

**Львівський національний медичний університет
імені Данила Галицького
Кафедра фізичного виховання та спортивної медицини**

Затверджено на методичних
зборах кафедри ФВ і СМ
Зав.кафедрою
к.біол.н., доц. Кунинець О.В.
Протокол № 18 від "16" травня 2023 р.



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
з навчальної дисципліни
ФІЗИЧНА РЕАБІЛІТАЦІЯ І СПОРТИВНА МЕДИЦИНА
для студентів 4 курсу
підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти
галузі знань 22 «Охорона здоров'я, спеціальності 222 «Медицина»
для самостійної роботи з підготовки до практичного заняття

Тема 3 “Визначення та оцінка фізичної працездатності, аеробної продуктивності та толерантності до фізичних навантажень.”

Методичні вказівки виконані у відповідності до вимог навчальної програми з дисципліни «Фізична реабілітація та спортивна медицина» з підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 22 «Охорона здоров'я, спеціальності 222 «Медицина».

Згідно з навчальним планом, вивчення фізичної реабілітації та спортивної медицини на медичному факультеті здійснюється на 4-му році навчання. Програма розрахована на 75 годин, з яких 30 аудиторних годин (практичні заняття), 8 годин – лекції і 37 годин самостійної роботи студентів (СРС).

Методичні вказівки підготувала :

Леонт'єва З.Р. – к.м.н., доцент кафедри

За загальною редакцією завідувача кафедри фізичного виховання і спортивної медицини к.біол.н., доц. Кунинець О.Б.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Дутка Роман Ярославович д.мед.н., професор, завідувач кафедри пропедевтики внутрішньої медицини №1 Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького

Бичков Микола Анатолійович д.мед.н., професор, професор кафедри терапії №1 і медичної діагностики ФПДО Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького

Методичні вказівки обговорені та схвалені на методичних зборах кафедри фізичного виховання і спортивної медицини протокол № 18 від 16 травня 2023 р.

1. Актуальність теми: найважливішим розділом спортивної медицини є функціональна діагностика і, зокрема, тестування функціональної готовності, фізичної працездатності і інших характеристик функціонального стану організму спортсменів. Це відноситься як до спорту, так і до масової фізичної культури. Загальні й специфічні адаптаційні можливості організму спортсмена перевіряються за допомогою функціональних проб, що виконуються як у лабораторних умовах (у кабінеті функціональної діагностики), так і безпосередньо під час тренувань у спортивних залах і на стадіонах. За результатами тестування можна визначити функціональний стан організму в цілому, його адаптаційні можливості на даний момент.

Знання класифікації функціональних проб допомагає тренерів та лікарів вирішувати конкретні задачі, пов'язані з об'єктивною оцінкою стану функціональної готовності, працездатності спортсмена, вибирати саме ті проби, що потрібні на даному етапі тренувального циклу і які дозволяють відповідати на найбільш актуальні питання, що виникають у процесі тренування даного спортсмена.

2. Тривалість заняття (або теми): 2 (год.)

3. Навчальна мета (конкретні цілі):

Знати:

- ❖ засвоїти теоретичне підґрунтя, принципи проведення та оцінки результатів функціональних проб, які застосовуються в спортивній медицині.

Вміти:

- ❖ проводити функціональні проби, які застосовуються в спортивній медицині.
- ❖ визначати фізичну працездатність при виконанні тесту PWC₁₇₀ при велоергометрії і степергометрії.
- ❖ заповнити лікарсько-контрольну картку фізкультурника і спортсмена (форма №061-о) з результатами проведених функціональних проб.

Засвоїти практичні навички:

- ❖ проведення та оцінка тесту Купера.
- ❖ визначення фізичної працездатності (PWC₁₇₀) при використанні степ-тесту та велоергометру.
- ❖ визначення та оцінка максимального споживання кисню.

2. Базові знання, вміння, навички, необхідні для вивчення теми (міждисциплінарна інтеграція):

- ❖ базується на базових знаннях, вміннях, навичках, які отримані раніше при вивченні анатомії людини, фізіології людини, медичної та біологічної фізики, патофізіології й інтегрується з цими дисциплінами.
- ❖ забезпечує послідовність та взаємозв'язок з внутрішньою медициною, педіатрією що передбачає інтеграцію викладання з цими дисциплінами та формування умінь застосування знань з фізичної реабілітації та спортивної медицини в процесі подальшого навчання й у професійній діяльності.

4. Поради студенту.

5.1 Теоретичні питання до заняття:

1. Поняття про загальну фізичну працездатність, аеробну продуктивність та толерантність до фізичних навантажень.
2. Прямі і непрямі методи визначення фізичної працездатності.
3. Функціональні проби на зусилля (навантажувальні тести).
4. Показання та протипоказання для призначення навантажувальних тестів і стани, що потребують особливої уваги при тестуванні.
5. Умови проведення тестування.

6. Види і початкова величина навантажень.
7. Клінічні і функціональні ознаки порогу толерантності до фізичних навантажень.
8. Субмаксимальний тест PWC₁₇₀. Методика проведення та принципи розрахунку фізичної працездатності при виконанні тесту PWC₁₇₀ (при велоергометрії і степергометрії).
9. Визначення максимального споживання кисню. Розрахунок показника максимального споживання кисню за номограмою Астранда і за величиною PWC₁₇₀.
10. Тест Наваккі, Гарвардський степ-тест, тести Купера: методика проведення та оцінка результатів тестування.
11. Функціональні класи (класи фізичного стану) в залежності від потужності навантаження, виконаного при тестуванні фізичної працездатності, а також від аеробної продуктивності.

5.2 Практичні роботи (завдання), які використовуються на занятті:

1. Опишіть методику визначення фізичної працездатності (PWC₁₇₀) при використанні степ-тесту та велоергометру.
2. Опишіть методику проведення та оцінки результатів Гарвардського степ-тесту.
3. Опишіть методику проведення та оцінки результатів тестів Купера
4. Опишіть методику розрахунку показника максимального споживання кисню за номограмою Астранда і за величиною PWC₁₇₀.

5.3. Зміст теми:

Визначення та оцінка загальної фізичної працездатності та аеробної продуктивності. Толерантність до фізичних навантажень.

Терміном «фізична працездатність» (англ. “physical working capacity”) позначають потенційну здатність людини проявити максимум фізичного зусилля в статичній, динамічній або змішаній роботі. При статичній роботі м'язове скорочення не пов'язане з рухом частин тіла. Скорочення м'яза, при якому він розвиває напругу і не змінює своєї довжини, називається ізометричним. Мірою статичної сили є максимум ізометричної напруги. Якщо зовнішній опір при м'язовому скороченні долається (підняття вантажу), то м'яз коротшає і відбувається рух. Максимальний опір, при якому м'язи долають на всьому шляху відповідний рух, є мірою концентричної сили і позначається як динамічна. При змішаній роботі присутнє поєднання ізометричної та ізотонічної напруги.

З боку серцево-судинної системи ізометричне навантаження скорочення м'язів без руху спричиняє навантаження лівого шлуночка (ЛШ) тиском. Серцевий викид у цьому випадку зростає менше, ніж при ізотонічному навантаженні, що зумовлено обмеженням м'язового кровотоку. При ізотонічному навантаженні виникає об'ємне навантаження ЛШ.

У повсякденному житті та в своїй професійній діяльності людина використовує тільки невелику частину своєї фізичної працездатності. У спорті, коли кваліфікований спортсмен в умовах змагань встановлює особистий рекорд, вона виявляється на більш вищому рівні. Таким чином, будь-який прояв фізичної працездатності і навіть «максимум зусилля» є умовною величиною й її слід розглядати як відносну.

Розрізняють прямі і непрямі методи визначення фізичної працездатності. Прямі методи припускають виконання випробовуванням різних фізичних вправ, які є специфічними для того або іншого виду спорту. Дані фізичні вправи (тести) дозволяють судити про силу і витривалість м'язів, загальної витривалості організму, швидкості та здатності підтримувати швидкість і потужність при зміні напрямку руху. До непрямих методів визначення фізичної працездатності відноситься проведення тесту PWC₁₇₀ (степергометрія, велоергометрія, застосування в якості дозованого навантаження тредбана або тредміла).

Навантаження – це фізіологічний стрес, здатний виявити порушення з боку серцево-судинної системи, яких немає у спокої, тому його можна використовувати для оцінки

функціонального стану системи кровообігу. Навантажувальні тести передбачають реєстрацію показників безпосередньо під час виконання навантаження і дозволяють отримати кількісну оцінку функціонального стану організму. Навантажувальне тестування є серйозною процедурою, оскільки передбачає використання достатньо інтенсивних фізичних навантажень. Проведення даних функціональних проб вимагає спеціальної підготовки персоналу, урахування показань та протипоказань для їх призначення, відповідного обладнання кабінету і дотримання певних умов для забезпечення безпеки тестування та отримання вірогідної інформації.

Навантажувальні тести проводяться в таких випадках:

У спортивній медицині:

1. Визначення функціонального резерву і функціональних здібностей кардіореспіраторної системи спортсменів;
2. Спортивний відбір для видів спорту;
3. Визначення ефективності тренувань в періоди тренувального процесу;
4. Складання тренувальних програм;
5. Прогнозування спортивних результатів, особливо у видах спорту, що сприяють розвитку витривалості.

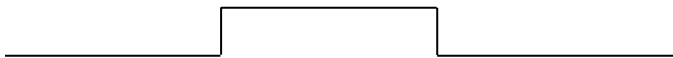
У клініці:

1. Оцінка функціонального стану організму людини;
2. Виявлення прихованих (латентних) форм захворювання, особливо серцево-судинної системи (ІХС, порушення ритму серця та ін.);
3. Вибір та корекція рухового режиму;
4. Оптимізація індивідуальних програм фізичної реабілітації;
5. Оцінка ефективності курсу реабілітаційного лікування;
6. Визначення придатності до трудової діяльності (лікарсько-трудова експертиза).

