помірної потужності?
2. Чим відрізняються механізми енергетичного забезпечення м'язової діяльності при роботі великої, помірної та змінної потужності?
3. Як змінюються показники частоти серцевих скорочень і вентиляції легень під час виконання вправ змінної потужності?
4. Які особливості розвитку втоми характерні для фізичної роботи різної потужності (великої, помірної та змінної)?
5. Який вплив має рівень тренуваності на адаптацію організму до навантажень великої, помірної та змінної потужності?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ОЦІНКА РІЗНИХ ВИДІВ ПРОЯВУ СИЛИ М'ЯЗІВ

Мета: навчитися оцінювати різновиди прояву сили м'язів людини.

Матеріали та обладнання: кистьовий і становий динамометри.

Хід роботи

Сила як рухова якість є здатністю людини протидіяти опору або долати його завдяки напруженню м'язів. Різні види опору включають: силу земного тяжіння, реакцію опори при взаємодії з нею, опір середовища, масу власного тіла, вагу спортивного обладнання, сили інерції тіла чи його частин, а також протидію партнера тощо.

Рівень сили, яку може проявити людина у руховій діяльності, визначається як зовнішніми, так і внутрішніми факторами. До зовнішніх чинників належать такі як величина опору, довжина важелів, погодні та кліматичні умови, а також добова і сезонна ритміка. Водночас внутрішні фактори включають: особливості будови м'язів (зокрема, швидкісно-скоротні волокна демонструють більшу силу і швидкість скорочення в порівнянні з повільно-скоротними), масу м'язів (її збільшення сприяє росту абсолютної сили), внутрішньом'язову та міжм'язову координацію (активізація рухових одиниць і їхня злагоджена взаємодія, синхронізація роботи м'язів-синергістів та м'язів-антогоністів), реактивність м'язів (здатність накопичувати енергію розтягування і використовувати її для підсилення скорочення), а також потужність енергоджерел (резерви АТФ).

Завдання 1. Оцінка силових можливостей людини

1. Для визначення максимальної м'язової сили використовуються різні типи динамометрів. Кистьовий динамометр, зокрема динамометр Колліна, застосовується для вимірювання сили м'язів передпліччя і кисті. Для оцінки сили м'язів-розгиначів тулуба використовують становий динамометр. Усі досліджувані виконують тестування сили м'язів передпліччя, кисті та м'язів-розгиначів тулуба по два-три рази, фіксуючи найкращий результат. Важливо

враховувати обмеження: станову силу не слід досліджувати у випадку болю в попереку, травм м'язів живота чи спини; у жінок така перевірка не проводиться під час менструації або вагітності.

2. Швидкісна сила визначається за такими вправами:

- Сила м'язів ніг: стрибок у довжину з місця, вистрибування вгору з місця, кількість присідань за 20 секунд, кількість підскоків на правій або лівій нозі за 10 секунд.

- Сила м'язів рук: згинання і розгинання рук в упорі лежачи протягом 10 секунд (кількість повторів), підтягування на перекладині за 10 секунд (кількість підтягувань).

- Сила м'язів живота і спини: прогинання спини з положення лежачи на животі за 10 секунд (кількість виконань), піднімання тулуба з положення лежачи на спині до положення сидячи (кількість разів за 10 секунд), піднімання ніг уперед у висі за той самий час (кількість повторень).

3. Для оцінки витривалості м'язів рук і верхнього плечового поясу пропонується виконувати підтягування на перекладині або згинання і розгинання рук в упорі на брусах. Витривалість м'язів живота перевіряють під час піднімання і опускання тулуба із положення лежачи на спині, а для оцінки витривалості м'язів ніг використовують присідання.

Після виконання всіх завдань отримані результати заносять до таблиці. На основі цих даних аналізують і роблять висновки щодо силових можливостей досліджуваних.

Досліджуваний	Максимальна м'язова сила	Швидкісна м'язова сила	Силова витривалість

Завдання 2. Динамометрія людини

а) Вимірювання сили м'язів кисті.

У витягнутій руці необхідно тримати динамометр і стискати його пальцями з максимальною силою, без різких рухів. Занотувати показники окремо для правої та лівої руки.

б) Визначення сили м'язів за допомогою станової динамометрії.

Досліджувана особа повинна стати ногами на платформу динамометра. Тримаючись обома руками за рукоятку, яка закріплена на рівні колін, слід тягнути її вгору, при цьому ноги мають залишатися прямими. Занотувати отримані результати.

в) Оцінка витривалості м'язів кисті.

Досліджуваний стає прямо і відводить витягнуту руку з динамометром убік під прямим кутом. Виконується два рази максимальне стискання динамометра, враховується кращий із двох результатів. Після цього слід виконати 10 повторних стискань (одне стискання кожні 5 секунд). Рівень працездатності м'язів визначають за певною формулою:

$$P = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{10}}{n}$$

Рівень зниження працездатності м'яза розраховують за такою формулою:

$$S = \frac{(F_1 - F_{\min}) \times 100}{F_{\max}}, \text{ де}$$

F – величина м'язового зусилля.

Завдання 3. Визначення причин м'язової втоми.

Досліджуваний повинен по черзі, з невеликими перервами (3–5 хвилин), згинати руку з гантелями різної ваги, дотримуючись одного ритму виконання. Експериментатор записує час початку виконання завдання та момент виникнення втоми (відчуття слабкості або перевтоми в м'язах у досліджуваного). Після появи ознак стомлення вправу слід припинити.

Розрахунок виконаної роботи м'язів у процесі експерименту проводять за формулою:

$$A = \frac{s^2 \times m}{t}, \text{ де}$$

A – робота (Дж),
S шлях руки (см),
m вага (кг) гантелі.
t час (с).

На основі проведених досліджень та обрахунків заповнити таблицю та зробити висновок

Навантаження, кг	Шлях руки, м	Кількість рухів	Початок стоплення, с	Робота, Дж
1	0,5			
2	0,5			
3	0,5			

Контрольні питання:

1. Як у фізіології та теорії спорту визначається поняття сили?
2. Які основні різновиди силових якостей виділяють у фізичній підготовці?
3. Які фізіологічні чинники зумовлюють прояв максимальної статичної сили?
4. Від яких чинників залежить рівень максимальної потужності виконання фізичної вправи?
5. Які провідні фізіологічні зміни відбуваються в організмі під час виконання вправ силового та швидкісного характеру?

Ситуаційні завдання

Завдання 1.

Важкоатлет виконує ривок штанги з навантаженням 95–100 % від 1ПМ. Тривалість м'язового зусилля – до 5 с. Перед підйомом спортсмен затримує дихання (проба Вальсальви).

1. Який режим і потужність м'язової роботи реалізуються?
2. Які механізми нервово-м'язової регуляції забезпечують максимальний прояв сили?
3. Яка енергетична система домінує?

Завдання 2.

Спринтер виконує біг на 400 м у змагальному темпі. Наприкінці дистанції швидкість знижується, спостерігається різке відчуття м'язової втоми.

1. До якого виду навантаження за потужністю належить ця робота?
2. Які біохімічні чинники обмежують збереження сили та швидкості?
3. Який тип сили переважає?

Завдання 3.

Веслувальник протягом 6 хвилин підтримує високий темп роботи з повторюваними силовими зусиллями. У другій половині дистанції зменшується амплітуда рухів.

1. Який тип м'язової роботи та потужність навантаження реалізуються?
2. Які фізіологічні механізми визначають розвиток втоми?
3. Які адаптації підвищують силову витривалість спортсмена?

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ОРГАНІЗМУ

Теоретичні відомості

Фізична працездатність є ключовим показником життєдіяльності людини, у фундаменті якої лежить рухова активність. Універсальність цього явища була майстерно окреслена ще Іваном Михайловичем Сеченовим. Працездатність проявляється у різних формах м'язової діяльності і тісно пов'язана зі здатністю та готовністю людини виконувати фізичну працю.

Поняття працездатності визначається як здатність людини реалізувати професійну діяльність в межах заданих параметрів і конкретних умов, що супроводжується відновними процесами в організмі протягом періодів регламентованого відпочинку. Оцінка працездатності має базуватися на критеріях, які враховують професійну ефективність та функціональний стан організму. Іншими словами, для цього використовують прямі та непрямі показники.

Прямі показники, особливо у спортсменів, дозволяють оцінити їхню діяльність як у кількісному (метри, секунди, кілограми та ін.), так і у якісному аспекті (точність, надійність виконання фізичних вправ). З огляду на це, методика дослідження прямих показників працездатності класифікуються на кількісні, якісні та комбіновані. Завдяки комбінованим методикам можна одночасно аналізувати продуктивність, а також точність і надійність спортивних досягнень.

