


# Спортивна фізіологія

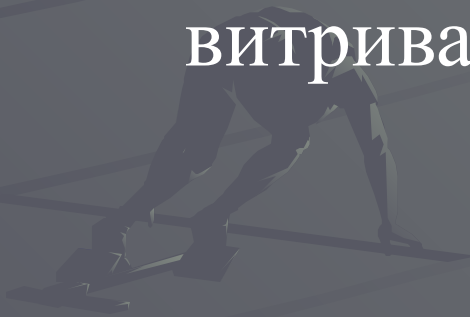
## Лекції № 7

Тема - Фізіологічні особливості  
прояву рухових якостей в спортивному  
і оздоровчому тренуванні  
( Частина 2 - витривалість)

A faint silhouette of a runner in a starting block on a track is visible in the background on the left side of the slide.

# ПЛАН

1. Загальне уявлення про витривалість.
2. Чинники, що забезпечують прояв витривалості.
3. Методи дослідження і показники витривалості.



# Фізіологічні механізми витривалості

**Витривалість** - це здатність людини до тривалого виконання будь-якої роботи без помітного зниження працездатності. Рівень витривалості зазвичай визначається часом, протягом якого людина може виконувати задану фізичну вправу. Чим тривалішою час роботи, тим більше витривалість. Ця якість необхідно при тривалому бігу, ходьбі на лижах і при виконанні більш короткочасних вправ швидкісного і силового характеру.

**ВИТРИВАЛІСТЬ** - також визначають, як здатність підтримувати задану, необхідну для забезпечення професійної діяльності, потужність навантаження і протистояти стомленню, що виникає в процесі виконання роботи. Тому витривалість проявляється у двох основних формах:

- 1) У тривалості роботи на заданому рівні потужності до появи перших ознак вираженого стомлення.
- 2) У швидкості зниження працездатності при настанні стомлення.





## ФОРМИ ПРОЯВУ ВИТРИВАЛОСТІ

### ЗАГАЛЬНА ВИТРИВАЛІСТЬ

характеризує здатність тривало виконувати будь-яку циклічну роботу помірної потужності за участю великих м'язових груп. Загальну витривалість часто асоціюють з поняттям загальної працездатності людини. В основі її прояву лежать аеробні можливості організму.

### СПЕЦІАЛЬНА ВИТРИВАЛІСТЬ

характеризує здатність виконувати певну фізичну роботу у заданому режимі



Також витривалість визначають за загальними характеристиками м'язової діяльності.

Розрізняють:

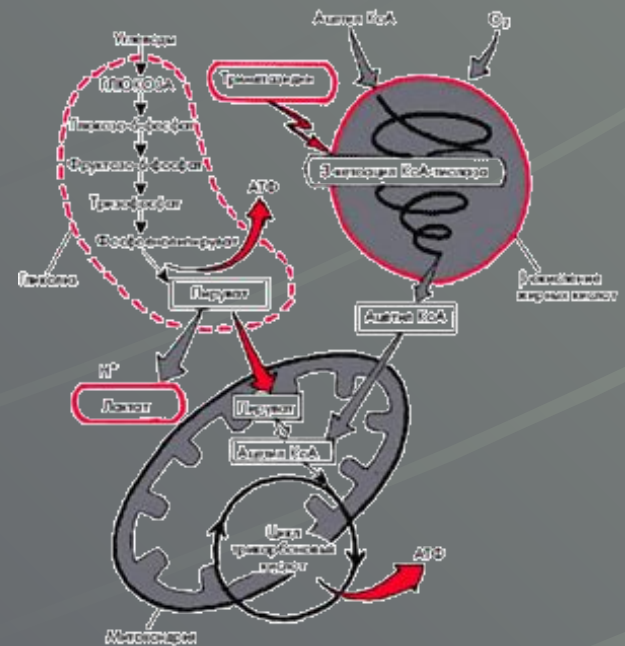
- динамічну;
- статичну;
- силову;
- витривалість до анаеробної роботи;
- витривалість до аеробної роботи.



Фізіологічною основою загальної витривалості є високий рівень аеробних можливостей людини: здатність виконувати роботу за рахунок енергії окислювальних реакцій.

Загальна витривалість пов'язана з такими сторонами аеробного метаболізму як:

- аеробне потужність, яка визначається абсолютною і відносною величиною максимального споживання кисню (МПК);
- аеробне ємність - сумарна величина енергії, яку організм може виробити аеробним шляхом.