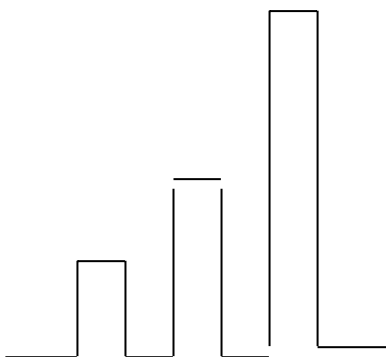
Види навантажень.

При тестуванні найбільш поширені наступні види навантажень:

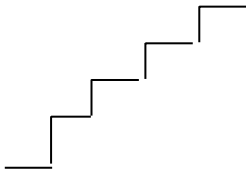
1. Безперервне навантаження рівномірної інтенсивності. Потужність роботи може бути однаковою для всіх обстежуваних або встановлюється залежно від стану здоров'я, статі, віку та фізичної підготовленості.



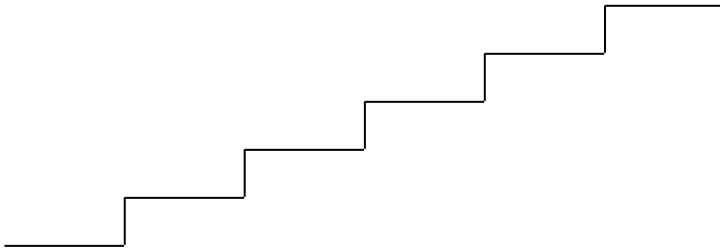
2. Ступінчатоподібне-підвищуване навантаження, з інтервалами відпочинку після кожної ступені. Збільшення потужності й тривалості інтервалів варіюється від задач дослідження.



3. Безперервна робота, що рівномірно (або майже рівномірно) підвищується, з швидкою зміною подальших ступенів без інтервалів відпочинку.



4. Безперервне ступінчатоподібне навантаження, що підвищується, без інтервалів відпочинку, при якій кардіореспіраторні показники досягають стійкого стану на кожному ступені.



При проведенні навантажувальних тестів використовується дозоване м'язове навантаження, яке добирається індивідуально до кожного обстежуваного з урахуванням віку, статі, стану здоров'я, функціональних можливостей та ін. Важливою умовою навантажувального тестування є можливість точного вимірювання та дозування фізичних навантажень. Потужність чи інтенсивність навантаження визначається у ватах (Вт) чи кілограмометрах за хвилину (кгм/хв.). Один Вт дорівнює 6,12 кгм/хв. Найбільш точним є дозування навантажень з урахуванням маси тіла. Рекомендується розпочинати тестування з 0,5-1,5 Вт/кг (в залежності від віку, статі, фізичної підготовки та ін.), на наступних ступенях – збільшувати навантаження на 0,5-1,0 Вт/кг.

Тривалість навантаження на кожному ступеню роботи залежить від часу досягнення стійкого стану (steady state), тобто стабілізації показників, незважаючи на продовження роботи: у спортсменів цей стан настає приблизно через 2 хвилини, у осіб, що не займаються спортом – приблизно через 5 хвилин після початку виконання роботи певної потужності.

Рекомендуються такі величини початкової потужності:

- для дітей - початкова потужність 25 Вт, потім 50, 75, 100 Вт і т.д;
- для чоловіків - спочатку 50 Вт, потім 100, 150 Вт і т.д;
- для жінок – спочатку 25 Вт, потім 50, 75, 100 Вт і т.д.

Для спортсменів, залежно від виду спорту й кваліфікації початкова потужність складає 100 або 150 Вт, для спортсменок – 75 або 100 Вт. Рекомендоване навантаження для осіб, що не займаються спортом, похилого віку і фізично ослаблених складає 50 Вт.

При проведенні рухових тестів, особливо у осіб, що не займаються спортом, в умовах максимальних навантажень, можуть виникнути різні ускладнення, в більшості випадків пов'язані з перевантаженням обстежуваного. Для їх попередження необхідно дотримуватися певних правил і завжди бути готовим до надання обстежуваному невідкладної допомоги.

Верхня межа ЧСС в субмаксимальному тесті залежить від віку досліджуваних. У віці 20-29 років – 170 уд/хв, 30-39 років – 160 уд/хв, 40-49 років – 150 уд/хв, 50-59 років – 140 уд/хв, 60 років і більше - 130 уд/хв.

Слід помітити, що при великих навантаженнях пароксизмальна тахікардія або мерехтіння шлуночків може виникнути навіть у відносно здорових людей. Тому всі члени бригади, що проводить обстеження, повинні бути добре підготовлені до надання першої допомоги.

Тестування навантаження проводять у присутності лікаря, який вибирає величину навантаження і дає вказівки до її припинення. При проведенні наукових досліджень до складу бригади входять не менше 3-4 чоловік.

У приміщенні, де проводиться обстеження, повинен бути апарат для штучної вентиляції легенів, дефібрілятор і кушетка, на якій, при необхідності укладають обстежуваного.

Для лікування аритмії, вираженої гіпо- або гіпертензії, стенокардії, гострій серцевій недостатності повинні бути медикаменти.

Перед тестуванням слід уточнити історію хвороби обстежуваного і зняти ЕКГ спокою.

Пацієнт не повинен їсти та палити протягом 2-3 годин перед дослідженням. Для виявлення порушень тону судин слід виміряти рівень АТ в положенні сидячи на велоергометрі. Потрібно проінструктувати пацієнта щодо способу виконання проби і пояснити ступінь ризику та можливі ускладнення дослідження.

Абсолютні протипоказання до навантажувального тестування:

- гострий період будь-якого захворювання;
- підвищена температура тіла;
- загрозливий або свіжий інфаркт міокарда і тримісячний період початкової реконвалесценції;
- гострий міокардит;
- симптомний аортальний стеноз;
- нестабільна стенокардія;
- неконтрольовані серцеві аритмії, які викликають симптоми або порушення гемодинаміки;
- декомпенсована серцева недостатність;
- гостра тромбоемболія або інфаркт легенів;
- виражена дихальна недостатність;
- гострий тромбофлебіт;
- відсутність згоди пацієнта.

Залежно від мети навантажувального тестування (НТ) може бути субмаксимальним (коли досягнута ЧСС становить 75-90 % від максимальної для даного віку і статі) і максимальним. Субмаксимальну ЧСС розраховують за формулою:

$$\text{ЧСС субмакс.} = (220 - \text{вік (років)}) \times 0,85.$$

Максимальне НТ переважно здійснюють:

1. З метою ранньої діагностики ІХС у пацієнтів з факторами ризику і/або атипичним больовим синдромом у вигляді стрес-тесту;
2. Для виявлення стенокардії “великих напруг” у фізично тренуваних осіб;
3. Для уточнення рівня працездатності у спортсменів, військових, певних інших професійних груп.

Максимальну ЧСС розраховують за формулою:

$$\text{ЧСС макс.} = 220 - \text{вік (років)},$$

із стандартним відхиленням до 10-12 ударів за хвилину. Під час виконання НТ реєстрацію ЕКГ здійснюють наприкінці кожної сходинки навантаження, не припиняючи педалювання. Вимірювання АТ бажано здійснювати щохвилини і обов'язково, наприкінці кожної сходинки навантаження (за 20-30 с до її закінчення). Після проби пацієнтам, які витримали високе навантаження, необхідно продовжити педалювання з малою потужністю протягом 1-2 хвилин. Це дозволяє запобігти виникненню колапсу, спричиненого генералізованої периферичною вазоділятацією і різким зменшенням венозного повернення крові. При проведенні навантажувального тестування оцінюється такий показник, як толерантність до фізичних навантажень, тобто здатність людини виконувати інтенсивне фізичне навантаження без ознак перенапруження. Поява таких ознак свідчить про поріг толерантності. При виникненні хоча б жодної з клінічних або функціональних ознак порогу толерантності, навантаження необхідно негайно припинити.

Клінічні ознаки порогу толерантності:

- помірна або тяжка стенокардія;
- відчуття нестачі повітря, значна задишка (більша, ніж 30 дихальних рухів за 1 хвилину), ядуха;

- симптоми з боку ЦНС (атаксія, запаморочення, передсинкопе);
- ознаки недостатньої периферійної перфузії (ціаноз, блідість, холодний піт, судоми в нижніх кінцівках, минуща кульгавість);
- значна слабкість, в тому, прохання пацієнта зупинити НТ.

Функціональні ознаки порогу толерантності:

- досягнення розрахункової субмаксимальної або максимальної ЧСС;
- депресія сегмента ST (горизонтальна або косонизхідна ≥ 1 мм);
- елевація сегмента ST ≥ 1 мм у відведеннях без зубців Q (крім V₁ та aVR);
- відсутність підвищення систолічного АТ або його зниження ≥ 10 мм рт. ст. при збільшенні потужності навантаження, яке супроводжується або не супроводжується ознаками ішемії міокарда;
 - шлуночкова тахікардія, часта шлуночкова екстрасистолія, суправентрикулярна тахікардія, атріовентрикулярна блокада II або III ступеня, брадиаритмія, поява блокади будь-якої ніжки пучка Гіса;
 - підвищення систолічного АТ понад 230 мм рт. ст. і/або діастолічного АТ понад 115 мм рт. ст.

Крім клінічних та функціональних ознак, коли треба припинити навантаження, є ще технічні труднощі контролю ЕКГ або систолічного АТ, при яких треба негайно припинити тестування.