До непрямих критеріїв працездатності належать клініко-фізіологічні, біохімічні та психофізіологічні показники, які відображають зміни у функціонуванні організму в процесі виконання роботи. Ці показники демонструють реакції організму на фізичне навантаження і вказують на так звану "фізіологічну ціну" виконуваної роботи. Наприклад, вони дають змогу простежити, які зміни зазнає організм спортсмена в результаті досягнення певних спортивних результатів (секунди, метри, кілограми тощо). Встановлено, що погіршення непрямих показників працездатності відбувається значно раніше, ніж прямих. Це відкриває

можливості для застосування різноманітних фізіологічних методик, спрямованих на прогнозування рівня працездатності людини, а також для розкриття механізмів її адаптації до навантажень.

Під час аналізу працездатності та функціонального стану людини слід враховувати і її суб'єктивний стан, зокрема втому, яка є досить інформативним показником. Відчуття втоми зазвичай змушує людину уповільнити темп роботи або повністю її зупинити. Таким чином, організм запобігає функціональному виснаженню різних систем і органів, створюючи умови для швидкого відновлення працездатності. А.А. Ухтомський зазначав, що саме відчуття втоми є одним із найточніших індикаторів зниження працездатності та розвитку загальної втоми.

Узагальнені результати оцінки працездатності людини, які враховують її суб'єктивний стан, функціональний рівень, а також прямі і непрямі показники працездатності, подані у таблиці.

Стадії фізичної працездатності

Періоди працездатності	Суб'єктивний стан	Клініко-фізіологічні показники	Психофізіологічні показники	Професійна працездатність	Функціональний стан організму
Стадія включення в роботу	Покращується	Покращується	Покращується	Покращується	Нормальний стан
Стабільна працездатність	Добра	Стійкість показників	Стійкість показників	Зберігається на стабільному рівні	Нормальний стан (стомлення)
Нестійка працездатність	Погіршується	Різностямовані зрушення вегетативних функцій	Різностямовані зрушення вегетативних функцій	Незначне зниження	Перехідний стан (хронічне стомлення)

Періоди працездатності	Суб'єктивний стан	Клініко-фізіологічні показники	Психофізіологічні показники	Професійна працездатність	Функціональний стан організму
Прогресуюче зниження працездатності	Постійне відчуття втоми, що не проходить після додаткового відпочинку	Односпрямоване погіршення всіх показників	Односпрямоване погіршення показників	Виражене зниження, поява грубих помилок	Патологічний стан (перевтома)

Рациональні тренувальні навантаження впливають на організм таким чином, що його можливості не тільки відновлюються до початкового рівня, а й закріплюються на новій, вищій позиції, сприяючи збільшенню функціональних резервів завдяки стану суперкомпенсації. Біологічна цінність цього явища надзвичайно висока, оскільки повторення навантажень, які викликають суперкомпенсацію, сприяє зростанню робочого потенціалу організму. Саме в цьому полягає ключова перевага систематичних тренувань. З фізіологічної точки зору основою тренувального процесу є регулярність і поступове збільшення навантажень. Завдяки механізмам біологічного зворотного зв'язку це сприяє вдосконаленню рухових навичок та їх енергетичного і вегетативного забезпечення на основі саморегуляції. Такий процес можливий за умови оптимального стану різних систем організму та їхньої скоординованої діяльності.

У результаті покращення функціонального стану спортсмен здатний витратити однакову кількість енергії для виконання роботи значно більшої потужності. Існує чіткий лінійний зв'язок між потужністю виконуваної роботи та частотою серцевих скорочень до певного рівня –170 ударів на хвилину. Цей показник відображає найефективніший режим роботи кардіореспіраторної системи. Однак при перевищенні цього рівня залежність зникає, що призводить до зростання об'єму серцевого викиду та, відповідно, збільшення роботи серця.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ЗА ІНДЕКСАМИ РУФ'Є ТА РУФ'Є-ДІКСОНА

Мета: Дослідити стан загальної фізичної працездатності використовуючи пробу Руф'є.

Матеріали та обладнання: секундомір.

Хід роботи

Для виконання досліджуваний сідає на стілець і перебуває у стані спокою протягом п'яти хвилин. Визначення частоти серцевих скорочень (ЧСС) у сидячому положенні здійснюється шляхом підрахунку пульсових ударів на променевій артерії. Для цього використовують два або три пальці однієї руки, які розташовуються на нижній третині передпліччя іншої руки. Підрахунок проводиться протягом 15 секунд, після чого отримане значення переводять у хвилиний еквівалент (P_1). Наступним етапом є виконання обстежуваним 30 присідань протягом 40 секунд. Після цього надається 5 секунд для визначення пульсової точки, а вже протягом 15 секунд, починаючи з 5-ї до 20-ї секунди першої хвилини після завершення присідань, у вертикальному положенні підраховується пульс. Отримане значення також конвертують у хвилину ЧСС (P_2). Третя процедура підрахунку ЧСС проводиться в останні 15 секунд першої хвилини після фізичного навантаження, коли обстежуваний знаходиться у стоячому положенні (P_3).

Індекс Руф'є (ІР) розраховується за формулою:

$$ІР = \frac{P_1 + P_2 + P_3 - 200}{10}$$

Індекс Руф'є-Діксона (ІРД) розраховується за формулою:

$$ІРД = \frac{((P_2 - 70) + (P_3 - P_1))}{10}$$

Провести дослідження, зробити обчислення індексу Руф'є та порівняти власні дослідження зі шкалою оцінювання фізичної працездатності.

Шкала оцінювання фізичної працездатності за пробою Руфф'є

<i>Рівень</i>	<i>Показник ІР</i>	<i>Показник ІРД</i>
Низький	15 і більше	10 і більше
Нижче від середнього	10-15	8-10
Середній	6-10	6-8
Вище від середнього	3-6	3-6
Високий	3 і менше	2,9 і менше

Зробити висновок.

Контрольні питання:

1. До якої групи методів відноситься проба Руфф'є?
2. З якою метою проводять пробу Руфф'є?
3. Які фізіологічні показники найчастіше використовують при оцінці реакцій організму людини на функціональну пробу?
4. Що обумовлює широке застосування проби Руфф'є при розподілу дітей шкільного віку на групи здоров'я?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 8

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНДЕКСУ ГАРВАРДСЬКОГО СТЕП-ТЕСТУ

Мета: Дослідити методики оцінки загальної фізичної працездатності на основі індексу Гарвардського степ-тесту.

Матеріали та обладнання: сходинка висотою 50 см, метроном, тонометр, фонендоскоп, секундоміри, спирт, вата.

Індекс степ-тесту набув значного поширення в спортивній практиці завдяки своїй здатності об'єктивно оцінювати загальну фізичну працездатність молодих здорових людей. Ця функціональна проба характеризується високою інтенсивністю виконуваного навантаження, що вимагає від досліджуваних осіб максимального фізичного напруження. На сьогодні існує декілька варіантів

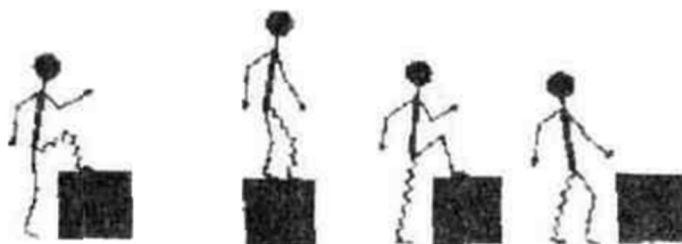
проведення степ-тесту, серед яких найбільш популярною є методика, розроблена Гарвардським університетом.

У 1942 році в лабораторії з дослідження втоми при Гарвардському університеті в Бруа було створено тест, покликаний визначати загальну фізичну працездатність і витривалість. Цей тест є високоінформативним засобом для оцінювання рівня тренуваності досліджуваних осіб, а також для аналізу впливу фізичних вправ на їхній організм.

Хід роботи

Серед групи студентів обираються двоє учасників, які виконуватимуть експериментальні завдання. Попередньо формуються групи, для яких у стані спокою реєструють такі фізіологічні показники, як частота серцевих скорочень (ЧСС), системний тиск (СТ), діастолічний тиск (ДТ), пульсовий тиск (ПТ), систолічний об'єм крові (СОК) та хвилинний об'єм крові (ХОК). Усі дані заносяться до таблиці.

Гарвардський степ-тест передбачає виконання підйомів на платформу (висотою 50 см для чоловіків та 43 см для жінок) протягом п'яти хвилин із частотою 30 підйомів на хвилину. Якщо піддослідному не вдається підтримувати заданий темп, виконання вправи припиняється, а тривалість проведеної роботи занотовується.



Після завершення тесту зазначені вище фізіологічні параметри вимірюються протягом п'ятихвилинного періоду відновлення і результати вписуються до відповідної таблиці.

Показники	Стан спокою	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						

На основі тривалості виконаної роботи та частоти серцевих скорочень (ЧСС) обчислюють індекс Гарвардського степ-тесту (ІГСТ) за формулою:

$$\text{ІГСТ} = \frac{t \times 100}{(f_1 + f_2 + f_3) \times 2}, \text{ де}$$

ІГСТ – індекс Гарвардського степ-тесту,

t – тривалість сходження (у секундах),

f_1, f_2, f_3 – ЧСС протягом 30 секунд на 2-й, 3-й і 4-й хвилини відновного періоду.