## МЕТАБОЛІЗМ М'ЯЗІВ

(АТФ і креатинфосфат;  
глікоген м'язів;  
активність ферментів)

## КОМПОЗИЦІЙНИЙ СКЛАД М'ЯЗІВ

(переважання окисних  
рухових одиниць)

## ВНУТРІШНЬОМ'ЯЗОВА КООРДИНАЦІЯ

(активація рухових  
одиниць різних типів)



**М'ЯЗОВІ (ЛОКАЛЬНІ) ФАКТОРИ**



**ЦЕНТРАЛЬНІ (СИСТЕМНІ) ФАКТОРИ**

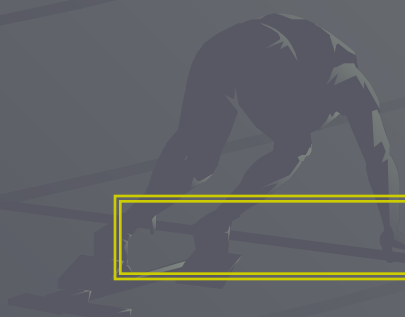


## ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСТАВКИ СУБСТРАТІВ ТА КИСНЮ

(МПК; гемоглобін крові; можливості  
використання жирів)

## ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ М'ЯЗІВ ВІД ПРОДУКТІВ ОБМІНУ

(швидкість утилізації лактату;  
ефективність виведення  $\text{CO}_2$ )





Прояв витривалості у різних видах рухової діяльності також залежить від наступних факторів:

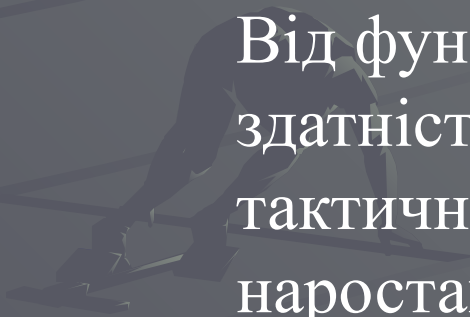
- біоенергетичних;
- функціональної та біохімічної економізації;
- функціональної стійкості;
- особистісно-психічних;
- генотипу (спадковості) і середовища.

- *Біоенергетичні фактори* включають обсяг енергетичних ресурсів, яким володіє організм, і функціональні можливості його систем (дихання, серцево-судинної, виділення та ін.), які забезпечують обмін, продукування та відновлення енергії в процесі роботи.
- *Фактори функціональної та біохімічної економізації* визначають співвідношення результату виконання вправи і витрат на його досягнення. Економізація має дві сторони: механічну (або біомеханічну), яка залежить від рівня володіння технікою чи раціональної тактики змагальної діяльності; фізіолого-біохімічну (або функціональну), яка визначається тим, яка частка роботи виконується за рахунок енергії окисної системи без накопичення молочної кислоти, а якщо розглядати цей процес ще глибше - то за рахунок якоїсь частки використання жирів як субстрату окислення.

## *Фактори функціональної стійкості*

дозволяють зберегти активність функціональних систем організму при несприятливих зрушеннях в його внутрішньому середовищі, що викликаються роботою (наростання кисневого боргу, збільшення концентрації молочної кислоти в крові і т.д.).

Від функціональної стійкості залежить здатність людини зберігати задані технічні і тактичні параметри діяльності, незважаючи на наростаюче стомлення.



- **Особистісно-психічні фактори** дуже впливають на прояв витривалості, особливо в складних умовах. До них відносять мотивацію на досягнення високих результатів, стійкість установки на процес і результати тривалої діяльності, а також такі вольові якості, як цілеспрямованість, наполегливість, витримка і вміння терпіти несприятливі зрушення у внутрішньому середовищі організму, виконувати роботу через «не можу».
- **Фактори генотипу (спадковості) і середовища.** Загальна (аеробна) витривалість в певній мірі обумовлена впливом спадкових факторів (коефіцієнт спадковості від 0,4 до 0,8). Генетичний фактор істотно впливає і на розвиток анаеробних можливостей організму. Високі коефіцієнти спадковості (0,62--0,75) виявлені в статичній витривалості; для динамічної силової витривалості впливу спадковості і середовища приблизно однакові. Спадкові фактори більше впливають на жіночий організм при роботі субмаксимальної потужності, а на чоловічий - при роботі помірної потужності.

# ЧИННИКИ, ЩО ЗАБЕСПЕЧУЮТЬ ВИЯВЛЕННЯ ВИТРИВАЛОСТІ

1. Кисневотранспортна система.
2. Система утилізації кисню.
3. МПК.





# Киснево-транспортна система

Система зовнішнього дихання - це перша ланка кисневого забезпечення організму.

Особи з високим рівнем витривалості до аеробної роботи мають високі показники ЖЄЛ - до 6-9 л., що в 2-2,5 разів вище, ніж у осіб нетренованих.

