

Лабораторна робота 10



Фізіологічні основи спортивного тренування

Мета заняття: закріплення теоретичних знань про методи визначення фізичної працездатності.

План

1. Визначення фізичної працездатності за допомогою різних методичних підходів.

Теоретичні відомості

Правильна організація тренувального процесу обумовлює стан адаптованості спортсмена до спеціалізованих навантажень або стан тренуваності.

В теорії і методиці фізичного виховання під *тренуваністю* традиційно розуміють *рівень розвитку спеціальної підготовленості* конкретного спортсмена.

Разом із тим, з фізіологічної і загальнобіологічної точки зору *тренуваність* необхідно розглядати в більш широкому аспекті і трактувати це явище як *специфічний комплекс адаптаційних реакцій організму на фізичні навантаження, що сформувався в процесі систематичних тренувальних занять і який зумовлює і конкретний рівень розвитку загальної і спеціальної фізичної працездатності організму спортсмена.*

Найбільш високий рівень тренуваності досягається в стані спортивної форми. Спортивна форма – це стан оптимальної готовності спортсмена до досягнення спортивного результату який потрібно розглядати як результат набуття в процесі тренування кількісних змін, які дають якісно новий стан.

З біологічної точки зору спортивна форма характеризується наступними показниками:

- підвищеною мобільністю організму – більш швидким включенням у роботу і перемиканням одного виду діяльності в інший;
- економічністю функцій, яка проявляється у більш значному зменшенні енергетичних втрат за одиницю часу;
- здатністю підтримувати специфічну м'язову діяльність на такому високому рівні, який неможливий поза спортивної форми;
- прискореним протіканням відновних процесів;
- повною синхронізацією з погляду специфічної адаптації всіх функцій організму.

Цей стан вимагає гранично можливої мобілізації всіх функціональних систем організму, значного напруження регуляторних процесів.

Терміном «фізична працездатність» (англ. Physical working capacity) на сьогодні прийнято позначати потенційну або реальну здатність людини до виконання максимальних фізичних зусиль у динамічній, статичній або комбінованій роботі.

Оцінка рівня загальної фізичної працездатності має важливе значення у тренувальній та змагальній практиці спортсмена, оскільки дозволяє здійснювати

постійний контроль за його функціональним станом, вносити відповідні корективи в навчально-тренувальний процес і передбачати досягнення певного спортивного результату.

Терміном **«фізична працездатність»** визначають потенційну здатність людини прояву максимального фізичного зусилля під час динамічної, статичної або змішаної роботи.

Кількісне визначення фізичної працездатності (ФП або PWC) визнано доцільним Міжнародною федерацією спортивної медицини (МФСМ). Його застосовують для оцінювання функціональних резервів організму та диференціальної діагностики окремих серцевих захворювань у масових і спортивних видах гімнастики, інших видів спорту; у відборі, плануванні та прогнозуванні тренувальних навантажень спортсменів; для побудови індивідуального рухового режиму та оцінювання ефективності фізичної реабілітації; для лікарсько-трудової експертизи.

У спортивній практиці виділяють *загальну та спеціальну фізичну працездатність*, яку деякі фахівці позначають як *показник тренуваності*.

Загальну фізичну працездатність прийнято розглядати як здатність людини виконувати фізичну динамічну роботу достатньої інтенсивності протягом досить тривалого часу при збереженні адекватних параметрів відповідних реакцій організму. Показники загальної фізичної працездатності значною мірою залежать від загальної витривалості організму і тісно пов'язані з аеробними можливостями організму, тобто продуктивністю системи транспортування кисню.

Найчастіше визначають загальну ФП, яка відрізняється від спеціальної, що залежить від спортивної спеціалізації. Загальна ФП особливо тісно пов'язана з аеробними можливостями організму, тобто продуктивністю системи транспортування кисню.

Спеціальна фізична працездатність залежить від спортивної спеціалізації і оцінюється за допомогою спеціальних тестів, які відповідають специфіці виду спорту, цілям дослідження, рівням спортивної кваліфікації.

Під час тестування ФП застосовують різні пристрої – велоергометри, тредміл (доріжка, що пересувається), тредбан (барабан, що обертається), різноманітні сходишки для степ-ергометрії, ергометри човникового типу.

Використовують такі види навантажень:

1. Безперервне рівномірне навантаження;
2. Східчає зростання навантаження з періодами відпочинку;
3. Безперервне чи майже безперервне зростання навантаження до певного рівня з подальшим рівномірним навантаженням на цьому рівні;
4. Безперервне східчає зростання навантаження без інтервалів відпочинку.