Оцінка фізичної працездатності здійснюється шляхом порівняння отриманих даних з відповідними значеннями у таблиці.

Оцінка загальної фізичної працездатності осіб, що займаються і не займаються спортом

Оцінка	Величина індексу Гарвардського степ-тесту		
	Здорові нетреновані особи	Спортсмени, що займаються ациклічними видами спорту	Спортсмени, що займаються циклічними видами спорту
Низька	Менше 56	Менше 61	Менше 71
Нижче середньої	56–65	61–70	71–80
Середня	66–70	71–80	81–90
Вище середньої	71–80	81–90	91–100

Оцінка	Величина індексу Гарвардського степ-тесту		
	Здорові нетреновані особи	Спортсмени, що займаються ациклічними видами спорту	Спортсмени, що займаються циклічними видами спорту
Хороша	81–90	91–100	101–110
Відмінна	Більше 90	Більше 100	Більше 110

Для визначення співвідношення компонентів симпатичної та парасимпатичної систем в організмі випробуваного розраховують вегетативний індекс Кердо (ВІК) за такою формулою:

$$\text{ВІК} = \left(1 - \left(\frac{\text{ДТ}}{\text{ЧСС}}\right)\right) \times 100, \text{ де}$$

ВІК – вегетативний індекс Кердо;

ДТ – значення діастолічного тиску через 1 хвилину відновного періоду;

ЧСС – частота серцевих скорочень через 1 хвилину відновного періоду.

Оцінювання отриманого вегетативного індексу (ВІК) здійснюється згідно з таблицею

Числові показники вегетативного індексу	Кількість балів	Висновок
$\geq 24\%$	1	Виражене переважання тонусу симпатичної нервової системи.
15% – 0%	2	Значне переважання тонусу симпатичної нервової системи.
23% – 16%	3	Баланс між симпатичною та парасимпатичною нервовими системами.
Негативні значення ВІК	4	Виражене переважання активності парасимпатичної нервової системи.

Зібрані дані заносять до протоколу заняття, після чого оформлюється висновок. У ньому аналізується фізична працездатність за ІГСТ, порівнюються

показники КВП і ВІК, визначається тип реакції на навантаження, а також оцінюється функціональний стан організму спортсменів.

Контрольні питання:

1. Які методичні особливості та переваги використання Гарвардського степ-тесту для оцінки фізичної працездатності?
2. Для яких груп обстежуваних рекомендований Гарвардський степ тест?
3. З чим пов'язані вищі значення індексу Гарвардського степ-тесту у спортсменів циклічних видів спорту порівняно з представниками ациклічних видів?
4. Назвіть переваги та недоліки оцінки фізичної працездатності за допомогою Гарвардського степ-тесту.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 9

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

ЗА ДОПОМОГОЮ PWC₁₇₀

Мета: ознайомитися з методиками визначення загальної фізичної працездатності за показником PWC₁₇₀.

Матеріали та обладнання: велоергометр або сходинка, ваги, тонометр, фонендоскоп, спирт, вата.

Функціональний тест, заснований на визначенні рівня потужності фізичного навантаження, при якому частота серцевих скорочень (ЧСС) досягає 170 ударів на хвилину, позначають як тест Sjostrand/170 або PWC₁₇₀. Назва тесту PWC₁₇₀ є скороченням від англійського терміну "Physical Working Capacity", що перекладається як "фізична працездатність". Цей метод було розроблено в Каролінському університеті в Стокгольмі для оцінки фізичної працездатності спортсменів.

У рамках тесту PWC_{170} фізична працездатність визначається як потужність фізичного навантаження, при якому частота серцевих скорочень досягає 170 ударів на хвилину. Значення 170 обрано відповідно до двох ключових положень:

1. Зона оптимального функціонування кардіореспіраторної системи у спортсменів охоплює діапазон пульсу від 170 до 200 ударів на хвилину. Це дозволяє за допомогою тесту встановити інтенсивність фізичного навантаження, яка забезпечує роботу серцево-судинної системи в зоні її найкращої ефективності.

2. Лінійна залежність між потужністю навантаження і ЧСС спостерігається до частоти пульсу 170 ударів на хвилину. При вищих показниках ЧСС ця залежність порушується. Таким чином, чим більшою є потужність навантаження, за якої ЧСС досягає 170 ударів на хвилину, тим вищими є резерви серцево-судинної системи. Саме ці резерви визначають граничний рівень фізичної працездатності.

Отже, тест PWC_{170} є ефективним інструментом для оцінки функціональних можливостей серцево-судинної системи та рівня загальної фізичної працездатності.

На результати велоергометрії можуть впливати різні фактори, тому важливо дотримуватися певних умов:

- Напередодні, а особливо в день проведення дослідження, не дозволяється вживання алкоголю та напоїв із збуджувальним ефектом (таких як чай чи кава). За можливості, також слід утриматися від паління або максимально його обмежити.

- Перед процедурою варто уникати інтенсивних і тривалих фізичних та емоційних навантажень.

- Безпосередньо перед початком тесту необхідно відпочити 15-20 хвилин, перебуваючи в положенні лежачи або сидячи в зручному кріслі.

- Приміщення для проведення велоергометрії має бути добре провітраним. Оптимальна температура повітря повинна складати від +18 до +22°C, а відносна вологість повітря – 30-60%.

- Учасник виконує роботу на кожному рівні навантаження протягом 4-5 хвилин; періоди відпочинку тривають 3-5 хвилин.

Для дітей і жінок рекомендовано починати навантаження з 25 Вт (150 кгм/хв) із подальшим збільшенням на 25 Вт на кожному наступному рівні. Для чоловіків початкове навантаження становить 50 Вт. У випадку спортсменів стартова величина навантаження – 100 Вт (600 кгм/хв), з подальшим підвищенням на 100 Вт на кожному етапі.

Хід роботи

Із групи студентів обирають двох учасників, у яких проводять обстеження в стані спокою. Вимірюються такі параметри: частота серцевих скорочень (ЧСС), систолічний та діастолічний тиск (СТ, ДТ), пульсовий тиск (ПТ), рівень систолічного об'єму крові (СОК) і хвилинний об'єм крові (ХОК). Результати заносять у таблицю.

Показники	Стан спокою	Відновлювальний період				
		1	2	3	4	5
ЧСС						
СТ						
ДТ						
ПТ						
СОК						
ХОК						

Досліджуваному пропонують виконати два фізичних навантаження на велоергометрі. Тривалість кожного навантаження становить 5 хвилин із перервою на відпочинок у 3 хвилини між ними. Потужність таких вправ обирається так, щоб під час їх виконання ЧСС не перевищувала 170 ударів за хвилину, а швидкість обертання педалей не перевищувала 60–70 обертів/хв.

Подібне навантаження також можна виконати на сходинках різної висоти. Тривалість виконання та відпочинок залишаються такими ж, як і для велоергометра. Обидва варіанти вправ підбирають відповідно до статі й рівня фізичної підготовки випробовуваного, однак вони не повинні бути граничними для нього. Приклади підбору навантажень наведено у таблиці.

Наприкінці останніх 15 секунд кожного п'ятого хвилини навантаження вимірюється ЧСС. Отримане значення помножити на 4 для визначення числа ударів серця за хвилину. Для переведення потужності з кгм/хв у Вт значення необхідно поділити на 6.

***Потужність навантажень, рекомендована
для визначення фізичної працездатності***

Обстежувані	Стать	1-ше навантаження (кгм/хв)	2-ге навантаження (кгм/хв)
Спортсмени	Жінки	300	600
	Чоловіки	600	1200
Не спортсмени	Жінки	150	300
	Чоловіки	300	600

Після завершення навантажень зазначені параметри реєструються протягом 5 хвилин відновного періоду й записуються до таблиць. На основі потужності виконаних вправ і за даними ЧСС розраховується абсолютна величина фізичної працездатності PWC_{170} (у кгм/хв) за спеціальною формулою:

$$PWC_{170} = N_2 + (N_2 - N_1) \times \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}, \text{ де}$$

PWC_{170} – фізична працездатність;

N_1 – потужність першого навантаження (кгм/хв);

N_2 – потужність другої роботи (кгм/хв);

f_1 – частота серцевих скорочень (ЧСС) за хвилину наприкінці першого навантаження;

f_2 – частота серцевих скорочень (ЧСС) за хвилину наприкінці другого навантаження.

Значення PWC_{170} залежить від віку, статі, рівня спортивної підготовки та кваліфікації випробовуваного. Наприклад, у жінок це значення коливається від 420 до 900 кгм/хв, у чоловіків – від 850 до 1000 кгм/хв, а у спортсменів – від 1000 до 2000 кгм/хв або більше.

**Фізична працездатність спортсменів порівняно
з нетренованими особами**

Спостережувані	$PWC_{170}(\pm \frac{M}{\sigma})$	
	кгм/хв	кгм/хв/кг
Спортсмени, що тренуються «на витривалість»	1760±305	25,7±4,6
Спортсмени, що займаються ігровими видами спорту	1705±280	19,3 ±2,7
Нетреновані особи	1001±136	14,4±2,7

Знаючи абсолютне значення PWC_{170} , розраховують відносну величину PWC_{170} на один кілограм маси тіла випробовуваного.