Рівень максимальної легеневої вентиляції у нетренованих чоловіків становить 120-130 л, а у тренованих - 170-200 л.

Підвищення витривалості пов'язано із значним збільшенням ефективності дихання, що обумовлене зменшенням об'єму легеневої вентиляції, необхідної для поглинання 1 л кисню.

Прискорений перехід кисню із альвеол в кров легневих капілярів визначається підвищеною дифузійною здатністю легенів, в основі якої лежить підвищення легневих об'ємів, що підвищують альвеолярно-капілярну поверхню, підвищення об'єму крові в легневих капілярах за рахунок розширення альвеолярно-капілярної сітки, а також підвищення центрального об'єму крові.

Специфічним ефектом тренування витривалості є зниження значення ЧСС в стані спокою до 40-45 уд/хв (брадикардія). Зниження ЧСС компенсується збільшенням систолічного об'єму до 100-120 мл, в той час як у нетренованих він складає біля 70 мл.

Систолічний об'єм підвищується за рахунок підвищення об'єму порожнин серця (дилатація) та підвищення скоротливої здатності міокарду.

ЧСС у тренуваних людей під час граничних навантажень може підвищуватись в 5-6 разів відносно стану спокою, в той час як у нетренованих всього в 2,5-3 рази. Відмічаються випадки підвищення ЧСС до 250 уд/хвил.

Максимальний серцевий викид у нетренованих людей підвищується в середньому в 4 рази (з 5 до 18-20 л/хв), а у тренуваних в 8-10 разів (з 4,5 до 35-45 л/хв).

Прояв витривалості залежить від об'єму циркулюючої крові (ОЦК), від кількості еритроцитів. Підвищення ОЦК забезпечує більший систолічний об'єм крові, більше разбавлення продуктів обміну. Зниження гематокриту (в'язкості) крові полегшує роботу серця. Зміна вмісту еритроцитів та гемоглобіну є основою ефективного транспорту кисню.

*Об'єм циркулюючої крові та їх складових частин*

<b>Показники</b>	<b>Треновані</b>	<b>Нетреновані</b>
<b>ОЦК (л)</b>	6,4	5,5
<b>ОЦК (мл/кг маси тіла)</b>	95,4	76,3
<b>Об'єм циркулюючої плазми, л</b>	3,6	3,1
<b>Об'єм циркулюючих еритроцитів, л</b>	2,8	2,4
<b>Гематокрит</b>	42,8	44,6

В процесі тривалого впливу аеробних вправ вміст лактату в крові під час однакового немаксимального навантаження прогресивно знижується. Це пояснюється збільшенням середнього потенціалу скелетних м'язів, більш швидким впрацьовуванням киснево-транспортної системи, збільшеним використанням лактату міокардом та повільнішими м'язевими волокнами, а також, інтенсивною екстракцією печінкою з подальшим перетворенням в глюкозу.

Під час фізичних навантажень між довжиною дистанції і концентрацією молочної кислоти в крові спостерігається зворотна нелінійна залежність.

# Система утилізації кисню

Гемодинамічні зміни виявляються в збільшенні капіляризації, розвитку колатералей, покращенні розподілу кровотоку в організмі. Під час напруженої роботи підвищується кількість функціонуючих капілярів з 5-7% (в стані спокою) до 100%.

Метаболічна перебудова міокарду складається з підвищеної здатності екстрагувати із крові лактат та використовувати його як джерело енергії, спостерігається підвищення вмісту мітохондрій та мітохондріальних ферментів, розширення капіляризації міокарду.

В скелетних м'язах підвищується активність аеробних окислювальних ферментів, вміст енергетичних джерел (глікогену та внутріклітинних ліпідів на 50%), підвищується вміст міоглобіну (в 1,5-2 рази).

Істотні зміни відбуваються в композиції м'язів та їх функціях: відносно великий вміст повільно скорочуючихся м'язевих волокон; відбувається робоча гіпертрофія - підвищення товщини м'язевих волокон, обумовлених збільшенням саркоплазматичного простору м'язевих волокон (гіпертрофія саркоплазматичного типу).



# Максимальна швидкість поглинання кисню (МПК)

Витривалість під час довгочасної аеробної роботи залежить від максимальної швидкості поглинання кисню (МПК), що відзеркалює максимальну потужність аеробної системи енергозабезпечення. Рівень МПК залежить від максимальних можливостей киснево-транспортової системи та системи утилізації кисню. У нетренованих чоловіків (20-30 років) МПК дорівнює 3-3,5 л/хв (45-50 мл/кг/хв), а у жінок 2-2,5 л/хв (35-40 мл/кг/хв). В результаті занять фізичними вправами та спортом МПК значно підвищується і може досягти в два рази більших значень.

# Методи дослідження і показники витривалості