Правильно організоване тестування з урахуванням усіх вимог його проведення дає можливість достовірно визначити й оцінити рівень фізичної працездатності спортсменів різного рівня.

У визначенні фізичної працездатності іноді використовують не один, а декілька тестів, які мають єдину кінцеву мету. Але не всі виміри можуть бути

використані як тести, а лише ті, які відповідають спеціальним вимогам: надійності (стабільності), об'єктивності, інформативності (валідності).

Для визначення як загальної, так і спеціальної фізичної працездатності застосовують тести на зусилля або кількісні тести.

Встановлено, що *найбільше уявлення про функціональні резерви організму може бути в умовах навантаження, які включають не менше 2/3 м'язового масиву*. Подібні навантаження забезпечують крайню інтенсифікацію всіх фізіологічних систем і дозволяють виявити не тільки глибинні механізми забезпечення працездатності, але й граничний із нормою стан та приховану нестачу функцій. Такі тести-навантаження все більше застосовуються у клінічній практиці, фізіології праці і спорту.

Функціональні проби на зусилля (навантажувальні тести) передбачають реєстрацію показників безпосередньо під час виконання навантаження за допомогою спеціальної діагностичної апаратури. Вони дозволяють отримувати кількісну оцінку функціональних можливостей організму. При їх проведенні використовується дозоване м'язове навантаження, яке добирається індивідуально для кожного обстежуваного з урахуванням віку, статі, стану здоров'я, функціональних можливостей та ін.

Серед досить великої кількості методів визначення загальної фізичної працездатності найбільше практичне застосування одержали такі:

1. Субмаксимальний тест PWC_{170} методом велоергометрії;
2. Субмаксимальний тест PWC_{170} у модифікації В.Л. Карпмана методом степергометрії;
3. Тест зі стандартним велоергометричним навантаженням (WEC_{150});
4. Гарвардський степ-тест (ІГСТ);
5. Тест К. Купера.

В лабораторних умовах визначення фізичної працездатності здійснюють за допомогою низки тестів і проб.

1. **Проба Руф'є.** У спортсмена, який перебуває в положенні «лежачи на спині» протягом 5 хв, визначають число пульсацій за 15 с (P_1). Потім протягом 45 с спортсмен виконує 30 присідань. Після цього він лягає і знову підраховують його пульс за перші 15 с (P_2), а потім – за останні 15 с 1-ї хвилини періоду відновлення (P_3).

$$\text{Індекс Руф'є} = (4(P_1 + P_2 + P_3) - 200) / 10.$$

Оцінювання функціональних резервів серця проводять за спеціальною таблицею.

2. **Проба С.П. Летунова.** У досліджуваного у положенні «сидячи» кожні 10 с визначають частоту пульсу й артеріальний тиск. Потім він виконує 20 присідань за 30 с (руки вперед). Після навантаження досліджує мий сідає і протягом перших 10 с визначають частоту його пульсу, а у проміжок між 15-ю та 40-ю секундами вимірюють артеріальний тиск. Далі знову визначають частоту пульсу; після повернення її до початкової (дворазове повторення), але не раніше ніж за 2 хв після навантаження, ще раз вимірюють артеріальний тиск. Потім досліджуваний виконує другу частину проби – біг на місці протягом 15 с у максимально швидкому темпі з високим підніманням стегон та енергійною

роботою рук. Після цього досліджуваний відпочиває 4хв, на протязі яких у перші та останні 10 с кожної хвилини визначають частоту його пульсу, а з 15-ї секунди вимірюють артеріальний тиск.

Оцінювання проби Летунова базується на визначенні адаптаційних реакцій ССС за характером реакції АТ на навантаження (за збудливістю пульсу). Ці показники дозволяють визначити тип реакції системи кровообігу на функціональну пробу: нормотонічний, гіпертонічний, гіпотонічний, дистонічний та східчастий.

3. Гарвардський степ-тест. Досліджується за допомогою ЧСС відновлювальний період після стандартного навантаження. Досліджуваний виконує фізичне навантаження у вигляді підйому та спуску на сходинки. Висота сходинок і час виконання навантаження регламентуються статтю, віком, фізичним розвитком спортсмена. Саме навантаження виконують із частотою підйомів 30 р/хв. Темп рухів задається метрономом, частоту якого встановлюють на 120 уд/хв. Закінчивши навантаження, досліджуваний сідає і відпочиває. Починаючи з 2-ї хв., у нього тричі, з 30-секундними інтервалами підраховують пульс: з 60-ї до 90-ї секунди відновлювального періоду, з 120-ї до 150-ї та з 180-ї до 210-ї секунд.