Норми для відносної фізичної працездатності

Відносна фізична працездатність	PWC_{170} (кгм/хв/кг)
Низька	14 і менше
Нижче середньої	15-16
Середня	17-18
Вище середньої	19-20
Висока	21-22
Дуже висока	23 і більше

Аеробні можливості організму залежать і обмежуються рівнем максимального споживання кисню (МСК). Цей показник визначають в умовах інтенсивної фізичної роботи тривалістю до п'яти хвилин. МСК відображає максимальний об'єм кисню, який організм може засвоїти за одну хвилину під час фізичного навантаження. На рівень цього показника впливають ступінь тренуваності, вид спортивної діяльності, функціональні можливості серцево-судинної, дихальної систем та системи крові, а також вік, стать і маса тіла. Найвищі значення МСК спостерігаються у спортсменів, що спеціалізуються на

циклічних видах спорту з високими вимогами до витривалості. Максимальних абсолютних показників МСК зазвичай досягають у віці від 15 до 20 років.

Рівень аеробної продуктивності організму може оцінюватися за допомогою прямих і непрямих методів. Пряме вимірювання МСК вважається високоточним, проте воно доволі складне та потребує використання спеціалізованого технічного обладнання. Цей метод дозволяє точно визначити кількість спожитого кисню, вимірюючи його вміст у вдихуваному та видихуваному повітрі за допомогою газоаналізаторів і розраховуючи різницю у споживанні.

Непрямі методи ґрунтуються на закономірній залежності між частотою серцевих скорочень (ЧСС) і потужністю виконуваної роботи за звичайних умов. Завдяки простоті таких методик, вони набули широке розповсюдження. Згідно з рекомендаціями Міжнародної біологічної програми, непрямий аналіз аеробної спроможності можна виконувати шляхом реєстрації показників потужності навантаження та частоти серцевих скорочень.

Оскільки проведення прямого вимірювання МСК є досить трудомістким процесом, що вимагає складного устаткування, у практичних заняттях найчастіше використовують номограму Астранда як більш доступний спосіб оцінки (див. додаток 2).

Максимальне споживання кисню у спортсменів залежить від специфіки видів спорту, в яких вони спеціалізуються.

Контингент	Абсолютна величина МПК (л/хв)	Відносна величина МСК (мл/кг/хв)
Нетреновані	3,1	44
Лижники	5,6	83
Стаєри	4,8	79
Середньовики	5,4	75
Гімнасти	3,9	60

Працездатність бігунів на різних дистанціях оцінюється згідно з показниками максимальної споживаної кількості кисню (МСК), вираженими в одиницях мл/кг/хв.

Дистанції (м)				Умовна оцінка працездатності
100, 200, 400	800, 1500	3000	5000, 10000, марафон	
45-49	50-54	53-57	55-59	Дуже низька
50-54	55-59	58-62	60-64	Низька
55-59	60-64	63-67	65-69	Середня
60-64	65-69	68-72	70-74	Хороша
65-69	70-74	73-77	75-79	Дуже хороша
>70	>75	>78	>80	Відмінна

Розрахунок максимальної споживаної кисню (МСК) можливий за умови наявності значення PWC_{170} . Для спортсменів, які займаються швидкісно-силовими видами спорту, застосовують формулу:

$$МСК = 1,7 \times PWC_{170} + 1240$$

У випадку представників циклічних видів спорту використовується дещо інший розрахунок:

$$МСК = 2,2 \times PWC_{170} + 1070$$

Отримані результати заносять до протоколу заняття, де фіксуються показники, зареєстровані під час виконання фізичного навантаження. У ньому також обчислюють значення PWC_{170} та МСК. На основі цих даних сформулюйте висновок про рівень фізичної працездатності досліджуваного.

Контрольні питання:

1. Для якої вікової категорії призначена проба PWC_{170} ?
2. Які значення частоти серцевих скорочень відповідають зоні оптимального функціонування серцево-судинної та дихальної систем під час фізичного навантаження?

3. Яких вимог необхідно дотримуватися для забезпечення достовірності результатів визначення фізичної працездатності за пробою PWC_{170} ?
4. Які основні чинники визначають рівень фізичної працездатності людини?
5. Для представників яких видів спорту характерні підвищені показники PWC_{170} (відносного значення)?

Ситуаційні завдання

Завдання 1.

Студент-спортсмен виконав пробу Руф'є. Отримано такі показники ЧСС:

- ЧСС \square (у спокої) – 62 уд./хв
- ЧСС \square (після 30 присідань за 45 с) – 118 уд./хв
- ЧСС \square (через 1 хв відновлення) – 72 уд./хв

1. Розрахуйте індекс Руф'є.
2. Оцініть рівень фізичної працездатності.
3. Які фізіологічні механізми забезпечують такий рівень працездатності?

Завдання 2.

Спортсмен виконує велоергометричний тест. Отримані дані:

- навантаження 1 – 900 кгм/хв, ЧСС – 130 уд./хв
- навантаження 2 – 1200 кгм/хв, ЧСС – 160 уд./хв

1. Розрахуйте показник PWC_{170} .
2. Який тип фізичної працездатності він характеризує?
3. Як можна інтерпретувати результат для спортсмена?

Завдання 3.

Після 3-хвилинного бігу у змагальному темпі у бігуна ЧСС становила 180 уд./хв. Показники відновлення: через 1 хв – 140 уд./хв; через 3 хв – 96 уд./хв

1. Який показник фізичної працездатності оцінюють у даній ситуації?
2. Про що свідчить характер відновлення ЧСС?
3. Який висновок щодо функціонального стану спортсмена?

РОЗДІЛ 4. АДАПТАЦІЙНІ РЕАКЦІЇ ОРГАНІЗМУ НА ФІЗИЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ

Теоретичні відомості

У спортивній сфері адаптацію розглядають як зміну стану функціональних систем організму під впливом підвищених зовнішніх факторів для досягнення кращих результатів. Адаптаційні процеси активуються при певній інтенсивності і тривалості виконання фізичних вправ, а їх наслідком стає реакція організму спортсмена на різноманітні фізичні навантаження. Фізичне навантаження у спортивній теорії та практиці охоплює всі форми м'язової активності, від одноразового виконання вправ до багаторазового повторення, що спричиняє очевидні функціональні (фізіологічні та біохімічні) зміни в організмі, які стимулюють тренуваність.

Структурно-функціональна перебудова організму в процесі адаптації до фізичної активності охоплює широкий спектр змін на всіх рівнях організації: від хімічних реакцій до роботи вищої нервової системи. Подібна перебудова має фазовий характер і включає два етапи – термінову та довготривалу адаптацію.

Термінова адаптація базується на структурно-функціональних змінах, які відбуваються в організмі безпосередньо під час виконання фізичних вправ. Основна мета цього етапу – створити сприятливі умови для функціонування м'язів, зокрема шляхом покращення енергопостачання. Біохімічні та фізіологічні зміни, необхідні для цього, стають можливими завдяки регуляції нервово-гормональної системи. Під час виконання навантажень активується симпатичний відділ вегетативної нервової системи, що призводить до збільшення швидкості кровообігу та вентиляції легень, забезпечуючи м'язи і відповідні органи киснем та енергоносіями.

Етап довготривалої адаптації проходить під час перерв між тренуваннями і потребує значного часу. Його біологічна функція полягає у формуванні в організмі структурної та функціональної бази для ефективного реалізації механізмів термінової адаптації. Простими словами, довготривала адаптація

готує організм до наступних фізичних навантажень у найбільш оптимальному режимі.

У ході тренувального процесу обидва етапи адаптації – термінова і довготривала – циклічно повторюються та взаємодіють між собою. Зміни, які відбуваються за термінової адаптації під час фізичної роботи, викликають глибокі біохімічні й функціональні перебудови, необхідні для запуску механізмів довготривалої адаптації. Водночас довготривала адаптація, збільшуючи енергетичний потенціал організму, покращує здатність виконувати наступні навантаження в рамках термінової адаптації. Ця безперервна взаємодія двох етапів поступово сприяє зростанню працездатності спортсмена.

Формування довготривалих адаптаційних реакцій проходить чотири основні стадії.

На першій стадії відбувається мобілізація функціональних ресурсів організму в процесі виконання тренувальних програм певної спрямованості. Метою цього етапу є стимулювання механізмів довготривалої адаптації шляхом накопичення ефекту багаторазової короткострокової адаптації.

Друга стадія пов'язана зі зростаючим і систематичним навантаженням, яке має повторюваний характер. На цьому етапі відбуваються структурні та функціональні зміни в органах і тканинах відповідної функціональної системи. Наприкінці цієї стадії спостерігається необхідна гіпертрофія органів, а також досягається збалансованість діяльності різних ланок і механізмів, що забезпечують ефективну роботу системи в змінених умовах.