Визначення фізичної працездатності за тестом PWC₁₇₀

Функціональну пробу, засновану на визначенні м'язового навантаження, при якій ЧСС підвищується до 170 уд/хв, позначають як пробу Sjöstrand або як тест PWC₁₇₀ (від перших букв англійського позначення терміна "фізична працездатність" – Physical Working Capacity).

Визначення фізичної працездатності за допомогою тесту PWC₁₇₀ базується на двох відомих з фізіології м'язової діяльності фактах:

1. Пришвидшення серцебиття при м'язовій роботі прямо пропорційне її інтенсивності (потужності);
2. Ступінь пришвидшення серцебиття в будь-якому фізичному навантаженні зворотно-пропорційний здатності досліджуваного виконувати м'язову роботу даної інтенсивності (потужності), тобто фізичній працездатності.

З цього випливає, що ЧСС при м'язовій роботі може бути використана як надійний критерій фізичної працездатності людини.

Є два шляхи визначення фізичної працездатності за реакцією пульсу на фізичне навантаження:

1. За допомогою оцінки ЧСС при виконанні стандартної м'язової роботи;
1. За допомогою перебування величини потужності того навантаження, при якій ЧСС збільшується до деякого стандартного рівня.

Другий спосіб більш обґрунтований, тому що лежить в основі визначення фізичної працездатності за тестом PWC₁₇₀. У відношенні вибору ЧСС, рівної 170 уд/хв, то це визначається тим, що при даній частоті ще зберігається оптимальне функціонування серцево-судинної системи. Іншими словами, при ЧСС до 170 уд/хв є пряма лінійна залежність між потужністю виконуваної м'язової роботи і ЧСС, а утворення аденозинтрифосфornoї кислоти йде за рахунок аеробного окислення. При більш високій ЧСС лінійний характер цього взаємозв'язку порушується внаслідок активізації анаеробних (гліколітичних) механізмів енергетичного забезпечення м'язової роботи.

У практиці застосовують два варіанти тесту PWC₁₇₀: тест, у якому навантаження виконується у вигляді сходження на сходинку, – степ-тест і велоергометр.

Методика визначення PWC₁₇₀ при застосуванні степ-тесту

Частіше застосовується висота сходинки, рівна половині довжини ноги досліджуваного. Тому краще мати набір тумбочок різної висоти (15, 30, 40 см. і т.д.).

Потужність виконуваної роботи (W) можна визначити за такою формулою або за допомогою таблиці 5.3.1.

$$W \text{ (кгм/хв)} = 1,33 \cdot p \cdot h \cdot n, \text{ де:}$$

1,33 - коефіцієнт, що враховує величину роботи при спуску зі сходинки;

p - маса обстежуваного (кг);

h - висота сходинки (м);

n - число сходжень.

Припустимо, що маса обстежуваного дорівнює 75 кг, а висота сходинки 40 см. Яким повинен бути темп сходження, щоб навантаження дорівнювало 1000 кгм/хв?

Підставивши у формулу [1] відповідні цифри, одержимо:

$1000 \text{ кгм/хв} = 1,33 \times 0,4 \text{ м} \times 75 \text{ кг} \times X$ (циклів за 1 хв.),

$$X = \frac{1000}{1,33 \times 0,4 \times 75} = 25 \text{ (циклів за 1 хв.)}$$

Оскільки один цикл складається з чотирьох кроків, 25 циклів відповідають темпові метронома, рівному 100 уд. за 1 хв. Отриманий результат фізичної працездатності в кгм/хв для вираження у ватах (Вт), необхідно розділити на 6, оскільки 1 Вт = 6 кгм/хв.

Підібравши оптимальну висоту сходинки, пробу проводять у такій послідовності:

1. По табл. знаходять індивідуальне число підйомів на сходинку в залежності від її висоти, маси обстежуваного і наміченої потужності першого навантаження;
2. Накладення електродів електрокардіографа для реєстрації пульсу наприкінці кожного навантаження (по інтервалу R-R електрокардіограми - ЕКГ);
3. Виконання першого навантаження (W_1) у темпі сходження один цикл за дві секунди протягом 5 хв. Запис ЕКГ для визначення пульсу (f_1) в останні 30 с п'ятої хвилини навантаження;
4. Відпочинок у положенні сидячи – 3 хв;
5. Виконання другого навантаження (W_2) протягом 5 хв. (по табл. визначається число сходжень і висота сходинки.) Темп – той самий. Запис ЕКГ аналогічний запису після першого навантаження;
6. Визначення PWC_{170} графічним або математичним методом.

Визначення PWC_{170} графічним методом здійснюється в такий спосіб: потужність двох послідовно виконаних навантажень відкладається на осі абсцис, а відповідні їм ЧСС – по осі ординат. На перетинанні цих величин знаходимо дві точки, через які проводимо лінію до перетинання з частотою пульсу 170 уд/хв. Із знайденої третьої точки опускаємо перпендикуляр на вісь абсцис, що і визначає потужність роботи при пульсі 170 уд/хв, тобто PWC_{170} (рис. 2).

Таблиця 5.3.1

Визначення потужності виконаної роботи (у кгм/хв) при степ-тесті в залежності від маси досліджуваного, висоти сходинки і числа сходжень

Число сход. у хв	Вага тіла, кг												
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
15 см													
10	80	90	100	110	120	129	140	150	160	169	180	190	200
15	120	135	150	165	180	195	210	225	239	254	270	284	299
20	160	179	200	219	239	260	279	300	319	340	359	379	399
25	200	224	249	274	300	324	349	374	399	424	449	474	499
30	239	270	300	330	360	390	420	450	479	509	539	568	598
35	279	314	349	384	419	454	488	524	559	593	629	663	698
40	319	358	399	439	479	519	559	598	638	696	718	758	798
30 см													
10	160	182	200	217	239	257	279	297	319	341	359	379	399
15	239	270	300	330	360	389	419	450	479	509	539	568	598
20	319	364	399	434	479	514	558	594	559	683	718	758	798
25	399	449	492	601	578	647	698	747	798	847	900	948	998

30	479	539	599	660	720	778	839	899	958	1018	1078	1137	1197
35	559	628	698	767	838	904	975	1046	1117	1188	1259	1327	1396
40	638	727	798	869	976	1028	1117	1188	1277	1365	1436	1560	1596
40 см													
10	213	239	266	292	319	346	372	399	426	452	479	505	532
15	319	359	399	439	479	519	559	598	638	678	718	758	798
20	426	479	532	585	638	692	745	798	851	904	958	1011	1064
25	532	598	665	732	798	864	931	998	1064	1130	1197	1264	1330
30	638	718	798	878	958	1037	1117	1197	1277	1357	1436	1516	1596
35	745	838	931	1024	1117	1210	1303	1396	1490	1583	1676	1769	1862
40	851	958	1064	1170	1277	1383	1490	1596	1702	1809	1915	2022	2128

Визначення PWC_{170} графічним методом здійснюється в такий спосіб: потужність двох послідовно виконаних навантажень відкладається на осі абсцис, а відповідні їм ЧСС – по осі ординат. На перетинанні цих величин знаходимо дві точки, через які проводимо лінію до перетинання з частотою пульсу 170 уд/хв. Із знайденої третьої точки опускаємо перпендикуляр на вісь абсцис, що і визначає потужність роботи при пульсі 170 уд/хв, тобто PWC_{170} (рис. 5.3.1).

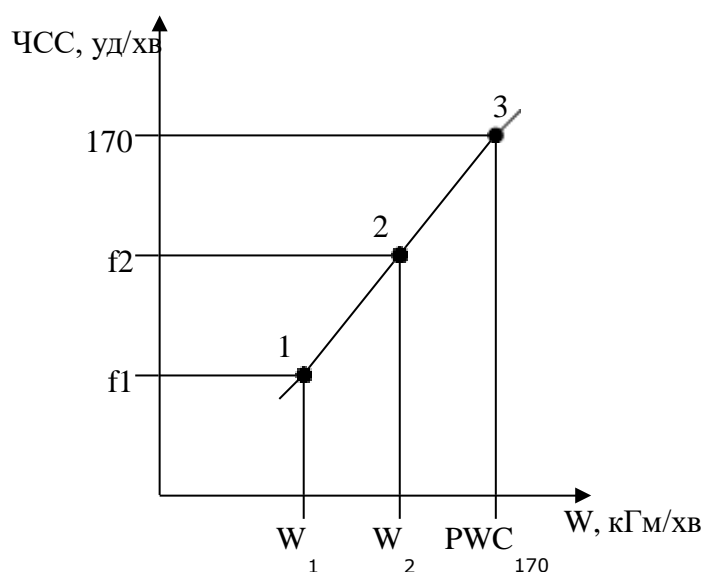


Рис. 5.3.1 Графічний спосіб визначення PWC_{170} , де: f_1, f_2 – ЧСС після першого і другого навантаження; W_1, W_2 – потужність першого і другого навантажень.

Методика визначення PWC_{170} при застосуванні на велоергометрі.

Досліджуваному пропонується послідовно виконати два навантаження помірної інтенсивності (наприклад, 500 і 1000 кгм/хв) з частотою обертання педалей 60-80 об/хв, розділені трихвилинним інтервалом відпочинку. Кожне навантаження продовжується 5 хв, наприкінці його протягом 30 с визначається ЧСС аускультативним методом (стетофонендоскопом) або реєструється (для тих же цілей) ЕКГ.

Найбільш раціонально розрахунки PWC_{170} вести не графічним способом (рис.2), а шляхом підстановки значень ЧСС і потужності роботи у формулу, запропоновану В.Л.Карпманом із співавт. у 1974 році:

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}$$

Це рівняння дозволяє легко знайти величину PWC_{170} , якщо відомі потужність першого (W_1) і другого (W_2) навантажень і ЧСС наприкінці першого (f_1) і другого (f_2) навантажень.