Результати тестування обчислюють в умовних одиницях у вигляді індексу Гарвардського степ-тесту (ІГСТ) за спеціальною формулою. У спортсменів показники ІГСТ значно вищі, ніж у нетренованих осіб. Особливо високі результати тесту притаманні спортсменам, які займаються циклічними видами спорту, тобто навантаженнями на витривалість.

4. Тест Наваккі. Це досить простий і достатньо інформативний тест. Виконують його за допомогою велоергометра. Його ідея полягає у визначенні часу, протягом якого досліджуваний зможе виконувати роботу певної потужності, що залежить від маси тіла особи.

Оцінка тесту здійснюється за шкалою, де врахована потужність навантаження та його тривалість. Тест Наваккі може бути використаний як у спортивній медицині для обстеження спортсменів, так і в масових видах гімнастики, зокрема з особами середнього і похилого віку, а також у лікувальній фізкультурі.

5. Тест PWC₁₇₀. Фізична працездатність вимірюється за допомогою проби, де навантаження супроводжується підвищенням ЧСС до 170 уд/хв. Найбільш істотні дані щодо працездатності можна отримати в умовах, коли ЧСС доходить до 170 уд/хв; подальше збільшення цього показника вже не супроводжується паралельним зростанням фізичної працездатності. Найбільш доцільно розраховувати Тест PWC₁₇₀ за допомогою обчислень за такою формулою:

$$PWC_{170} = W1 + (W2 - W1) \times \{(170 - f1) / (f2 - f1)\},$$

де W1, W2 – потужності 1-го і 2-го навантажень, f1 і f2 – ЧСС наприкінці 1-го і 2-го навантажень.

Методика проведення проби PWC₁₇₀ полягає у виконанні на велоергометрі двох навантажень відносно невеликої потужності (тому тест і називають субмаксимальним) тривалістю 5 хв. з 3-хвилинним інтервалом відпочинку. Наприкінці кожного з навантажень протягом 30 с підраховують кількість

серцевих скорочень. Подвоюючи ці числа, одержують ЧСС за 1 хв. (f_1 і f_2).

На відміну від спортивних навантажень, пробу PWC 170 слід виконувати без спеціальної розминки. Під час проведення тесту потужність 2-го навантаження повинна суттєво відрізнятись від потужності 1-го навантаження. Потужність 1-го навантаження визначають за даними спеціально розробленої таблиці, де враховується спеціалізація спортсмена і маса його тіла. Інший підхід використовують для оптимального добору 2-го навантаження (також за даними спеціальної таблиці). За допомогою розроблених таблиць дуже легко підібрати потужність потрібних навантажень. Показником створення необхідних умов є рівень ЧСС наприкінці навантажень. Тахікардія наприкінці 1-го навантаження повинна сягати 100-120 уд/хв, а наприкінці 2-го – 145-160 уд/хв. Важливо, щоб різниця між цими величинами була не менш ніж 40 скорочень серця за 1 хв. Це забезпечує об'єктивність визначення фізичної працездатності. Що стосується виду навантажень, то найбільш доцільним є використання велоергометричних зусиль у діапазоні 60-80 обертів/хв частотою педалювання.

Визначення рівня фізичної підготовленості (РФП) з використанням методу степергометрії

Інвентар:

1. Сходинка висотою 0,3-0,4 м.
2. Секундомір.
3. Метроном.

1 КРОК. Перше навантаження: спортсмен виконує сходження на сходинку на 4 рахунки у такій послідовності: ліва нога – на сходинку; права – на сходинку, ліва – на підлогу, права на підлогу. Виконується 15-20 сходжень за 1 хв. Робота виконується під метроном. Тривалість роботи – 5 хв.

Враховуючи, що кожне сходження на сходинку потребує 4 кроки, кількість сходжень (n) множиться на 4, а отримана цифра встановлюється на метрономі.

2 КРОК. У кінці першого навантаження підраховується ЧСС (f_1).

Бажано, щоб наприкінці першого навантаження ЧСС становила 100-120 уд/хв (після першого навантаження спортсмен відпочиває 3 хв).

3 КРОК. Друге навантаження. Ті ж умови, що і під час першого навантаження, але частота сходження на сходинку повинна бути – 25-30 сходжень за хв.

4 КРОК. У кінці другого навантаження підраховується ЧСС (f_2).

Бажано, щоб наприкінці другого навантаження ЧСС становила 140-160 уд/хв.

5 КРОК. Розраховується потужність першого (W_1) і другого (W_2) навантаження.