Третя стадія характеризується наявністю стійкої довготривалої адаптації. На цьому етапі формується достатній резерв для підтримки нового рівня функціонування системи, зміцнюється стабільність функціональних структур, а регуляторні й виконавчі органи діють у тісному взаємозв'язку.

Четверта стадія виникає за умов нераціонального побудування тренувального процесу, переважно надмірного навантаження, недостатнього харчування або неповного відновлення. Ця стадія характеризується виснаженням окремих компонентів функціональної системи. Зокрема, виникають порушення процесів

оновлення тканин, гине частина клітин, а їх місце займає сполучна тканина, що згодом може призвести до помітної функціональної недостатності. Подібні зміни часто мають місце при компенсаторній гіпертрофії серця, печінки, надмірній активності нервових центрів.

Розпізнавання ступеня адаптації дозволяє визначити рівень фізичної підготовленості, коригувати фізичні навантаження відповідно до можливостей організму. Останнє особливо важливо, оскільки надмірні фізичні навантаження призводять спочатку до перенапруження адаптації органів та систем, а потім і до патологічного стану (зриву). Для визначення адаптаційного потенціалу реєструють такі показники: вік, масу тіла, зріст, частоту пульсу, артеріальний тиск. Антропометричні виміри краще проводити в першій половині дня, без верхнього одягу та взуття.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 10

ОЦІНКА ДОВГОЧАСНОЇ АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ДО ТРЕНУВАЛЬНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЗА ПОКАЗНИКОМ АДАПТАЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ

Мета: навчитися оцінювати тривалу адаптацію людського організму до фізичних навантажень під час тренувань.

Матеріали та обладнання: тонометр, фонендоскоп, секундомір, ростомір і ваги.

Хід роботи

Методика оцінки адаптаційного потенціалу дозволяє визначити стан фізичного здоров'я людини. Надмірна адаптація, що перевищує резервні можливості спортсмена, стає причиною порушень у роботі адаптаційного механізму та виникнення стійких патологічних змін.

Для аналізу адаптаційного потенціалу проводиться вимірювання рівня артеріального тиску (АТ) і частоти серцевих скорочень (ЧСС). Числове значення показника розраховується за спеціальною формулою:

$$AP = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times СТ + 0,008 \cdot ДТ + 0,014 \cdot В + 0,009 \cdot m - 0,009 \cdot L - 0,27, \text{ де}$$

АП – адаптаційний потенціал;

ЧСС – частота серцевих скорочень за 1 хв;

СТ– систолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;

ДТ – діастолічний артеріальний тиск, мм рт. ст.;

В – вік, кількість років;

m – маса тіла, кг;

L – зріст, см.

Оцінка результатів

Загальна оцінка адаптаційного потенціалу організму проводиться за шкалою, наведеною у таблиці.

Шкала оцінок адаптаційного потенціалу організму

Бали	Адаптаційний потенціал (АП)	Характеристика рівня функціонального стану
$\leq 2,10$ у.о.	Задовільна адаптація	Високі або достатні функціональні можливості організму
2,11 – 3,20 у.о	Напруга механізмів адаптації	Достатні функціональні можливості забезпечуються за рахунок функціональних резервів
3,2 – 4,30 у.о	Незадовільна адаптація	Зниження функціональних можливостей організму
$\geq 4,31$ у.о	Зрив механізмів адаптації	Різне зниження функціональних можливостей організму

Серед студентів у групі обирають декілька осіб з різним рівнем фізичної підготовленості. У кожного із них здійснюється вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС), систолічного (СТ) та діастолічного артеріального тиску (ДТ). На основі наданої формули розраховується величина адаптаційного потенціалу (АП) для кожного випробуваного. Отримані результати фіксуються у таблиці.

Досліджуваний	Показник			Рівень функціонального стану
	ЧСС, уд/хв	СТ, мм рт. ст.;	ДТ, мм рт. ст.;	

Порівнюючи показники адаптаційного потенціалу всіх досліджуваних, зробити висновки про рівень функціонального стану відповідно до фізичних навантажень, застосованих у тренувальному процесі.

Контрольні питання

1. Що мається на увазі під поняттям «довготривала адаптація»?
2. Яке значення мають тренувальні ефекти у виникненні довготривалих адаптаційних змін?
3. Які провідні механізми лежать в основі розвитку довготривалої адаптації?
4. Яка роль функціональних резервів у довготривалих адаптаційних змінах?
5. Яку інформацію відображає показник адаптаційного потенціалу (АП) під час виконання фізичних вправ?

Ситуаційні завдання

Завдання 1.

Під час інтервального бігу високої інтенсивності у спортсмена зафіксовано:

- зростання ЧСС до 185 уд./хв;
 - підвищення систолічного артеріального тиску;
 - посилення вентиляції легень та потовиділення.
1. Який тип адаптаційної реакції спостерігається?
 2. Які регуляторні механізми її забезпечують?
 3. Яке фізіологічне значення цих змін?

Завдання 2.

У бігуна на середні дистанції після 6 місяців регулярних тренувань відзначено:

- зниження ЧСС у спокої з 72 до 54 уд./хв;
 - збільшення життєвої ємності легень;
 - підвищення толерантності до навантажень.
1. Який вид адаптації сформувався?
 2. Які морфофункціональні зміни лежать в її основі?
 3. Як ці адаптації впливають на спортивну працездатність?

Завдання 3.

У спортсмена в період інтенсивної підготовки з'явилися:

- підвищена втомлюваність;
 - нестабільний пульс у спокої;
 - погіршення результатів, порушення сну.
1. Який адаптаційний стан можна запідозрити?
 2. Які фізіологічні механізми його розвитку?
 3. Які заходи необхідні для відновлення адаптації?

РОЗДІЛ 5. ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ ТА ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМ ПРИ ФІЗИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ

Теоретичні відомості

Кровообіг є одним із ключових фізіологічних процесів, що відповідає за адаптацію організму до фізичних навантажень і підтримання гомеостазу. Під час роботи м'язів кровоносна система відіграє важливу роль у постачанні кисню та поживних речовин до активних тканин, виведенні вуглекислого газу та продуктів метаболізму, а також у регуляції гуморальних і імунних функцій організму.

Одним із найінформативніших і доступних показників функціонального стану серцево-судинної системи під час фізичних навантажень є частота серцевих скорочень (ЧСС). Вона свідчить про рівень навантаження на серце у відповідь на фізичну активність і може змінюватися залежно від статі, віку, положення тіла, зовнішніх умов і рівня фізичної тренуваності. Зазвичай ЧСС у вертикальному положенні вища, ніж у горизонтальному; під час сну вона знижується, а після їжі може тимчасово зростати через перерозподіл кровотоку до органів травлення. Крім того, температура доквілля також значно впливає на ЧСС, особливо під час виконання фізичної роботи.

У стані спокою тренувані люди мають суттєво нижчу ЧСС у порівнянні з нетренуваними, що свідчить про ефективнішу роботу серця. У спортсменів вона становить приблизно 50–55 ударів за хвилину, а у представників витривалих видів спорту, таких як марафонці чи лижники-гонщики, може знижуватися до 30–35 ударів за хвилину. У процесі фізичної активності ЧСС збільшується, що дозволяє підвищити хвилинний об'єм кровообігу для забезпечення достатнього постачання кисню до тканин.

Між інтенсивністю фізичного навантаження та ЧСС спостерігається лінійна залежність у межах 50–90 % від максимальної працездатності. Завдяки цьому ЧСС можна використовувати як об'єктивний індикатор для оцінки рівня фізичного навантаження та функціонального стану серцево-судинної системи.

При помірній активності ЧСС швидко збільшується, досягаючи стабільного рівня, який зберігається протягом виконання вправ.

Зі зростанням рівня фізичної активності частота серцевих скорочень поступово посилюється. При навантаженнях обсягом близько 1000 кг/хв показник ЧСС може наблизитися до 160–170 ударів за хвилину. Що сильніше зростає інтенсивність навантаження, то швидше наближається ЧСС до своїх максимальних значень – 170–200 ударів за хвилину. Однак подальше підвищення стає неможливим. Надмірне збільшення ЧСС може призвести до зниження ефективності роботи серця через недостатній час для наповнення шлуночків кров'ю та зменшення ударного об'єму.

Особливу роль у забезпеченні працездатності під час фізичних навантажень відіграє дихальна система, яка тісно співпрацює із серцево-судинною. Процес дихання включає три основні етапи: зовнішнє дихання, яке забезпечує обмін газами між атмосферним повітрям і капілярами легень; транспорт газів кровоносною системою; тканинне дихання – засвоєння кисню клітинами організму.

Рівень фізичної працездатності значною мірою залежить від ефективності зовнішнього дихання, здатного забезпечити адекватне насичення крові киснем і його доставку до працюючих м'язів. Отже, комплексне дослідження функціонального стану дихальної та серцево-судинної систем є невід'ємною складовою оцінки адаптації організму до фізичних навантажень.