Визначення фізичної працездатності шляхом розрахунку PWC_{170} дає надійні результати лише при виконанні деяких умов. У тому випадку, коли різниця між першим і другим навантаженнями невелика, точність визначення PWC_{170} знижується. Головним чином це відбувається у зв'язку з тим, що система регулювання апарату кровообігу не здатна точно диференціювати навантаження, що мало відрізняються за потужністю. Тому при проведенні тесту PWC_{170} потужність другого навантаження повинна істотно відрізнятись від потужності першого навантаження. Рекомендуються такі значення навантажень, що забезпечують надійне визначення PWC_{170} (табл.).

За допомогою цих таблиць нескладно вибрати потужність навантажень, що задаються. Критерієм того, що вони підібрані правильно, може служити ЧСС наприкінці навантажень. Тахікардія наприкінці першого навантаження повинна досягати 100-120 уд/хв, а наприкінці другого навантаження – 160-170 уд/хв.

Тест PWC_{170} характеризується достатньою методологічною коректністю. Важливим достоїнством проби PWC_{170} є те, що в процесі тестування спостерігається суб'єктивне відношення випробовуваного до дослідження.

Таблиця 5.3.2

Потужність 1-го навантаження W_1 (кгм/хв), яка рекомендується для визначення PWC_{170} у спортсменів з різною масою тіла, що розвивають різні фізичні якості (Карпман В.Л. із співавт., 1988; доповнено Михалюк Є.Л., 2004)

Групи видів спорту	Маса тіла, кг						
	50-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	Більше. 85
Швидкісносилові і складнокоординаційні	400	400	500	500	500	600	600
Ігрові і єдиноборства	400	400	500	600	700	800	800
На витривалість	540	600	700	800	900	900	1000

Серед спортсменів у 8,2% зустрічаються особи, що мають масу тіла менше ніж 55 кг, майже 91,0% з них складають жінки. На основі емпіричних даних запропоновано при виборі потужності першого фізичного навантаження на велоергометрі спортсменам з масою тіла менше ніж 55 кг керуватися слідуєчим. Першу градацію по масі тіла, яку пропонує В.Л.Карпман зі співавт. (1988) розширити і починати з 50 кг. Потужність першого навантаження по групах видів спорту, відповідно для швидкісно-силових, складнокоординаційних, ігрових та єдиноборств встановлювати на рівні 400 кгм/хв., а для видів спорту на витривалість - 540 кгм/хв. (Михалюк Є.Л., 2004).

Відмічено, що серед спортсменів високого класу в 28,6% зустрічаються особи, які мають ЧСС спокою на рівні 48-60 уд/хв., серед них 65,6% чоловіки та 34,4% - жінки. При проведенні субмаксимального тесту PWC_{170} у спортсменів з брадикардією ЧСС після першого фізичного навантаження на велоергометрі становить 85-90 уд/хв., замість рекомендованої В.Л.Карпманом зі співавт. (1988) – 100-120 уд/хв. Це призводить до вибору необгрунтованого збільшення потужності другого навантаження, збільшенню ЧСС наприкінці тесту більше ніж 170 уд/хв. та помилкам у розрахунках фізичної працездатності. Щоби цього уникнути потрібно збільшувати потужність першого навантаження на велоергометрі на 120-180 кгм/хв.(при ЧСС спокою 60-55 уд/хв.), а при ЧСС в межах 54-48 уд/хв на 180-240 кгм/хв.(Михалюк Є.Л. 2004).

Таблиця 5.3.3

Потужність 2-го навантаження (W_2), що рекомендується для визначення PWC_{170}

Потужність 1-го навантаження (W_1)	Потужність 2-го навантаження (W_2), кгм/хв
	ЧСС при W_1 , уд/хв

	90-99	100-109	110-119	120-129
300	1000	850	700	600
400	1200	1000	800	700
500	1400	1200	1000	850
600	1600	1400	1200	1000
700	1800	1600	1400	1200
800	1900	1700	1500	1300
900	2000	1800	1600	1400

Оцінка та інтерпретація результатів проби.

Накопичений матеріал по вивченню фізичної працездатності у спортсменів різних спеціалізацій вимагає подальшого осмислення, оскільки в оцінці отриманих результатів є різні судження у спортивних лікарів і тренерів. Багато тренерів, які особливо працюють зі спортсменами циклічних видів спорту з переважним розвитком якості витривалості, прагнуть усіма доступними способами підвищити фізичну працездатність своїх підопічних. Досить часто подібне прагнення приводить до збільшення показників фізичної працездатності, але не приносить успіху в змаганнях. Це пов'язане з тим, що у погоні за підвищенням якості витривалості губляться швидкісні якості спортсменів, які і визначають перемогу в престижних змаганнях.

Фізичну працездатність оцінюють, аналізуючи індивідуальну динаміку PWC_{170} і порівнюючи цю величину з нормальними значеннями PWC_{170} для тієї або іншої категорії людей. Очевидно, що чим більше PWC_{170} , тим більшу механічну роботу може виконати людина при оптимальному функціонуванні системи кровообігу. Отже, чим більше PWC_{170} , тим вища фізична працездатність.

Рівень фізичної працездатності по тесту PWC_{170} визначається, насамперед, продуктивністю кардіореспіраторної системи. Чим ефективніша робота апарату кровообігу, тим більші функціональні можливості вегетативних систем організму, тим більша величина PWC_{170} .

Істотний вплив на цю величину мають особливості фізичного розвитку. Абсолютні значення PWC_{170} знаходяться в прямій залежності від розмірів тіла. Тому для нівелювання індивідуальних розходжень у масі, визначають відносні величини PWC_{170} , розраховані на 1 кг маси тіла. Надалі інтерпретації, отриманих нами даних, будуть засновані на відносних величинах PWC_{170} , тобто $PWC_{170/kg}$.

Індивідуальні коливання величин PWC_{170} також визначаються статтю, віком, спадковістю, станом здоров'я, рівнем фізичної активності й т.д.

У здорових молодих чоловіків (середній вік $23,9 \pm 6,1$ років), що не займаються спортом, величини PWC_{170} у середньому складають 1001 ± 136 кгм/хв, а $PWC_{170/kg}$ – $14,4 \pm 2,7$ кгм/хв/кг. У жінок (середній вік $24,1 \pm 2,6$ років) – відповідно 640 ± 105 кгм/хв і $10,2 \pm 1,6$ кгм/хв/кг. Наводяться результати статистичної обробки фізичної працездатності осіб, що не займаються спортом (В.Л.Карпман із співавт., 1988) на рівні $X \pm \delta$.

Існує думка про те, що фізична працездатність по тесту PWC_{170} у більшості спортсменів перевищує аналогічний показник осіб, що не займаються спортом. При цьому вказується, що є залежність величини фізичної працездатності від спрямованості тренувального процесу на розвиток тих або інших якостей, а саме: сили, швидкості, витривалості, чи їхніх сполучень, наприклад, швидкості й сили, або спритності й сили і т.інш. Але є дані, які свідчать, що у спортсменів високого рівня, що розвивають якості швидкості та сили, величина $PWC_{170/kg}$ нижче, ніж в осіб, що не займаються спортом. Витривалість організму при тривалій роботі циклічного характеру безпосередньо визначається його аеробною працездатністю, яка забезпечується узгодженою роботою, головним чином, систем кровообігу і дихання. Тому в спортсменів, що спеціалізуються у видах спорту на швидкість і витривалість, а також переважно на витривалість, особливо виражені зміни у функціонуванні кардіореспіраторної системи і у них зафіксовані найбільші величини $PWC_{170/kg}$.

Що стосується гендерних розбіжностей показників фізичної працездатності у спортсменів, то вони будуть коректні за наявності строго однорідних груп, що враховують вік, спортивну кваліфікацію і конкретний вид спорту. При цьому ступінь розбіжностей залежатиме від частки участі аеробних механізмів забезпечення м'язової роботи, тобто у спортсменів, що розвивають якості швидкості й витривалості, а також тільки витривалості, гендерні розбіжності будуть більші, ніж у спортсменів, що розвивають якості сили й швидкості.

При дослідженні спортсменів різних спеціалізацій, за даними В.Л.Карпмана із співавт. (1974), тільки у спортсменів, що розвивають якість витривалості різниця у величинах PWC_{170} від 1 розряду до майстра спорту носить вірогідний характер. Іншими словами, оскільки у видах спорту, розвиваючих якість витривалості, фізична працездатність по тесту PWC_{170} є ведучою, тому існує вірогідний зв'язок між PWC_{170} і спортивною кваліфікацією. У видах же спорту, де на тлі середніх величин фізичної працездатності виявляється більше технічна сторона підготовки спортсмена, наприклад, кидок мяча по воротах у гандболі, атакуючий удар у волейболі, прийом у боротьбі та інш., тобто його майстерність, залежність між фізичною працездатністю і кваліфікацією спортсмена носить невірогідний характер. І нарешті, у спортсменів швидко-силових видів (важкоатлети, металники та інш.), які мало приділяють уваги розвитку загальної витривалості, простіше кажучи, вона їм "шкодить", фізична працездатність не залежить від спортивної кваліфікації.

Найважливішою особливістю функціонального стану організму спортсмена, на відміну від осіб, які не займаються спортом, є закономірна її динаміка в річному тренувальному циклі підготовки. В той же час, не для всіх видів спорту властиві вірогідні зміни серед показників фізичної працездатності. Що стосується ігрових видів спорту то в цілому по окремим командам і спортсменам, спостерігається деяка закономірність, відповідно якої показники $PWC_{170/kg}$ збільшуються від підготовчого періоду до змагального і потім знову знижуються до початку наступного підготовчого періоду. У одних спортсменів показники у змагальному періоді стосовно до підготовчого не змінюються, у інших же відзначаються статистично достовірні зміни. Ймовірно, це залежить від багатьох причин і насамперед, від спрямованості тренувального процесу на розвиток фізичних якостей, кваліфікації спортсмена, а в ігрових видах спорту і від амплуа (воротар, нападаючий, тощо).