Робота, яку виконує спортсмен протягом 1 хв, розраховується за формулою:

$$W = 1,33 \cdot p \cdot h \cdot n,$$

де: W – виконання роботи в кгм;

p – маса тіла в кг;

h – висота сходинки в м;

n – кількість сходжень за 1 хв;

1,33 - коефіцієнт для врахування роботи, виконаної на спуску.

У зв'язку з тим, що W – це робота, виконана за 1 хв, то вона відповідає потужності

цієї роботи (N) і відображається у кгм/хв.

За допомогою табл. 7, 8 оцінюється рівень фізичної підготовленості спортсмена.

Таблиця 7 – Оцінка фізичної підготовленості чоловіків за відносним показником МСК (I. Astrand)

Рівень фізичної підготовленості	Максимальне споживання кисню для чоловіків різного віку, мл/хв·кг ⁻¹				
		30-39 років	40-49 років	50-59 років	60-69 років
Дуже поганий	38	34	30	25	21
Поганий	39-43	35-39	31-35	26-31	22-26
Задовільний	44-51	40-47	36-43	32-39	27-35
Добрий	52-56	48-51	44-47	40-43	36-39
Відмінний	57	52	48	44	40

Таблиця 8 – Оцінка фізичної підготовленості жінок за відносним показником МСК

Рівень фізичної підготовленості	Максимальне споживання кисню для жінок різного віку, мл/хв·кг ⁻¹			
	20-29 років	30-39 років	40-49 років	50-65 років
Дуже поганий	28	27	25	21
Поганий	29-34	28-33	26-31	22-28
Задовільний	35-43	34-41	32-40	29-36
Добрий	44-48	42-47	41-45	37-41
Відмінний	49	48	46	42

Між величинами PWC170 і МСК існує високий кореляційний зв'язок, який можна відобразити формулою:

$$\text{МСК} = 1,7 \cdot \text{PWC170} + 1240$$

МСК вимірюється в мл/хв, а PWC170 – у кгм/хв.

6. Визначення максимального споживання кисню (МСК). Відомо, що більша здатність організму використовувати кисень, то, за певних умов, вищі фізичні можливості організму, його здоров'я та опірність несприятливим чинникам довкілля. Найбільш поширеним методом визначення МСК є обчислення його за номограмою Астранда. Для такого визначення треба знати ЧСС в умовах дозованого, субмаксимального навантаження (степ-тест, або велоергометричні зусилля) і масу тіла досліджуваного. Для дозованого навантаження рекомендується сходінка висотою 33 см – для жінок і 40 см – для чоловіків. Темп сходження – 22,5 циклу/хв. Для велоергометричного дослідження навантаження вибирають таке, щоб ЧСС на 5-й кінцевій хвилині навантаження сягала рівня між 120 і 170 уд/хв. Знайдену за допомогою номограми величину МСК коригують шляхом множення на «віковий показник», який наведений у спеціальній таблиці.

За винятком тесту К. Купера, всі інші названі вище тести можуть бути використані для оцінювання рівня загальної фізичної працездатності при проведенні лабораторних досліджень.

Натомість *тест К. Купера* широко використовують для визначення рівня

фізичної працездатності у звичайних умовах. К. Купер запропонував дві модифікації тесту: 12-хвилинний біг, який передбачає подолання максимально можливої відстані за 12 хвилин на рівній місцевості без підйомів і спусків, а також 2,5-кілометровий тест, який полягає в подоланні бігом за максимально короткий проміжок часу дистанції 2,5 км (високий рівень фізичної працездатності реєструється, якщо досліджуваний долає відстань 2,8 км і понад за 12 хвилин або 2,5-кілометрову дистанцію менш ніж за 10 хвилин).

Таблиця 19 – 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

Тест К. Купера використовують зазвичай для оцінювання рівня фізичної працездатності достатньо підготовлених спортсменів.

Слід зазначити, що між результатами 12-хвилинного тесту і величинами максимального споживання кисню відзначається прямо пропорційна залежність (коефіцієнт кореляції 0,897), що дозволяє використовувати даний тест для непрямого визначення аеробної продуктивності людини. Однак така можливість може реалізуватися лише у випадку виконання тесту з максимальним напруженням. Саме тому для одержання вірогідних результатів (як і при будь-якому іншому максимальному тесті) велике значення має такий фактор, як психологічна мотивація.

Завдання для практичного виконання

Завдання 1. Ознайомитися з методами визначення фізичної працездатності і вміти їх характеризувати.