Основними характеристиками зовнішнього дихання є дихальний об'єм (ДО), частота дихання (ЧД) і глибина дихання. У стані спокою ЧД зазвичай складає 16–18 циклів на хвилину, але під час інтенсивного фізичного навантаження цей показник може збільшуватися до 40–60 циклів. Глибина дихання у здорових людей варіюється від 300 до 800 мл, залежно від антропометричних параметрів та рівня функціональної підготовки.

До резервних показників дихальної системи слід віднести додатковий і резервний об'єми повітря, які в середньому становлять близько 1,5 л кожен. Сума дихального, додаткового та резервного обсягів формує життєву ємність легень

(ЖЄЛ), що є інтегральною характеристикою функціонального стану дихальної системи.

ЖЄЛ відображає максимально можливий об'єм вентиляції легень і залежить від таких факторів, як вік, стать, розміри тіла та рівень розвитку дихальних м'язів. У жінок цей показник зазвичай становить 2,5–4 л, у чоловіків – 3,5–5 л. У фізично тренуваних осіб ЖЄЛ може досягати 7–8 л, що свідчить про високий рівень адаптації до фізичних навантажень.

Ефективність дихання під час фізичної роботи визначається хвилиним об'ємом дихання (ХОД). У стані спокою цей показник коливається в межах 5–12 л/хв, а під час фізичного навантаження може досягати 60–120 л/хв і навіть більше. Одним із важливих показників функціональних можливостей системи дихання є максимальна вентиляція легень (МВЛ), яка відображає резервні можливості органів дихання та працездатність їхніх м'язів. У людей без спеціальної фізичної підготовки МВЛ становить 70–80 л/хв, тоді як у спортсменів вона може досягати 150–200 л/хв.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 11

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ПІД ЧАС ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Мета: вивчити особливості функціонального стану серцево-судинної системи під час фізичного навантаження, використовуючи методику функціональної проби Мартіне-Кушельовського та комбіновану пробу Летунова.

Матеріали та обладнання: секундомір, метроном, скакалка.

Хід роботи

Завдання 1. Функціональна проба Мартіне- Кушельовського

Проба Мартіне- Кушельовського базується на фіксації частоти серцевих скорочень (ЧСС) і артеріального тиску (АТ) у досліджуваних у стані відносного спокою (ЧСС₁, АТ₁), після контрольованого фізичного навантаження у вигляді 20 присідань за 30 секунд (ЧСС₂, АТ₂), а також під час трихвилинного періоду

відновлення, реєструючи показники через кожні 10 секунд. Особливу увагу приділяють параметрам ЧСС і АТ, виміряним наприкінці першої хвилини відновлення (ЧСС₃ і АТ₃). Функціональна проба Мартіне-Кушельовського дозволяє визначити тип та показник якості реакції (ПЯР) серцево-судинної системи на фізичне навантаження.

Показник якості реакції (ПЯР, у.о.) обчислюється за відповідною формулою:

$$\text{ПЯР} = \frac{\text{АТ}_2 - \text{АТ}_1}{\text{ЧСС}_2 - \text{ЧСС}_1}, \text{ де}$$

ПЯР – показник якості реакції, у.о.;

АТ₁ – пульсовий артеріальний тиск до навантаження, мм рт.ст.;

АТ₂ – пульсовий артеріальний тиск після навантаження, мм рт.ст.;

ЧСС₁ – частота серцевих скорочень до навантаження, уд/хв;

ЧСС₂ – частота серцевих скорочень після навантаження, уд/хв.

У нормі значення ПЯР перебуває в діапазоні від 0,5 до 1,0 умовної одиниці. Вихід показника за межі цього діапазону свідчить про несприятливий характер реакції системи кровообігу на фізичне навантаження.

Оцінка типу реакції серцево-судинної системи базується на порівняльному аналізі значень ЧСС і АТ у стані спокою (ЧСС₁, АТ₁) і після дозованого фізичного навантаження (ЧСС₂, АТ₂). Додатково враховується час, необхідний для відновлення цих показників.

Виділяють такі типи реакцій серцево-судинної системи організму на дозоване фізичне навантаження:

Нормотонічний. ЧСС підвищується не більше ніж на 100%. Систолічний артеріальний тиск збільшується на 15-35 мм рт.ст., тоді як діастолічний залишається стабільним або знижується на 5-10 мм рт.ст.

Гіпертонічний. ЧСС суттєво зростає (більше ніж на 100%). Одночасно підвищуються як систолічний, так і діастолічний артеріальний тиск.

Гіпотонічний. ЧСС перевищує 100%. Систолічний тиск може трохи підвищуватися або навіть знижуватися, діастолічний тиск також зменшується. Такий тип реакції є характерним для випадків серцевої недостатності, стану перевтоми через інтенсивне фізичне навантаження, а також для людей, які перенесли інфекційні захворювання.

Дистонічний (феномен "нескінченного тону"). ЧСС підвищується більш ніж на 100%. Систоличний артеріальний тиск значно зростає, досягаючи 200 мм рт.ст., при цьому діастолічний тиск не визначається. Цей тип часто фіксується після важких фізичних навантажень, особливо форсованого характеру, серед осіб, які перенесли інфекційні захворювання, мають порушення в роботі нервової системи або страждають на підвищений артеріальний тиск через надмірне фізичне напруження. Крім того, він може спостерігатися у підлітків у період статевого дозрівання.

Реакція зі східчастим підйомом. Характеризується значним збільшенням ЧСС та тим, що на другій або навіть третій хвилині відновлення систолічний артеріальний тиск може бути вищим, ніж одразу після виконання дозованого навантаження. Ця реакція зустрічається у випадках зниженої функціональної здатності серця, у тих, хто переніс інфекційні хвороби, а також у людей похилого віку під час виконання інтенсивної фізичної роботи.

На основі досліджень зробити висновок.

Завдання 2. Комбінована проба Летунова

Комбінована три миттєва проба Летунова призначена для оцінки реакції серцево-судинної системи на різні види фізичних навантажень, серед яких дозоване (20 присідань за 30 секунд), швидкісне (біг на місці протягом 15 секунд у максимальному темпі) та навантаження на витривалість (3 хвилини бігу на місці). Методика оцінки реакції системи кровообігу для кожного виду навантаження аналогічна опису, запропонованому у функціональній пробі Мартін-Кушельовського.

1. Першим кроком є вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС) та артеріального тиску (АТ) у стані спокою. Після цього обстежуваному пропонується виконати 20 глибоких присідань протягом 30 секунд. У перші 10 секунд після завершення вправи фіксується ЧСС, а протягом наступних 40 секунд вимірюється АТ. Починаючи з 50-ї секунди, знову визначають ЧСС з інтервалами у 10 секунд. Після нормалізації ЧСС (але не раніше ніж через 2 хвилини) знову реєструється АТ.

2. У другій частині проби обстежуваний виконує біг на місці у максимальному темпі протягом 15 секунд. Одразу по завершенні навантаження вимірюються ЧСС і АТ протягом 4 хвилин за наступною схемою: на початку і наприкінці кожної хвилини фіксується ЧСС за 10 секунд, а в проміжках між цими вимірюваннями реєструється АТ.

3. По завершенні етапу відновлення після попереднього навантаження (триває 4 хвилини) обстежуваний виконує 3-хвилинний біг на місці у темпі 180 кроків за хвилину. Після завершення цієї вправи протягом наступних 4 хвилин реєструють ЧСС і АТ за тією ж схемою, що й на попередньому етапі.

4. Усі отримані дані фіксуються у спеціальній таблиці, аналізуються та використовується для формулювання висновків щодо особливостей реакції серцево-судинної системи на фізичні навантаження.

ЧСС у спокої =												
АТ у спокої =												
Час після навантаження, с, хв	20 присідань				біг протягом 15с				біг протягом 3 хв			
	ЧСС після навантаження											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
10												
20												
30												
40												
50												
60												
АТ після навантаження												
Час відновлення, с, хв	ЧСС = АТ =				ЧСС = АТ =				ЧСС = АТ =			

Контрольні питання:

1. У чому полягають відмінності показників частоти серцевих скорочень у тренуваних і нетренуваних осіб та чим вони зумовлені?
2. Які чинники впливають на величину ЧСС?
3. Як змінюється значення ЧСС у відповідь на збільшення фізичного навантаження?
4. Охарактеризуйте основні типи реакцій серцево-судинної системи на дозоване фізичне навантаження.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 12

ОЦІНКА ШВИДКОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ ПІСЛЯ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Мета: вивчити окремі аспекти реакцій організму на фізичну активність та провести оцінку функціонального стану серцево-судинної системи після м'язового навантаження, використовуючи методику функціональної проби за Квергом.

Матеріали та обладнання: секундоміри, метроном, скакалка.

Хід роботи

Піддослідним проводиться вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС) у стані спокою в положенні сидячи. Після цього їм пропонується виконати тестове фізичне навантаження, яке включає такі етапи: виконання 30 присідань протягом 30 секунд, максимальний біг на місці тривалістю 30 секунд, трихвилинний біг на місці з частотою 150 кроків за хвилину, а також стрибки через скакалку протягом однієї хвилини.

Протягом відновного періоду у положенні сидячи реєструється частота серцевих скорочень. Перше вимірювання (P_1) проводиться через 30 секунд після завершення вправи, друге (P_2) – через 2 хвилини, а третє (P_3) – через 4 хвилини після останньої фази навантаження.

За результатами експерименту обчислюється індекс, який базується на тривалості фізичного навантаження та трьох послідовних значеннях частоти серцевих скорочень, отриманих за 30-секундні інтервали. Розрахунок індексу за Квергом виконується відповідно до наведеної формули:

$$I = \frac{\text{тривалість роботи (с)} \times 100}{2 \times P_1 + P_2 + P_3}, \text{ де}$$

P_1 , – ЧСС протягом 30 с;

P_2 – ЧСС через 2 хв відновлення;

P_3 – ЧСС через 4 хв після завершення роботи.

Значення індексу оцінюється за класифікацією:

105 і вище – «дуже добре»;

99-104 – «добре»;

93-98 – «задовільно»;

92 і нижче – «слабко».

У процесі оцінювання швидкості відновлення організму досліджуваних осіб після виконання тестового навантаження використовується аналіз динаміки частоти серцевих скорочень (ЧСС) протягом чотирьох хвилин. Для цього обчислюється коефіцієнт відновлення пульсу (КВП) за спеціальною формулою. Варто зазначити, що менше значення КВП свідчить про більш ефективне та швидке відновлення організму.

$$\text{КВП} = \frac{\text{ЧСС}_2}{\text{ЧСС}_1}, \text{ де}$$

ЧСС_1 – частота серцевих скорочень під час навантаження;

ЧСС_2 – частота серцевих скорочень через 3 хвилини після навантаження.

Проаналізуйте отриманих результати та встановіть залежність швидкості відновлення організму від таких змінних, як рівень спеціальної тренуваності, спортивний стаж та кваліфікація. На основі отриманих експериментальних даних зробіть висновок про те, яким чином ці фактори впливають на фізіологічні процеси регенерації.

Контрольні питання:

1. Охарактеризуйте фізіологічні особливості розвитку хронічної втоми та перевтоми.
2. Проаналізуйте перебіг фізіологічних процесів відновлення.
3. Які механізми забезпечують відновлення фізіологічних функцій організму після завершення фізичної діяльності.
4. Охарактеризуйте основні методи та засоби, що сприяють прискоренню відновлення.
5. Назвіть причини виникнення втоми при виконанні фізичної роботи. Чинники, що зумовлюють прискорення розвитку втоми при різних типах м'язової активності.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 13

ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІД ЧАС ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Мета: Встановити характерні особливості функціонального стану дихальної системи під час фізичного навантаження.

Матеріали та обладнання: секундомір, спірометр, метроном.

Хід роботи

Завдання 1. Визначення основних показників зовнішнього дихання

У стані відносного спокою у досліджуваного за допомогою сухого спірометра визначають такі показники: частоту дихання (ЧД), дихальний об'єм (ДО), хвилинний об'єм дихання (ХОД), резервний об'єм видиху (РОвид.) та життєву ємність легень (ЖЄЛ). Після реєстрації цих параметрів досліджуваному пропонують виконати фізичне навантаження динамічного характеру у вигляді трьоххвилинного бігу на місці з високим підніманням стегон (темп – 180 кроків за хвилину). Одразу після завершення вправи знову проводять вимірювання параметрів зовнішнього дихання.

Через 10-15 хвилин відпочинку досліджуваному пропонують виконати стандартне навантаження статичного характеру, як-от "утримання кута" на гімнастичній стінці протягом 15-20 секунд. Після завершення цього вправління також реєструють показники зовнішнього дихання.

Усі отримані під час дослідження дані записуються в таблицю для подальшого аналізу. На основі результатів робиться висновок про реакцію системи зовнішнього дихання досліджуваного на фізичні навантаження різного типу.

Показники	Відносний спокій	Після динамічної роботи	Після статичної роботи
ЧД (рази/хв.)			
ДО (мл)			
ХОД (л/хв)			
РВ вид (мл)			
ЖЄЛ (мл)			

Завдання 2. Проби Штанге та Генчі

Методика проби Штанге передбачає вимірювання максимальної тривалості затримки дихання (у секундах), здійснюваної після глибокого вдиху. Під час виконання тесту слід забезпечити закриття ротової порожнини та носа. Дослідження проводять не менше двох разів, а для аналізу беруть найкращий отриманий результат.

Критерії оцінювання результатів тесту базуються на часових межах: показник менше 40 секунд вказує на низький рівень фізіологічної функціональності, інтервал 40-60 секунд характеризує середній стан, а результат, який перевищує 60 секунд, свідчить про високий рівень фізіологічної підготовленості.

Проба Генчі спрямована на визначення тривалості затримки дихання (у секундах) після видиху. Аналогічно пробі Штанге, ця методика передбачає проведення тесту щонайменше двічі з фіксацією найкращого результату для

подальшого аналізу. Оцінювання здійснюється за тими ж критеріями: менше 40 секунд - низький рівень, 40-60 секунд - середній рівень, більше 60 секунд - високий рівень.

Висококваліфіковані спортсмени демонструють здатність затримувати дихання до 5 хвилин, тоді як спортсменки мають показники у межах від 1,5 до 2,5 хвилин. Зміни фізичної підготовленості, обумовлені адаптацією організму до моторної гіпоксії, супроводжуються збільшенням часу затримки дихання. Такий прогрес слугує індикатором покращення загального фізичного стану організму.

Отримані результати оформіть у висновку.

Завдання 3. Індекс Скибінської (ІС)

Комбінований тест, розроблений Скибінською, використовується для оцінювання функціонального стану кардіореспіраторної системи, спираючись на параметри життєвої ємності легень (ЖЄЛ) та тривалості затримки дихання за методикою Штанге. При цьому для визначення індексу Скибінської застосовується спеціальна формула розрахунку:

$$ІС = \frac{\frac{ЖЄЛ}{100} \times \text{затримка дихання, с}}{ЧСС \text{ спокою } \left(\frac{\text{рази}}{\text{хв}}\right)}$$

Зробіть порівняння власних досліджень зі шкалою оцінювання індексу Скибінської та зробіть висновок.

Оцінка індексу	Показники індексу для чоловіків	Показники індексу для жінок
1	5 і менше	5 і менше
2	5-10	5-10
3	10-30	10-20
4	30-60	20-40
5	60 і більше	40 і більше

Контрольні питання

1. У чому полягають відмінності показників функціонального стану дихальної системи у тренованих і нетренованих осіб та чим вони зумовлені?
2. Що таке життєва ємність легень? Які складові формують цей показник.
3. Яке значення має тренування дихальних м'язів для забезпечення ефективності дихання?
4. Якими механізмами забезпечується саморегуляція дихальних рухів?
5. Чому тест Скибінської називається комбінованим?

Ситуаційні завдання

Завдання 1.

Спортсмен виконує біг на біговій доріжці протягом 5 хв із поступовим зростанням інтенсивності. Показники:

- ЧСС у спокої – 60 уд./хв
- наприкінці навантаження – 170 уд./хв
- через 3 хв відновлення – 90 уд./хв
- Систолічний артеріальний тиск під час навантаження зріс до 170 мм рт. ст.

1. Які показники характеризують функціональний стан серцево-судинної системи?

2. Чи є така реакція серця і судин фізіологічною?

3. Який висновок щодо тренованості спортсмена?

Завдання 2.

Під час степ-тесту у студентки зафіксовано:

- частота дихання у спокої – 16/хв
- під час навантаження – 34/хв
- життєва ємність легень – 3000 мл
- Відновлення частоти дихання до норми відбулося через 5 хв.

1. Які функціональні показники дихальної системи оцінюються?

2. Про що свідчить подовжене відновлення дихання?

3. Який функціональний стан дихальної системи?

Завдання 3.