Дослідження максимального споживання кисню (МСК) прямими методами, які ґрунтуються на аналізі видихуваного повітря за допомогою спеціальних приладів – газоаналізаторів, в умовах виконання максимальних фізичних навантажень. З метою визначення МСК величини споживання кисню, що зафіксовані на кожному рівні навантаження в тесті зі ступінчато-підвищуючою потужністю, відкладаються на графіку напроти відповідних їм значень потужності.

Під час виконання навантажувального тестування (НТ) споживання кисню швидко зростає і стабілізується після другої хвилини кожного етапу навантаження, до досягнення дихального порога. МСК (VO_{2max}) – найбільша кількість кисню, яку обстежуваний може спожити під час виконання динамічного навантаження із залученням великої частини м'язів. Цей показник розглядається як об'єктивний параметр стану серцево-судинної системи та толерантності до навантаження. Показник МСК відображає кількість кисню, який транспортується і використовується у клітинному метаболізмі.

На показник МСК впливають вік, стать, звичка до навантажень, спадковий фактор, стан серцево-судинної системи.

У віці від 15 до 30 років рівень МСК є найбільшим і з віком він поступово зменшується. У чоловіків у віці 60 років середній показник МСК становить приблизно дві третини від показника у віці 20 років. Зниження МСК в середньому відбувається зі швидкістю 8-10% за кожні 10 років. У жінок рівень МСК нижче, ніж у чоловіків, що зумовлено меншою масою м'язів, нижчими рівнями гемоглобіну, об'ємом циркулюючої крові та серцевого викиду.

Показник МСК істотно залежить від звичайного рівня фізичної активності обстежуваного. У молодих чоловіків з помірним рівнем фізичної активності МСК становить приблизно 12 МЕТ. Один МЕТ (метаболічний еквівалент) – це одиниця споживання кисню у

спокої, яка приблизно відповідає 3,5 мл кисню на 1 кг ваги тіла за хвилину. У спортсменів циклічних видів спорту, які виконують тривалі аеробні навантаження (біг на довгі дистанції, плавання, вело-шосе та інш.) МСК може зростати до 18-24 МЕТ (63-84 мл/хв/кг). У таблиці наведено нормальні величини МСК у осіб різного віку та статі.

Таблиця 5.3.4

Нормальні величини МСК у осіб різного віку та статі

Вік (років)	Чоловіки мл/хв/кг МЕТ	Жінки мл/хв/кг МЕТ
20-29	43±7,2 12	36±6,9 10
30-39	42±7,0 12	34±6,2 10
40-49	40±7,2 11	32±6,2 9
50-59	36±7,1 10	29±5,4 8
60-69	33±7,3 9	27±4,7 8
70-79	29±7,3 8	27±5,8 8

Показник МСК еквівалентний добутку максимального серцевого викиду і максимальної артеріовенозної різниці за киснем. Оскільки серцевий викид дорівнює добутку ударного об'єму і ЧСС, а можливості зростання ударного об'єму обмежені, подальше зростання споживання кисню залежить виключно від збільшення ЧСС. Отже, показник МСК при максимальному фізичному зусиллі можна орієнтовно оцінити за досягнутою максимальною ЧСС.

МСК визначається непрямим і прямим методом.

Визначення МСК непрямим методом. У нормальних умовах між величиною МСК і ЧСС існує лінійна залежність. Такий характер зв'язку дозволяє знаходити залежність (ЧСС/МПК) вже за наявності двох точок в системі прямолінійних координат, де МСК відкладається на осі абсцис, а ЧСС – на осі ординат. Ці точки знаходять вимірюванням ЧСС на двох рівнях субмаксимального навантаження після утворення так званого стійкого стану (в кінці 5-ої хвилини роботи). МСК визначається шляхом лінійної екстраполяції, одержаної між двома точками прямої лінії до значення максимального пульсу. Величина максимального пульсу залежить від віку (табл.).

Таблиця 5.3.5

Частота пульсу у осіб, що не займаються спортом при навантаженні різної потужності (Shephard, 1969)

Навантаження в % від МСК	Вік, роки									
	20-29		30-39		40-49		50-59		60-69	
	м	ж	М	ж	м	ж	м	ж	м	ж
60	141	148	138	143	136	138	131	134	127	130
75	161	167	156	160	152	154	145	145	140	142
100	195	198	187	189	178	179	170	171	162	163

Крім того, для орієнтовного розрахунку значень максимального пульсу можна користуватися формулами:

$$МСК = 210 - 0,8 \times \text{вік (роки)};$$

$$МСК = 220 - \text{вік (роки)}.$$

Точність розрахованого максимального пульсу рівна ± 10 уд/мин і помилка непрямого методу визначення МСК рівна 10-15%.

Для непрямого визначення МСК потужність навантаження на окремих ступенях слід вибирати з таким розрахунком, щоб частота пульсу знаходилася в межах від 120 до 170 ударів в хвилину. Номограма, що складена I. Astrand (1960) (рис. 5.3.2) дозволяє знаходити величину МСК по частоті серцевих скорочень, зафіксованої в одному субмаксимальному навантаженні.

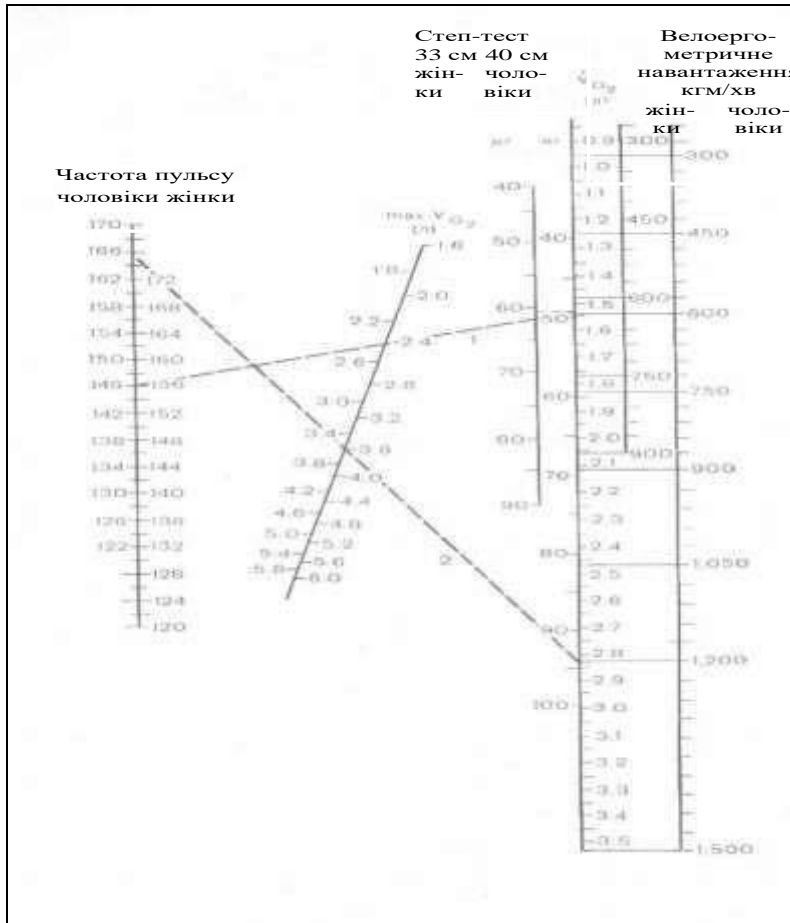


Рис. 5.3.2 Номограма I. Astrand

Для непрямого розрахунку МСК при НТ запропоновано кілька формул:

МСК для максимальних тестів у МЕТах:

$$МСК = [90 + (3,44 \times W)] / P,$$

де: W – потужність останнього ступеня навантаження у Вт;

P – маса тіла у кг.

МСК при максимальних і субмаксимальних тестах у мл/хв/кг за В.Л.Карпманом:

$$МСК = [(1,7 \times W \times 6) + 1240] / P,$$

де W – потужність останнього ступеня навантаження у Вт;

P – маса тіла у кг.

$$МСК = 2,2 \times PWC_{170} + 1070 / P.$$

Пряме визначення МСК. Для визначення МСК прямим способом необхідно вимірювати показники легеневої вентиляції (МОД) і склад повітря, що видихається. Протягом останніх 30 с кожного «ступеня» навантаження повітря, що видихається, збирають у мішок Дугласа. Потім відбувається газоаналіз за допомогою газоаналізаторів (типу «Спіроліт», «Вескман») і вимірюється кількість повітря, що видихається, газовим лічильником. Одночасно із забором повітря, що видихається, пвводиться реєстрація ЧСС.

Багато зробити 4-5 вимірювань і розрахувати величину споживання кисню на кожному рівні навантаження. За максимум аеробної потужності приймається величина споживання кисню, яка співпадає ($\pm 5\%$) в трьох вимірюваннях.

Основним критерієм, що свідчить про досягнення максимального рівня споживання кисню, прийнято рахувати утворення плато на кривій споживання кисню, не дивлячись на подальше підвищення потужності навантаження. Додатковими критеріями є ЧСС, дихальний коефіцієнт, вентиляційний еквівалент, кисневий пульс і концентрація молочної кислоти в артеріальній крові. Недоліком максимальних тестів є надмірно велике зусилля, що значно обмежує їх застосування, особливо у похилих людей. Що стосується визначення МСК у молодих здорових осіб, а також спортсменів, то при дотриманні всіх необхідних умов немає підстав відмовлятися від максимальних тестів, які дозволяють одержати значно точніші результати. Враховуючи велику важливість інформації, слід намагатися до проведення проб з фізичним навантаженням у всіх випадках при відсутності протипоказань.

Гарвардський степ-тест

Загальна ідея тесту полягає у вивченні відновлюваних процесів (динаміки ЧСС) після припинення дозованої м'язової роботи. Перевагою тесту є його методична простота і доступність, використання відносно дозованого фізичного навантаження (встановити точну потужність навантаження важко), можливість кількісного вираження результатів дослідження. Для проведення тесту необхідна така апаратура: сходинки різної висоти, секундомір, метроном.

Методика проведення тесту. Фізичне навантаження задається у вигляді сходження на сходинку. Висота сходинки і час виконання м'язової роботи залежать від статі, віку та фізичного розвитку досліджуваного (табл.). Під час тестування досліджуваному пропонується робити підйоми на сходинку в заданому темпі - з частотою 30 разів у 1 хв. Темп рухів задається метрономом, частоту якого встановлюють на 120 уд/хв. Підйом і спуск складаються з чотирьох рухів, кожному з яких буде відповідати один удар метронома: 1 - досліджуваний ставить на сходинку одну ногу, 2 - ставить на сходинку другу ногу, 3 - ставить назад на підлогу ногу, з якої почав сходження, 4 - ставить на підлогу другу ногу.

У положенні стоячи на сходинці ноги прямі, тулуб повинен знаходитися в строго вертикальному положенні. При підйомі й спуску руки виконують звичайні для ходьби рухи. Під час виконання тесту можна кілька разів перемінити ногу, з якої починається підйом.

Перед проведенням Гарвардського степ-тесту досліджуваного варто ознайомити з технікою виконання фізичного навантаження, надати йому можливість зробити кілька пробних підйомів на сходинку.

У тих випадках, коли досліджуваний припиняє роботу раніше зазначеного в таблиці часу, фіксується той час, протягом якого виконувалася робота. Якщо через втому досліджуваний не може підтримувати заданий темп протягом 20 с, тест припиняється, а при розрахунку враховується фактичний час виконання навантаження.

Таблиця 5.3.6

Висота сходинки і час сходжень при проведенні Гарвардського степ-тесту

Група обстежених	Висота сходинки, см.	Час сходження, хв.
Чоловіки 18 років і більше	50	5
Жінки 18 років і більше	43	5
Юнаки й підлітки (12-18 років) з поверхнею тіла більше, ніж 1,85 м ²	50	4
Юнаки й підлітки (12-18 років) з поверхнею тіла менше ніж 1,85 м ²	45	4
Дівчата у віці 12-18 років	40	4
Хлопчаки і дівчата 8-12 років	35	3
Хлопчаки і дівчатка до 8 років	35	2

Після закінчення фізичного навантаження досліджуваний відпочиває сидячи. Починаючи з другої хвилини у нього 3 рази по 30-секундних відрізках часу підраховується число пульсових ударів: з 60-ої до 90-ої

відновлюваного періоду, з 120-ої до 150-ої і з 180-ої до 210-ої секунди. Значення цих трьох підрахунків сумується і збільшується на 2 (переклад ЧСС у 1 хв). Результати тестування виражаються в умовних одиницях у вигляді індексу Гарвардського степ-тесту (ІГСТ). Цю величину розраховують з такого рівняння:

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

t - фактичний час виконання фізичного навантаження в секундах;

f₁, f₂, f₃ - сума пульсу за перші 30 секунд кожної хвилини (починаючи з другої) відновлюваного періоду;

величина 100 необхідна для вираження ІГСТ у цілих числах, а цифра 2 – для перекладу суми пульсу за 30-секундні проміжки часу в число серцебиттів за хвилину.

Оцінка результатів тестування.

Величина ІГСТ характеризує швидкість відновлюваних процесів після досить напруженої м'язової роботи. Чим швидше відновлюється пульс, тим менша величина f₁+f₂+f₃ і, отже, тим вищий індекс Гарвардського степ-тесту.

У таблиці наведена шкала оцінки величин ІГСТ осіб, що не займаються спортом.

Таблиця 5.3.7

Оцінка Гарвардського степ-тесту

Оцінка	Величина індексу Гарвардського степ-тесту		
	у здорових осіб, що не займаються спортом	у представників ациклічних видів спорту	у представників циклічних видів спорту
Плоха	Менше ніж 56	Менше ніж 61	Менше ніж 71
Нижче середньої	56-65	61-70	71-80
Середня	66-70	71-80	81-90
Вище середній	71-80	81-90	91-100
Гарна	81-90	91-100	101-110
Відмінна	Більше ніж 90	Більше ніж 100	Більше ніж 110

У спортсменів значення ІГСТ, як правило, вищі. Особливо високі величини індексу виявляють у представників видів спорту циклічного характеру, що приділяють особливу увагу розвитку витривалості. Використовувати Гарвардський степ-тест можна для людей, що мають достатню фізичну підготовку. Застосовувати його при обстеженні осіб старшого, а

тим більше похилого віку, що займаються масовими формами фізичної культури, недоцільно, оскільки таке тестування викликає значні функціональні порушення.

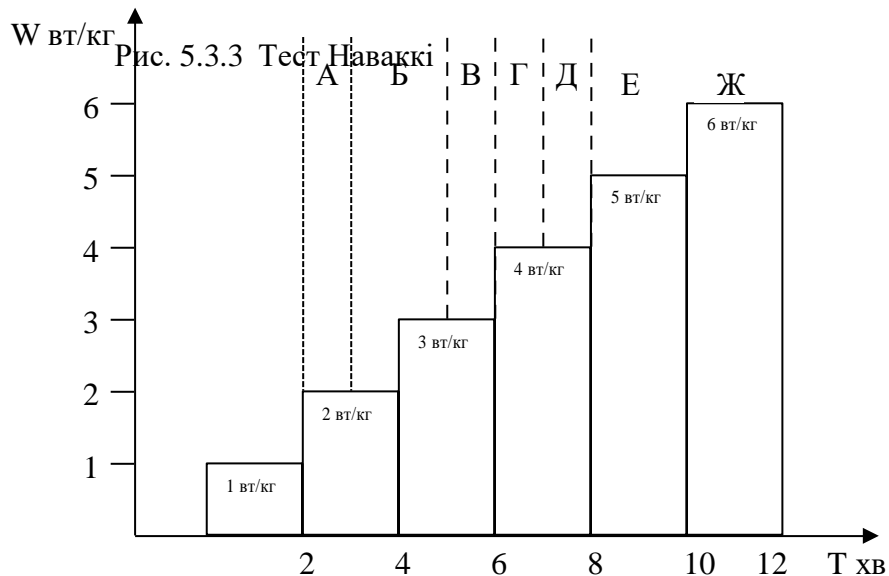
Тест Наваккі.

Цей тест досить інформативний і надзвичайно простий. Для його проведення необхідний лише велоергометр. Ідея тесту полягає у визначенні часу, протягом якого досліджуваний здатний виконати навантаження визначеної, залежної від його ваги, витривалості. Таким чином, навантаження строго індивідуалізовані й виражаються у Вт/кг. У цьому тесті досягається визначена уніфікація потужності. Наприклад, для того, щоб виконати навантаження 4 Вт/кг, спортсмен, вага якого 100 кг, повинен педалювати з потужністю 400 Вт (2400 кгм/хв), а спортсмен з вагою 50 кг – з потужністю всього 200 Вт.

На рис. 5.3.3 показана процедура тестування: початкове навантаження, що дорівнює 1 Вт/кг за кожні 2 хв. збільшується на 1 Вт/кг, поки досліджуваний відмовиться виконувати навантаження. У момент відмови, споживання кисню близько, або дорівнює максимальному споживанню кисню, також досягає максимальних значень ЧСС.

У таблиці наведені дані про оцінку результатів тестування, що, власне кажучи, характеризують загальну фізичну працездатність. За ними можна спостерігати і функціональну готовність спортсменів. Проба придатна для дослідження як тих, що займаються, так і для тих, які не займаються фізкультурою й спортом. Вона може бути використана у лікувальній фізичній культурі для реабілітації після захворювань і травм. В останньому випадку починати пробу потрібно з навантаження 1/4 Вт/кг. Тест дає непогані результати при доборі в юнацькому віці для занять спортом.

При динамічних спостереженнях за тим самим спортсменом необхідно чітко реєструвати час відмови від роботи на даній сходинці навантаження. Тоді збільшення або зменшення часу роботи можна пов'язувати зі станом функціональної готовності спортсмена.



Оцінка результатів тесту Наваккі

Потужність навантаження (Вт/кг)	Час роботи на кожній сходинці (хв)	Працездатність
Для осіб, що не займаються спортом		
2	2	Низька (А)
3	1	Задовільна (Б)
3	2	Нормальна (В)
У спортсменів		
4	1	Задовільна (Г)
4	2	Хороша (Д)
5	1 – 2	Висока (Е)
6	1	Дуже висока (Ж)

Тест Купера.

Проба запропонована американським лікарем К.Купером. Ідея її полягає у визначенні тієї максимально можливої дистанції, що досліджуваний може пробігти (або пройти) протягом 12 хв. Це значення часу обране на підставі емпіричних даних. Тест Купера виконується на стадіоні або будь-якій точно обмірюваній доріжці, по якій можливий легкоатлетичний біг. Перед початком тестування досліджувані попередньо розминаються, а потім з індивідуального або загального старту по команді починають біг, намагаючись підтримувати найбільшу для себе швидкість (при втомі дозволяється переходити на ходьбу, чергувати ходьбу з бігом). Після закінчення 12 хв. дається команда до закінчення бігу і визначається пройдена дистанція, величина якої служить мірою виконаної м'язової роботи, тобто характеризує фізичну підготовленість людини. Чим більша пройдена за 12 хв. відстань або (що теж саме) кількість виконаної м'язової роботи, тим вища фізична підготовленість. Результати тестування оцінюються по спеціальній таблиці, у якій враховується вплив таких факторів, як стать і вік (табл.).

Таблиця 5.3.9

Оцінка результатів (км) 12 – хвилинного тесту Купера

Фізична підготовленість	Вік, років			
	до 30	30-39	40-49	50 і більше
Чоловіки				
Дуже погана	1,5 і менше	1,4 і менше	1,2 і менше	1,1 і менше
Погана	1,6-1,9	1,5-1,84	1,3-1,6	1,2-1,5
Задовільна	2,0-2,4	1,85-2,24	1,7-2,1	1,6-1,9
Добра	2,5-2,7	2,25-2,64	2,2-2,4	2,0-2,4
Відмінна	2,8 і більше	2,65 і більше	2,5 і більше	2,5 і більше
Жінки				
Дуже погана	1,4 і менше	1,2 і менше	1,1 і менше	0,9 і менше
Погана	1,5-1,84	1,3-1,6	1,2-1,4	1,0-1,3
Задовільна	1,85-2,15	1,7-1,9	1,5-1,84	1,4-1,6
Добра	2,16-2,64	2,0-2,4	1,85-2,3	1,7-2,15
Відмінна	2,65 і більше	2,5 і більше	2,4 і більше	2,2 і більше

К. Купер запропонував ще один спосіб визначення фізичної підготовки – за допомогою так званого півторамильного тесту. Він полягає у визначенні часу проходження дистанції в 1,5 милі (2414м). Переваги його в порівнянні з 12-хвилинним тестом носять організаційний характер – досліджувані закінчують біг у одній і тій же фінішній лінії, що спрощує методику тестування (насамперед великих груп досліджуваних).

Оцінка результатів (хв) 1,5-мильного тесту Купера у чоловіків

Фізична підготовленість	Вік, років			
	до 30	30-39	40-49	50 і більше
Дуже погана	16,30 і більше	17,30 і більше	18,30 і більше	19,00 і більше
Погана	16,30-14,31	17,30-15,31	18,30-16,31	19,00-17,01
Задовільна	14,30-12,01	15,30-13,01	16,30-14,01	17,00-14,31
Добра	12,00-10,16	13,00-11,01	14,00-11,31	14,30-12,01
Відмінна	10,15 і менше	11,00 і менше	11,30 і менше	12,00 і менше

Тест Купера вимагає виконання дуже важкого фізичного навантаження, що дозволяє віднести його до групи максимальних тестів і тому його можна використовувати лише для осіб, що пройшли попередню фізичну підготовку. При обстеженні тих, хто самостійно займається оздоровчим бігом (хворих нейроциркуляторною дистонією, гіпертонічною хворобою 1 стадії) навіть при цілком задовільних результатах визначення фізичної підготовленості по тесту Купера, відзначалися несприятливі зміни електрокардіографічних показників безпосередньо під час тестування.

Між результатами 12-хвилинного тесту і величинами МСК відзначається прямо пропорційна залежність (коефіцієнт кореляції 0,897), що дозволяє використовувати цей тест для непрямого визначення аеробної продуктивності людини. Однак така можливість може бути реалізована лише у випадку виконання тесту з максимальною напругою сил. Саме тому для одержання вірогідних результатів (як і при будь-якому іншому максимальному тесті) велике значення має такий фактор, як психологічна мотивація.

К.Купер запропонував використовувати 12-хвилинний тест для фізичної оцінки працездатності осіб, що пройшли попередню (як мінімум 1,5-місячну) підготовку по спеціальній програмі початківців, що займаються оздоровчим бігом, військовослужбовців, студентів, школярів, спортсменів.

Функціональні класи (ФК) стабільної стенокардії

ФК	Клінічні критерії
I	Хворий добре переносить звичні фізичні навантаження. Напади стенокардії виникають тільки при великих, швидко виконуваних або тривалих навантаженнях високої інтенсивності. Толерантність до фізичного навантаження висока та залежить від статі, віку і маси тіла. Для жінок 30-39 років становить 12,0 кгм/хв/кг, 40-49 років – 10,4 кгм/хв/кг, 50-59 років – 8,0 кгм/хв/кг. Для чоловіків, відповідно 13,0, 11,5 та 9,0 кгм/хв/кг. Максимальне споживання кисню (МЕТ) >7,0.
II	Невелике обмеження звичної фізичної активності. Напади стенокардії виникають при ходьбі на відстань більше 500 метрів, при підйомі більше, ніж на 1 поверх. Вірогідність нападів зростає при ходьбі в холодну погоду, проти вітру, при емоційному збудженні та в перші го-дини після пробудження. Зниження фізичного навантаження з зростанням функціонального класу стенокардії становить 25,0% для кожного функціонального класу по відношенню до попереднього. Максимальне споживання кисню (МЕТ)=4,0-6,9.
III	Виразене обмеження звичної фізичної активності. Напади стенокардії виникають при ходьбі в середньому темпі (80-100 кроків за хвилину) по рівному місцю на відстань 100-500 метрів, при підйомі на 1 поверх. Можливі рідкісні

	напади в стані спокою. Зниження фізичного навантаження з зростанням функціонального класу стенокардії становить 25,0% для кожного функціонального класу по відношенню до попереднього. Максимальне споживання кисню (MET)=2,0-3,9.
IV	Стенокардія виникає при невеликих фізичних навантаженнях, ходьбі по рівному місцю на відстань менше 100 метрів. Характерні напади в стані спокою. Зниження фізичного навантаження з зростанням функціонального класу стенокардії становить 25,0% для кожного функціонального класу по відношенню до попереднього. Максимальне споживання кисню (MET)<2,0.

5.3 Матеріали для самоконтролю:

1) Питання для самоконтролю:

1. Дайте визначення загальної фізичної працездатності і толерантності до фізичних навантажень.
2. Наведіть прямі і непрямі методи визначення фізичної працездатності.
3. Дайте загальну характеристику функціональних проб на зусилля (навантажувальних тестів).
4. Сформулюйте показання та протипоказання для призначення навантажувальних тестів.
5. Опишіть умови проведення навантажувальних тестів.
6. Сформулюйте клінічні та функціональні ознаки порогу толерантності до фізичних навантажень.
7. Опишіть методику проведення та принципи розрахунку фізичної працездатності при виконанні субмаксимального тесту PWC₁₇₀ при велоергометрії.
8. Опишіть методику проведення та принципи розрахунку фізичної працездатності при виконанні субмаксимального тесту PWC₁₇₀ при степергометрії.
9. Дайте визначення поняття «максимальне споживання кисню».
10. Наведіть методи визначення максимального споживання кисню. Опишіть методику розрахунку показника максимального споживання кисню за номограмою Астранда і за величиною PWC₁₇₀.
11. Тест Руф'є: методика проведення та оцінка результатів тестування.
12. Тест Наваккі: методика проведення та оцінка результатів тестування.
13. Гарвардський степ-тест: методика проведення та оцінка результатів тестування.
14. Тести Купера: методика проведення та оцінка результатів тестування.
15. Наведіть класи фізичного стану та їх класифікаційні ознаки.
16. Опишіть зв'язок фізичної працездатності з показниками здоров'я.

2) Ситуаційні (клінічні) задачі для самоконтролю:

Виберіть одну найбільш правильну відповідь.

1. Функціональним критерієм порогу толерантності до фізичного навантаження є:

- A. Поява синусової тахікардії
- B. Підвищення систолічного артеріального тиску до 180 мм рт ст..
- C. Частота серцевих скорочень на рівні 200 мінус вік пацієнта у роках.
- D. Зростання діастолічного артеріального тиску до 90 мм рт ст..
- E. Втрата рівноваги.

2. Показанням до проведення навантажувального тестування у клініці є всі, крім одного:

- A. Оцінка функціонального стану та функціональних можливостей організму, вибір та корекція рухового режиму.
- B. Виявлення прихованих форм кардіо-респіраторної системи.
- C. Виявлення та диференційна діагностика захворювань опорно-рухового апарату.

D. Оптимізація індивідуальних програм фізичної реабілітації та оцінка їх ефективності.

E. Визначення придатності до трудової діяльності (лікарсько-трудова експертиза).

3. Фізіологічною передумовою субмаксимального тесту PWC₁₇₀ є існування:

A. Лінійної залежності між потужністю навантаження і ЧСС в діапазоні оптимального режиму.

B. Лінійної залежності між загальною фізичною працездатністю та ЧСС певної величини.

C. Лінійної залежності між загальною фізичною працездатністю та ЧСС.

D. Функціональних резервів серцево-судинної системи під час фізичних навантажень.

E. Зворотно-пропорційної залежності між потужністю навантаження і ЧСС в межах заданого режиму.

4. Середній рівень фізичної працездатності практично здорової нетренованої людини характеризується здатністю виконувати роботу потужністю:

1. Чоловіки – 4,2 Вт/кг, жінки – 2,7 Вт/кг.

2. Чоловіки – 2,4 Вт/кг, жінки – 1,7 Вт/кг.

3. Чоловіки – 1,5 Вт/кг, жінки – 1,0 Вт/кг.

4. Чоловіки – 1,0 Вт/кг, жінки – 0,5 Вт/кг.

5. Чоловіки – 3,5 Вт/кг, жінки – 2,5 Вт/кг.

5. Клінічною ознакою досягнення порогу толерантності до фізичного навантаження є:

1. Поява болю за грудиною

2. Часте і поглиблене дихання.

3. Підвищення потовиділення.

4. Незначна гіперемія обличчя.

5. Серцебиття.

3) Тести для самоконтролю.

Виберіть один або декілька правильних відповідей по схемі:

A) – якщо правильні відповіді 1, 2 і 3

B) – якщо правильні відповіді 1 і 3

C) – якщо правильні відповіді 2 і 4

D) – якщо правильна відповідь 4

E) – якщо правильні відповіді 1, 2, 3, 4 і 5

1. У основі принципу класифікації функціональних проб лежить:

A. Фізичні навантаження.

B. Зміна положення тіла в просторі.

C. Затримка дихання.

D. Життєва ємність легенів.

E. Стійкість до гіпоксії.

2. Функціональні проби дозволяють оцінити:

A. Стан здоров'я.

B. Рівень функціональних можливостей організму.

C. Резервні можливості організму.

D. Психоемоційний стан і фізичний розвиток.

E. Стійкість до гіпоксії.

3. До раціонального типу реакції на фізичне навантаження відноситься:

A. Гіпотонічний.

B. Гіпертонічний.

C. Ступінчастий.

D. Нормотонічний.

Е. Дистонічний.

4. PWC₁₇₀ означає:

- А. Роботу при навантаженні на велоергометрі.
- В. Роботу при навантаженні на сходи́нці.
- С. Роботу, виконану за 170 секунд.
- Д. Потужність навантаження при частоті серцевих скорочень 170 ударів/хв.
- Е. Потужність навантаження на велоергометрі.

5. Фізіологічне значення велоергометричного тесту спортсменів не включає визначення:

- А. Тренованості і психічної стійкості.
- В. Функціональний стан кардіореспіраторної системи.
- С. Аеробної продуктивності організму.
- Д. Загальної фізичної працездатності.
- Е. Роботу при навантаженні на сходи́нці.

6. До необхідних показників для розрахунку максимального споживання кисню (л/хв) непрямим методом після велоергометрії відносяться:

- А. Частота серцевих скорочень до навантаження.
- В. Потужність першого навантаження в кгм/хв.
- С. Потужність другого навантаження в кгм/хв.
- Д. Максимальна частота серцевих скорочень і максимальна потужність велоергометричного навантаження в кгм/хв.
- Е. Частота серцевих скорочень після навантаження.

7. Клінічним критерієм припинення проби з фізичним навантаженням є:

- А. Досягнення максимально допустимої частоти серцевих скорочень.
- В. Напад стенокардії.
- С. Падіння артеріального тиску систоли або підвищення АТ більше 200/120 мм.рт.ст.
- Д. Виражена задишка.
- Е. Різка блідість і холодний піт.

8. ЕКГ – критеріями припинення проби з фізичним навантаженням є:

- А. Зниження сегменту ST.
- В. Часта екстрасисто́лія, пароксизмальна тахікардія, миготлива аритмія.
- С. Атріовентрикулярна або внутрішньошлуночкова блокада.
- Д. Дихальна аритмія.
- Е. Виражене почасти́шення пульсу.

9. До методів фізичної працездатності у хворих на ішемічну хворобу серця відносяться:

- А. Велоергометрія.
- В. Ортогостатична проба і проба Летунова.
- С. Степ-тест.
- Д. Проба Штанге і Генчі.
- Е. Кліногостатична проба.

10. Оптимальним режимом пульсу, при якому слід припинити фізичне навантаження, є:

- А. 120 в 1 хв.
- В. 140 в 1 хв.
- С. 150 в 1 хв.
- Д. 170 в 1 хв.
- Е. 200 в 1 хв.

ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Лікувальна фізкультура та спортивна медицина: Підручник / Клапчук В.В., Дзяк Г.В., Муравов І.В. та ін.; за ред. В.В. Клапчука, Г.В. Дзяка. – К.: Здоров'я, 1995. – 312 с.
2. Лікувальна фізкультура та спортивна медицина: Тестові завдання для контролю знань студентів медичного та стоматологічного факультетів вищих медичних навчальних закладів ІУ рівнів

акредитації (Навчальний посібник) / Абрамов В.В., Клапчук В.В., Магльований А.В., Смирнова О.Л., та ін.; за ред. проф. В.В. Клапчука та проф. А.В. Магльованого. – Дніпропетровськ: Мед академія, 2006. – 124 с.

3. Основи реабілітації, фізичної терапії, ерготерапії: підручник / [Л.О.Вакуленко, В.В.Клапчук, Д.В.Вакуленко, та ін.]; за заг. ред. Л.О Вакуленко, ВВ Клапчука. – Тернопіль: ТДМУ, 2019.- 372 с.

4. Фізична реабілітація, спортивна медицина : Підручник для студентів вищих медичних навчальних закладів / В. В. Абрамов, В. В. Клапчук, О. Б. НеханевичА.В. Магльований [та ін.] ; за ред. проф. В. В. Абрамова та доц. О. Л. Смирнової. – Дніпропетровськ, Журфонд, 2014. – 456 с.

5. Спортивна медицина: Підручник для студентів та лікарів / За загальною редакцією проф. В.М. Сокрута – Донецьк: «Каштан», 2013. – 472 с.

6. Магльований А, Магльована Г, Мухін Г. Основи фізичної реабілітації. Львів: Ліга-Прес; 2006.150 с.

7. Михалюк ЄЛ, Черепок ОО, Ткаліч ІВ. Фізична реабілітація при захворюваннях хребта: навч. посіб. Запоріжжя: ЗДМУ; 2016. 90 с.

8. Мухін В.М. Фізична реабілітація/Мухін В.М.- Видання третє, перероблене та доповнене.-К.: Олімпійська література, 2009.-488 ст.

9. American Council of Academic Physical Therapy Clinical Education Summit Report and Recommendations. <https://www.acapt.org/docs/default-source/pdfs/clinical-education-summit2014-final-report-1.pdf>. Accessed August 10, 2020.

10. Best Practices for Physical Therapist Clinical Education (BPPTCE) 2017 Report to the House of Delegates: Stakeholder Feedback and Recommendations. <https://www.apta.org/uploadedFiles/APTAorg/Educators/CETFEExecutiveSummary.pdf>. Accessed August 10, 2020.

11. Timmerberg JF, Dole R, Silberman N, et al. Physical therapist student readiness for entrance into the first full-time clinical experience: A Delphi study. *Phys Ther.* 2019;99:131-146.

Додаткова

1. Філак Я.Ф., Філак Ф.Г. Масаж і нетрадиційний масаж: підручник /Я.Ф.Філак, Ф.Г. Філак – Ужгород: ФОП Сабов А.М., - 215, - 336 с.

2. International Parkinson and Movement Disorder Society (MDS). Атаксія [Інтернет] [цитовано 2019 Бер.17] Доступно на: <https://www.movementdisorders.org/MDSFiles1/Education/Patient-Education/Ataxia/pt-Handouts-Ataxia-Russian-v1.pdf> 11. Jonathan. Marsden. Cerebellar ataxia. *Balance, Gait, and Falls*; 2018: 261-281.

3. MAHLOVANYI ANATOLIY, GRYGUS IGOR, KUNYNETS OLHA [et al.]. Formation of the mental component of the personality structure using physical activity / ANATOLIY MAHLOVANYI , IGOR GRYGUS, OLHA KUNYNETS [et al.] // *Journal of Physical Education and Sport @ (JPES)*, Vol 21 (Suppl. issue 5), Art 406 pp 3053 – 3059, Oct 2021 online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 с JPES Published online: October 30, 2021 (Accepted for publication October 15, 2021) DOI:10.7752/jpes.2021.s5406.

4. Foundations of the physical rehabilitation in medicine / Anatoliy Mahlovanyy, Olha Kuninets, Igor Grygus // *Фізична терапія, здоров'я, фізична культура та педагогіка : монографія . Fizjoterapia, zdrowie, kultura fizyczna i pedagogika : monografia. – Рівне : НУБГП, 2021. – С. 147 – 175.*

5. GUZII OKSANA, ROMANCHUK ALEXANDER, MAHLOVANYI ANATOLIY, TRACH VOLODYMYR. Post-loading dynamics of beat-to-beat blood pressure variability in highly trained athletes during sympathetic and parasympathetic overstrain formation / OKSANA GUZII, ALEXANDER ROMANCHUK, ANATOLIY.

6. MAHLOVANYI, VOLODYMYR TRACH // *Journal of Physical Education and Sport* DOI:10.7752/jpes.2021.05350 Published online: September 30, 2021 (Accepted for publication September 15, 2021) (JPES), Vol. 21 (5), Art 350, pp. 2622 - 2632, September 2021 online ISSN: 2247 - 806X; p-ISSN: 2247 – 8051; ISSN - L = 2247 - 8051 © JPES.

Інформаційні ресурси

zakon.rada.gov.ua/go/1556-18

<http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=248719473>

<http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=248719427> dmsu.gov.ua/index/ua/material/16894 sportbuk.com/.../proekt-novoho-zakonu-ukraji...

<http://uareferat.com>
<http://www.lnu.edu.ua/faculty/sport/img>
mdu.edu.ua/spaw2/uploads/files/19_4.pdf
elibrary.kubg.edu.ua/.../Lyashenko_Tumanova www.sworld.com.ua/index.php/ru/pedagogy.../18194-213-923
<http://lp.edu.ua/node/1347> zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0249-06
ua.textreferat.com/referat-664.html
www.ukrreferat.com/index.php?referat=61901
elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/883
[nbuv.gov.ua/.../VchdpuPN_2013_112\(1\)_24](http://nbuv.gov.ua/.../VchdpuPN_2013_112(1)_24)
studme.com.ua/.../programmno-normativnye_o..

Методична

1. Мілержан В.Є. Методичні основи підготовки та проведення навчальних занять в медичних ВУЗах. - К., 2004. - 80 с.