Завдання 2. А.) Розрахувати методом степергометрії PWC_{170} , якщо перше навантаження: маса тіла – $P = 70$ кг; висота сходинки – $h = 0,4$ м; кількість сходжень за 1 хв ($n_1 = 15$); друге навантаження: маса тіла – $P = 70$ кг; висота сходинки – $h = 0,4$ м; кількість сходжень за 1 хв ($n_2 = 30$);

$f_1 = 120$ уд/хв; $f_2 = 170$ уд/хв.

Б.) Розрахувати максимальне споживання кисню (МСК) на основі значень PWC_{170} .

Завдання 3. Ознайомтеся з методикою проведення проби Руф'є (див. текст нижче), яка дає змогу мати уявлення про функціональний стан серцево-судинної системи дитини та функціонально-резервних можливостей організму. Визначити та оцінити за різними методичними підходами пробу Руф'є у школяра

8 років відповідно до отриманих результатів, заповнивши таблицю.

Показник	Значення
ЧСС ₁ (уд./15с)	22
ЧСС ₂ (уд./15с)	28
ЧСС ₃ (уд./15с)	23
Індекс Руф'є (ІР) (од.)	
Оцінка за шкалою МОЗ	
Оцінка за А.А.Гусєвою	
Оцінка за І.П.Заневським	
Висновок	

Функціональна проба Руф'є (згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я України та Міністерства освіти і науки України від 20.07.2009 р., № 518/674). Після 3-5 хв відпочинку, у положенні сидячи, в обстежуваного підраховують пульс кожні 15 с, доки не буде отримано 2-3 однакові цифри. Отримані дані записують до протоколу, і пропонується виконати навантаження – 30 присідань з витягнутими вперед руками протягом 45 с. Під час виконання проби необхідно стежити за збереженням стандартних умов виконання навантаження, за зовнішніми ознаками втоми. Після закінчення присідань обстежений сідає, і проводиться підрахунок пульсу за перші 15 с та останні 15 с першої хвилини відновлення. Оцінювання функціональних можливостей серцево-судинної системи проводять за допомогою індексу Руф'є, який розраховують за формулою:

$$IP = \frac{4(ЧСС_1 + ЧСС_2 + ЧСС_3) - 200}{10}, \quad \text{де}$$

ІР – індекс Руф'є, ЧСС₁ – частота серцевих скорочень за 15 с у стані спокою, ЧСС₂ – частота серцевих скорочень за перші 15 с першої хвилини відновлення, ЧСС₃ – частота серцевих скорочень за останні 15 с першої хвилини відновлення.

Рівні функціонального резерву серця визначаються з урахуванням п'яти градацій:

- менше 3 – високий рівень;
- 4-6 – вище середнього (добрий);
- 7-9 – середній;
- 10-14 – нижче середнього (задовільний);
- більше 15 – низький.

На думку окремих дослідників, існує необхідність модифікації запропонованої шкали оцінювання з урахуванням віку дітей та особливостей

функціонування їхньої серцево-судинної системи (табл.7, 8).

Таблиця 7 – Оцінка проби Руф'є в дітей (за А.А. Гусевою та ін., 2005)

Оцінка результату	Вік (роки)				
	>15	14-13	12-11	10-9	8-7
Незадовільно	15	16,5	18	19,5	21
Погано	11-15	12,5-16,5	14-18	15,5-19,5	17-21
Задовільно	6-10	7,5-11,5	9-13	10,5-14,5	12-16
Добре	0,5-5	2-6,5	3,5-8	5-9,5	6,5-11
Відмінно	0	1,5	3	4,5	6

Таблиця 8 – Градації рівнів функціонального резерву серця для учнів (за І.П. Заневським, 2011)

Вік (роки)	Градації між групами за рівнем здоров'я			
	Низький-задовільний	Задовільний-середній	Середній-добрий	Добрий-відмінний
6	30,3	23,0	18,6	14,2
7	28,3	21,3	17,1	12,9
8	25,8	19,2	15,2	11,2
9	23,4	17,1	13,3	9,5
10	21,4	15,4	11,8	8,2
11	19,4	13,7	10,3	6,9

Контрольні питання

1. Назвіть особливості функціональних проб на зусилля (навантажувальних тестів).
2. Які основні правила та умови проведення навантажувального тестування?
3. В чому полягає методика проведення та принципи розрахунку фізичної працездатності при виконанні тесту PWC_{170} (при велоергометрії та степергометрії)?
4. Гарвардський степ-тесту, методика його проведення та оцінка результатів.
5. Тести Купера, методика їх проведення та оцінка отриманих результатів.