


Спортивна фізіологія

Лекція № 7

Тема - Фізіологічні особливості
прояву рухових якостей в спортивному
і оздоровчому тренуванні
(Частина 2 – гнучкість та
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. Фізіологічна характеристика гнучкості.
2. Загальне уявлення про витривалість.
3. Чинники, що забезпечують прояв витривалості.
4. Методи дослідження і показники витривалості.



Фізіологічні механізми розвитку гнучкості

Гнучкість - здатність виконувати рухи з найбільшою амплітудою.



Віковий період розвитку з 7 до 13 років.

У професійній фізичній підготовці та спорті гнучкість необхідна для виконання рухів з великою та граничною амплітудою. Недостатня рухливість в суглобах може обмежувати прояв таких фізичних якостей як сила, швидкість реакції і швидкості рухів, витривалості, збільшуючи при цьому енерговитрати і, знижуючи економічність роботи організму, і часто призводить до серйозних травм м'язів і зв'язок.

Сам термін "гнучкість" зазвичай використовується для інтегральної оцінки рухливості ланок тіла, тобто цим терміном користуються в тих випадках, коли мова йде про рухливість в суглобах всього тіла. Якщо ж оцінюється амплітуда рухів в окремих суглобах, то прийнято говорити о "рухливості" в них.

ГНУЧКІСТЬ (сумарна рухливість в суглобах) - комплекс морфо-функціональних властивостей опорно-рухового апарату, що визначають амплітуду різноманітних рухів.

ВИДИ ПРОЯВУ ГНУЧКОСТІ

АНАТОМІЧНА - визначається особливостями анатомічної будови суглобів (різниця розмірів поверхонь суглоба (інкунгруентність), особливості будови капсули і зв'язкового апарату).

АКТИВНА - рухливість в суглобі (амплітуда), що досягається за рахунок роботи м'язів-антогоністів, без участі зовнішніх сил.

ПАСИВНА - рухливість в суглобі (амплітуда), що досягається за рахунок використання маси тіла, обтяжень чи партнера.

У пасивних вправах на гнучкість досягається більша, ніж в активних вправах амплітуда рухів. Різницю між показниками активної і пасивної гнучкості називають резервною напруженістю або "запасом гнучкості".

**ЕЛАСТИЧНІ
ВЛАСТИВОСТІ М'ЯЗІВ**
(розтяжність
(еластичність) структур
міофібрили)

**АНАТОМІЧНА
БУДОВА СУСТАВА**
(кривизна головки
суглоба, будова зв'язочного апарату)

ГІПЕРТРОФІЯ М'ЯЗІВ
(товщина і ступінь
розвитку волокон м'яза)



ПЕРИФЕРИЧНІ (м'язово-суглобові) ФАКТОРИ



ГНУЧКІСТЬ



ЦЕНТРАЛЬНО-НