

# **СПОРТИВНА ФІЗІОЛОГІЯ**

**Практичне заняття 5-6**

**Фізична працездатність  
спортсменів**

## **Фізична працездатність** –

потенційна здатність людини проявити максимум фізичного зусилля при статичній, динамічній та змішаній роботі.

Фізична працездатність являється інтегративним вираженням можливостей людини, входить до поняття його здоров'я і характеризується рядом **об'єктивних факторів**.

До них відносяться:

- тілобудова і антропометричні показники: потужність і ефективність механізмів енергопродукції аеробним і анаеробним шляхом;
- сила і витривалість м'язів, нейром'язова координація;
- стан опорно-рухового апарату;
- нейроендокринна регуляція як процесів енергоутворення, так і використання наявних в організмі енергоресурсів; психічний стан.

У повсякденному житті і професійній діяльності людина використовує лише невелику частину фізичної працездатності. На більш високому рівні вона проявляється в спорті, в боротьбі за життя, в небезпечних умовах межі фізичних можливостей людини виявляється ще вищими.

Для кількісної оцінки фізичної працездатності використовують одиниці роботи: кілограмометр (ким), вати (Вт), джоулі, ньютони (Н).  $1 \text{ Вт} = 6,12 \text{ кгм/хв}$ .



## **Кількісна оцінка фізичної працездатності необхідна:**

- для оцінки функціональних резервів організму при організації фізичного виховання населення, у самодіяльному спорті та спорті високих досягнень;
- при підборі, плануванні і прогнозуванні навчально-тренувальних навантажень спортсменів;
- при визначенні рухового режиму хворих в клініках і центрах реабілітації та при оцінці ефективності фізичної реабілітації хворих;
- при визначенні ступеню інвалідності у лікарсько-трудовій експертизі;
- для диференціальної діагностики окремих захворювань, визначення вірогідності розвитку серцево-судинних, в першу чергу виявлення доклінічних форм коронарної недостатності, прогнозування протікання захворювань.

Розрізняють загальну та спеціальну фізичну працездатність. Остання залежить від спортивної спеціалізації.

У різних людей фізична працездатність різна.

Вона залежить від спадковості та зовнішніх умов: професії, рівня або характеру фізичної активності, виду спорту та ін.

Для тестування фізичної працездатності використовують різні пристрої:

- велоергометр,
- тредміл (доріжка, що пересувається),
- тредбан (барабан, що обертається),
- різноманітні сходи для степ-ергометрії

На кожному з них можна моделювати навантаження різного характеру та потужності.















## Для тестування фізичної працездатності

використовують навантаження:

- східчасте зростання навантаження без періоду відпочинку;
- безперервне чи майже безперервне зростання навантаження до певного рівня з подальшим рівномірним навантаженням на цьому рівні;
- одномоментне рівномірне безперервне навантаження.



В спортивній фізіології практиці використовують проби з мінімальними, суб-максимальними та максимальними навантаженнями

Максимальні тести передбачають збільшення навантаження до досягнення межі аеробної здатності (максимального споживання кисню).

Використовування таких навантажень пов'язане з певним ризиком, тому в клінічних умовах вони використовуються в спортивній медицині та при фізіологічних дослідженнях.

Найчастіше використовуються субмаксимальні навантажувальні тести, які вимагають менших зусиль, приблизно в межах 75% максимально допустимих навантажень: розроблені методи проведення цих досліджень, забезпечення їх безпеки, створені точні фізіологічні способи оцінки результатів, включаючи розрахунки максимального споживання кисню та максимальної роботи.

## Основні протипоказання для проведення субмаксимальних навантажень:

- серцева недостатність II-III стадії,
- активний ревмокардит,
- період реконвалесценції після гострих інфекційних захворювань,
- часті приступи стенокардії,
- загроза виникнення чи свіжий інфаркт міокарду,
- відновний період на протязі 3 місяців після інфаркту міокарду,
- порушення ритму серцевої діяльності,
- злоякісні новоутворення, хвороби крові,
- гіпертонічна криза, вади серця.



## **Показання для припинення проведення навантажувальних тестів**

Клінічні ознаки: приступ стенокардії (навіть при відсутності змін на ЕКГ), виражена задишка, надмірна втома та збудження, блідість або ціаноз шкіри лиця, холодний піт, погіршення координації рухів, надмірне підвищення або зниження артеріального тиску, відмова обстежуваного від продовження досліджень.



При відсутності патологічних відхилень у процесі тестування показаннями для припинення навантаження є досягнення обстежуваним верхньої частоти серцевих скорочень

Ускладнення при проведенні субмаксимальних навантажувальних тестів спостерігається дуже рідко і не являються протипоказаннями для обмеження використання цього методу у практичній медицині. При цьому треба дотримуватись певних вимог.

## **Вимоги до проведення навантажувальних тестів:**

1. Правильний відбір контингенту осіб для проведення навантажувального тестування: анамнез, об'єктивні дані, ЕКГ та ін.
2. Правильний вибір навантажувальних тестів.
3. Постійний контроль під час проведення тестів: суб'єктивні відчуття, зовнішні прояви втоми, частота серцевих скорочень, частота дихання, артеріальний тиск, електрокардіографія та ін.
4. Поступове зниження навантаження після закінчення тесту (для попередження ортостатичної гіпотонії)
5. Контроль за обстежуваним (у тому числі ЕКГ) 5-6 хвилин після закінчення проби.

6. Навантажувальні тести проводяться в присутності лікаря: він веде спостереження під час тестування, дає вказівки до його припинення

7. Крім обладнання, необхідного для безпосереднього проведення навантажувальних тестів в кабінеті лікаря повинні бути засоби, необхідні для проведення реанімаційних заходів (дефібрилятор, прибор для проведення штучного дихання, шприці та медичні препарати для надання невідкладної медичної допомоги: протиаритмічні, спазмолітичні засоби, пресовані аміни, строфантин, розчин глюкози та ін).

8. Обслуговуючий персонал повинен володіти навичками надання невідкладної допомоги.



# МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Існують прямі та непрямі, прості та складні методи визначення фізичної працездатності (PWC).

До числа простих методів відносять пробу Руф'є

У практиці найчастіше використовуються субмаксимальний тест PWC170, тест Наваккі, тест Купера, Гарвардський степ-тест та ін.



## СУБМАКСИМАЛЬНИЙ ТЕСТ PWC –170

PWC170 – аббревіатура складена з перших букв виразу Physical Working Capacity (фізична працездатність). Тест рекомендований ВООЗ для визначення фізичної працездатності для фізкультурників та спортсменів. Тест об'єктивний, простий, помірної інтенсивності.

Тест використовується з метою визначення ступеня працездатності організму при пульсі 170 за хвилину. Вибір саме цієї частоти зумовлений наступним: зона оптимального функціонування серцево-судинної системи в процесі виконання м'язового навантаження знаходиться в межах 170-190 уд/хв.; взаємозв'язок між ЧСС і потужністю виконаного фізичного навантаження зберігає лінійний характер до 170 уд/хв.; при більш високій ЧСС лінійний характер залежності порушується внаслідок активації анаеробних (гліколітичних ) механізмів м'язової діяльності.

Тест носить назву субмаксимального тому, що не дається максимальне навантаження. Потім графічним чи математичним методами і визначають, яку величину потужності навантаження особа змогла б виконати при ЧСС, рівній 170 уд/хв.

Для проведення субмаксимального тесту PWC170 використовується на **VELOERГОМЕТРІ** або **сходження на сходинок (степ-тест)**.

## **Методика проведення тесту PWC170 за допомогою велоергометра.**

Обстежуваному рекомендують виконати 2 навантаження відносно невеликої потужності ( $W_1$  та  $W_2$ ) тривалістю 5 хвилин кожна з 3-хвилиною перервою між ними. Частота педалювання 60-75 обертів за хвилину. В кінці кожного навантаження (за останні 30 с) визначають ЧСС.

Для цього, крім аускультативного методу використовують електрокардіографію, пульсотаксиметрію та ін. Подвоюючи ці числа, одержують ЧСС за 1 хв. ( $f_1$  та  $f_2$ ).



Вибір першого навантаження залежить від маси тіла, спортивної спеціалізації. Важливою умовою досягнення високої результативності проби PWC170 є досягнення після першого навантаження ЧСС 100-120 удів, після другого – 145-160, різниця між ними повинна бути не меншою, ніж 40 удів.

С.Б.Тіхвінського, Я.Н.Бобко (1991) рекомендують для юних спортсменів потужність першого навантаження 1 Вт/кг маси тіла (або 6 кгм/хв.), потужність другого навантаження – 2 Вт/кг маси тіла (12 кгм/хв.). Якщо після другого навантаження пульс не досягає 150 удів, визначається третє навантаження (2,5-3,0 Вт/кг маси тіла або 15-18 кгм/хв.).

У дітей молодшого шкільного віку, менш підготовлених осіб та хворих визначають рівень фізичної працездатності при ЧСС 150 удів – RWC150. У цього випадку дається менша за потужністю друге навантаження (1,5 Вт на 1 кг маси тіла, а не 2), що робить пробу практично доступною майже для всіх осіб, які займаються оздоровчою та лікувальною фізичною культурою.

**Оцінку тесту PWC170 можна вести двома способами:  
графічним та математичним**

Визначення субмаксимального тесту PWC170 з допомогою сходинки. При відсутності велоергометра та для спортсменів окремих видів спорту застосовують степ-тест, сходження на сходинку. Виконана робота за одиницю часу може бути точно визначена при цьому за формулою:

$$W = P \times h \times n \times 1,33$$

де  $W$  – навантаження (кгм/хв.),  $P$  – маса тіла (кг),  $h$  – висота сходинки (м),  $n$  – кількість підйомів за 1 хв, 1,33 – поправочний коефіцієнт на фізичні витрати, пов'язані зі спуском із сходинки, які складають 1/3 витрат на підймання. Отриманий результат у кгм/хв. для переводу у вати необхідно розділити на 6, оскільки 1 Вт = 6 кгм/хв.



У здорових нетренованих чоловіків величина PWC170 коливається в межах 120-180 Вт (в середньому 2,8 Вт/кг), у жінок – 75-125 (2,0 Вт/кг). У спортсменів цей показник вищий в два і більше разів.

Визначення фізичної працездатності по тесту PWC170 при поглиблених диспансерних обстеженнях та при динамічних спостереженнях за спортсменами вимагає специфічних для того чи іншого виду спорту навантажень (біг, сходження на сходинок, специфічні навантаження в умовах тренувань).

## ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРОБИ

1. Визначення медичного та спортивного анамнезу досліджуваного, антропометричні вимірювання і (при необхідності) інші дослідження в стані спокою.
2. Підготовка апаратури (VELOERГОМЕТРА, ЕЛЕКТРОКІМОГРАФА та засобів надання невідкладної допомоги) до роботи.
3. Визначення ЧСС, артеріального тиску, частоти дихання в стані спокою.
4. Перше навантаження (W1). Тривалість 5 хв. Потужність роботи підбирається згідно таблиці, частота педалювання 60-75 (на кафедрі прийнято 60) обертів за 1 хв.

5. Визначення ЧСС при першому навантаженні на протязі останніх 30с. Роботи, подвоюючи отриману цифру визначаємо ЧСС за 1 хв. (  $f_1$  ).
6. 3 хвилини відпочинку.
7. Друге навантаження ( $W_2$ ). Потужність другої роботи визначається за таблицею по результатах ЧСС за останні 30 с. першого навантаження. Тривалість роботи та частота педалювання та ж, що і при першому навантаженні. Проба проводиться під постійним контролем лікаря.
8. Визначення ЧСС за останні 30 с. другого навантаження, подвоюючи отриману цифру перемножуємо на 2, визначаючи ЧСС за 1 хв (  $f_2$  ).
9. Розрахунки індивідуальної величини PWC 170 графічним та математичним методами.



## Гарвардський степ-тест

Гарвардський степ-тест запропонований вченими Гарвардського університету для обстеження юнаків, які направляються на службу у збройні сили.

Гарвардський степ-тест використовується для визначення фізичної працездатності, адаптаційної здатності організму до фізичних навантажень. Він заснований на реєстрації ЧСС після дозованого фізичного навантаження і дає можливість визначити хід відновних процесів.

**Методика проведення тесту:** досліджуваний здійснює сходження на сходинку висотою 50 см для чоловіків, 43 см для жінок.

Методика проведення тесту: досліджуваний здійснює сходження на сходинку. Висота сходинок і час сходження залежить від віку, статі, фізичного розвитку обстежуваного.

Для чоловіків – 50 см,

для жінок – 45 см,

для юнаків та підлітків – 43,

для дівчат – 40 см.

Дорослі здійснюють сходження на протязі 5 хв., підлітки та дівчата – 4 хв. Частота підйому 30 сходжень на хвилину, яка регулюється метрономом, настроєним на 120 ударів на 1 хв. На кожний удар метронома обстежуваний виконує один рух: 1 – ставить одну ногу на сходинку, 2 – ставить другу ногу, піднявшись на сходинку, 3 – опускає ногу, з якої почав сходження, 4 – приставляє другу ногу. Кожне сходження та опускання повинне починатися весь час з однієї і тієї ж ноги.

Якщо обстежуваний не зможе продовжувати сходження на протязі зазначеного часу, можна припинити пробу, реєструється час.

Зважаючи на значне фізичне навантаження під час фактичного сходження час проведення проби лікар повинен уважно слідкувати за появою ознак втоми, щоб попередити виникнення перевантаження у досліджуваного. Першими ознаками виникнення втоми є порушення координації рухів.



**Оцінка результатів проби.** Після закінчення проби обстежуваний сідає і відпочиває сидячи. У нього підраховують ЧСС за перші 30 с 2,3,4 хвилини відновного періоду. Результати тестування підставляють у рівняння:

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

де ІГСТ – індекс Гарвардського степ-тесту, t – час сходження на сходинку у заданому темпі в секундах ( при повністю виконаному 5 хвилинному навантаженні це 300 с), f1, f2, f3 – частота пульсу за перші 30 с відповідно на 2,3,4 хвилині відновного періоду.

Підвищення рівня фізичної тренуваності супроводжується підвищенням ІГСТ. У спортсменів ці показники вищі, ніж у нетренованих, що свідчить про зростання адаптаційних можливостей до фізичних навантажень. У спортсменів, що тренуються циклічними видами спорту з навантаженнями “на витривалість” ІГСТ більший, ніж у інших.

Зважаючи на значне фізичне навантаження під тесту, він може використовуватися лише для достатньо фізично підготовлених осіб. Людям старшого і похилого віку призначати його не рекомендується.

## Тест Наваккі

Тест Наваккі відноситься до тестів з максимальним навантаженням. Вони характеризуються виконанням до межі, здатності продовжувати роботу. Використовується безперервне, східчасто зростаюче навантаження.

Визначається час, протягом якого особа зможе виконувати навантаження певної потужності, яка залежить від маси тіла. Тест простий, достатньо інформативний, виконується на велоергометрі.



**Методика проведення тесту Наваккі.** Обстежуваному пропонується виконати вихідне навантаження, яке може визначатися в залежності від маси тіла (1 Вт/кг маси тіла) або ж згідно рекомендаціям ВООЗ: для дітей та жінок 25 Вт (150 кгм/хв.), для чоловіків – 50 Вт (300 кгм/хв.). Після виконання роботи указаної потужності на протязі 2 хвилин, не припиняючи педалювання, пацієнту збільшують навантаження на Вт/кг (або 25-50 Вт за рекомендацією ВООЗ).

Навантаження кожні 2 хвилини збільшується на указану величину до тих пір, поки досліджуваний зможе виконувати роботу. Наприклад, маса обстежуваного 70 кг, початкове навантаження вибирають 70 Вт. Виконує роботу 2 хвилини. Навантаження збільшують на 70 Вт. Педалює 2 хвилини. Додається ще 70 Вт (тобто вже 210 Вт). Педалює ще 2 хвилини. Додають ще 70 Вт (тобто вже 280 Вт). Обстежуваний педалював 1 хвилину і відмовився продовжувати роботу.

Фізична працездатність оцінюється по максимально досягнутій потужності та утриманні її на протязі 2 хвилин. У нашому випадку останнє навантаження, яке витримав обстежуваний на протязі 2 хвилин було 210 Вт, тобто фізична працездатність – 210 Вт.

Нормальна працездатність у нетренованих вважається навантаження 3 Вт/кг, яке утримується на протязі 2 хв., що відповідає максимальному споживанню кисню (МСК) 42-44 мл/хв. Подібний рівень фізичної працездатності (за даними Г.Л.Апанасенка) мали всього 5-8 % чоловіків європейської частини колишнього Радянського Союзу.