У бігуна на середні дистанції під час змагального навантаження відзначено:

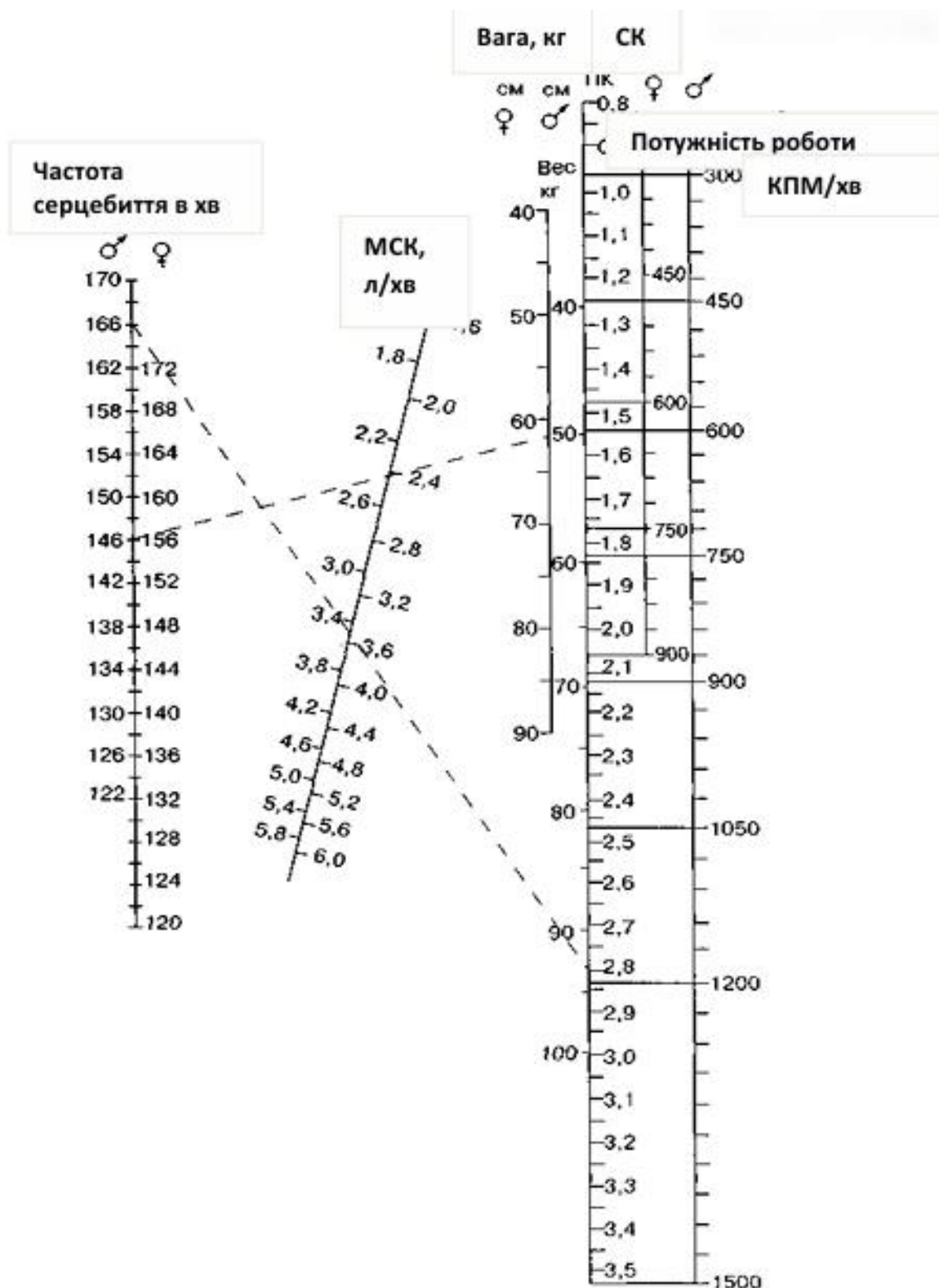
- ЧСС – 180 уд./хв
- хвилинний об'єм дихання значно підвищений
- відсутність різкої задишки
- швидке відновлення показників після фінішу (через 3–4 хв).

1. Який тип функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем спостерігається?

2. Які механізми забезпечують таку узгоджену роботу?

3. Яке значення має ця узгодженість для спортивної працездатності?

ДОДАТОК



Номограма Астранда для обчислення максимального споживання кисню
(аеробної продуктивності) по частоті серцебиття при стандартному
навантаженні

Порядок розрахунку за номограмою Астранда передбачає такі етапи:

1. Визначення передбачуваного значення споживання кисню (СК) під час виконання стандартного фізичного навантаження. Залежно від виду тесту:

- Для степ-тесту через точку на шкалі «маса тіла», що відповідає масі випробуваного, потрібно провести горизонтальну лінію до шкали «СК».
- Для велоергометра горизонтальну лінію проводять через точку на шкалі, що відповідає потужності виконуваної роботи, до шкали «СК».

2. Отримана точка на шкалі «СК» з'єднується з відповідною точкою на шкалі частоти серцевих скорочень (ЧСС), де відкладається досягнуте значення ЧСС під час виконання роботи.

3. На центральній шкалі «МСК» визначається передбачуване значення максимального споживання кисню.

Наприклад:

За умов степ-тесту для випробуваного з масою тіла 61 кг, при досягненні частоти серцевих скорочень 156 ударів за хвилину, передбачувана величина МСК складає 2,4 л/хв. Якщо випробування виконувалося на велоергометрі з навантаженням 1200 кгм/хв і частота серцевих скорочень піднялася до 166 ударів за хвилину, передбачуване значення МСК дорівнює 3,6 л/хв.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Арефьев В. Г. Основи теорії та методики фізичного виховання: підручник. Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О. А., 2016. 368 с.
2. Ахметов Р.Ф. Основи наукових досліджень у фізичному вихованні та спорті: навч. посібник. Житомир: Видавець О.О. Євенок, 2018. 204 с.
3. Босенко А. І. Фізіологія спорту : навч. посіб. Одеса : видавець Букаєв В.В., 2017. 68 с.
4. Вікова анатомія та фізіологія людини : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. до курсу "Вікова анатомія та фізіологія людини" / Т. Є. Комісова та ін. Харків: ХНПУ, 2021. 111 с.
5. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту. К.: Олімпійська література, 2003. 655 с.
6. Голяка С.К. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту. Навч. метод. посібник. Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2015. 230 с.
7. Грибан В. Г., Мельников В. Л., Хрипко Л. В., Казначєєв Д. Г. Фізичне виховання : підручник. Дніпро: ДДУВС, 2019. 232 с.
8. Дорошенко В.В. Фізіологія спорту: навчальний посібник у запитаннях та відповідях для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Фізична культура і спорт» освітньо-професійної програми «Фізичне виховання». Запоріжжя: ЗНУ, 2020. 87 с.
9. Єжова О. О. Спортивна фізіологія у схемах і таблицях: посібник для студентів інститутів фізичної культури. Суми: Вид-во СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2013. 164 с.
10. Земцова І.І. Спортивна фізіологія. К. : Олімпійська література, 2008. 207 с.
11. Комісова Т.Є. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навч. посібник. Харків: ХНПУ, 2022. 147 с.
12. Корнійчук Н.М. Біохімія спорту: Навчально-методичний посібник для студентів факультетів фізичного виховання і спорту вищих навчальних закладів. Житомир, 2014. 57 с.
13. Кудій Л. І., Коваленко С. О. Методи оцінювання фізичної працездатності у фізичній культурі та спорті: навчально-методичний посібник. Черкаси : ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2025. 112 с.

14. Ляшевич А.М. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: Методичні рекомендації до лабораторних занять. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. 64 с
15. Ляшевич А.М., Чернуха І.С. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: навчальний посібник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 145 с.
16. Маліков М.В. Фізіологія фізичних вправ у запитаннях та відповідях: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Запоріжжя: ЗНУ, 2007. 135 с.
17. Маліков М.В. Фізіологія фізичних вправ: Навч. посібник для студ. ф-тів фіз. виховання вищих навч. Закл. Запоріжжя: ЗДУ, 2003. 112 с.
18. Маліков М.В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Запоріжжя: ЗДУ, 2006. 227 с.
19. Плахтій П.Д. Біологічні основи фізичного виховання студентів: Навчальний посібник. Кам'янець-Подільський: ПП Буйницький О.А., 2008. 232 с.
20. Ровний А.С. Фізіологія рухової активності: підручник Харків, 2014. 344 с.
21. Ровний А.С. Фізіологія спорту: Навчальний посібник. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. Володимира Винниченка, 2005. 208 с.
22. Ровний А.С., Ільїн В.М., Лизогуб В.С., Ровна О.О. Фізіологія спортивної діяльності. Харків: ХНАДУ, 2015. 556 с.
23. Чайченко Г.М., Цибенко В.О., Сокур В.Д. Фізіологія людини і тварин. Київ: «Вища школа», 2013. 463 с.
24. Чижик В.В. Спортивна фізіологія: навч. посібник для студентів. Луцьк: ПВД «Твердиня», 2011. 256 с.
25. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія. Львів: Сполом, 2006. 159 с.
26. Яремко Є.О. Фізіологія спорту та фізичних вправ. Навч. посібник. Львів. 2010. 176 с.

Навчальне видання

Ю. М. ПАЛИВОДА

ФІЗІОЛОГІЯ СПОРТУ

*Методичні рекомендації
до виконання лабораторних робіт*

Технічний редактор – А. В. Лисенко
Верстка та макетування – О. В. Борщ

Підписано до друку 08.06.2026 р.
Гарнітура Times
Замовлення № 246

Формат 60x84/16
Обл.-вид. арк. 3,03
Ум. друк. арк. 5,17

Папір офсетний
Електр. вид-ння



Ніжинський державний університет
імені Миколи Гоголя.

м. Ніжин, вул. Воздвиженська, 3^А
(04631)7-19-72

E-mail: vidavn_ndu@ukr.net
www.ndu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 2137 від 29.03.05 р.