Тест Наваккі може використовуватися як для обстеження спортсменів, так і для фізкультурників і людей середнього та похилого віку. Для останніх початкове навантаження – 0,25 Вт на кілограм маси тіла (з розрахунку на нормальну щодо віку масу тіла)

## Тест Купера

Між показниками і рівнем розвитку загальної витривалості існує високий ступінь зв'язку – коефіцієнт кореляції більше 0,8. На цій основі лікарем К.Купером були запропоновані бігові тести: 12-ти хвилинний та 1,5 – мильний (або 2,4 км) 12-хвилинний тест передбачає подоланнялюбим доступним по фізичному стану шляхом (біг чи ходьба) максимально можливої відстані за 12 хвилин (по рівній місцевості). Оцінку результатів тесту проводять залежно від подоланої дистанції з урахуванням віку досліджуваного, по його результатах визначають клас аеробної здатності



2,5-кілометровий тест являється спрощеним методом 12-хвилинного. Він заключається у подоланні (пішки чи бігом) в максимально короткий для кожного час відстані 2,5 км. Оцінки проводиться згідно відповідних таблиць.

На основі результатів обстеження К.Купер розробив схеми аеробних тренуючи програм, ходьби, бігу, бігу на місці для осіб різного віку та фізичного стану.

Необхідно звернути увагу на те, що ці тести вимагають значних зусиль, тому вони повинні проводитися після попереднього медичного огляду. При виникненні ознак перевантаження під час тесту (задишка, головокружіння, біль в серці) тест необхідно припинити. Для здорових, але нетренованих осіб віком 30 років і старших потрібно провести заздалегідь 6-ти тижневе тренування.

У спортсменів високих розрядів частіше застосовують комбіновану **пробу Лєтунова**. Для цього до навантаження у досліджуваного в положенні сидячи кожні 10 с визначають частоту пульсу (рахують до трикратного повторення) і артеріальний тиск. Потім він виконує 20 присідань за 30 с, викидаючи руки вперед. Після навантаження досліджуваний сідає і протягом перших 10 с у нього визначають частоту пульсу, а в проміжку між 15-ю та 40-ю секундами вимірюють артеріальний тиск.



Далі знову визначають частоту пульсу і після повернення її до початкової (дворазове повторення), але не раніше ніж через 2 хв після навантаження, ще раз вимірюють артеріальний тиск. Потім досліджуваний виконує 2-гу частину проби — біг на місці протягом 15 с у максимально швидкому темні з високим підніманням стегна та енергійною роботою рук. Після цього досліджуваний відпочиває 4 хв і при цьому в перші та останні 10 с кожної хвилини у нього визначають частоту пульсу, а з 15-ї секунди вимірюють артеріальний тиск.

Далі досліджуваний виконує 3-ю частину проби — біг на місці підтюпцем протягом 3 хв у темпі 180 кроків за 1 хв. Після закінчення бігу в положенні сидячи визначають частоту пульсу та вимірюють артеріальний тиск протягом 5 хв в описаній вище послідовності.

Результати такої комбінованої проби оцінюють, як і одномоментних, визначаючи тип реакції. Якщо після всіх навантажень пульс значно прискорюється, а максимальний тиск трохи підвищується чи знижується від одного навантаження до другого, то це свідчить про знижену функціональну здатність серцево-судинної системи.

Нині застосовують також **пробу Руф'є**, під час проведення якої підраховують тільки частоту пульсу. Проводячи пробу, у досліджуваного, який перебуває в положенні лежачи на спині протягом 5 хв, визначають число пульсацій за 15 с (P1). Потім протягом 45 с досліджуваний виконує 30 присідань. Після цього він лягає і у нього знову підраховують пульс за перші 15 с (P2), а потім - за останні 15 с 1-ї хвилини періоду відновлення (P3).

$$\text{Індекс Руф'є} = \frac{4(P1 + P2 + P3) - 200}{10}.$$

Одержаний індекс Руф'є оцінюється як:

добрий - 0,1-5;

середній - 5,1-10;

задовільний - 10,1-15;

поганий - 15,1-20.



**Відео**  
**Велоергометрія**

<http://youtu.be/JJmf9dEuop4>

**Тредміл-тест**

<http://youtu.be/E1rDBRGjOmM>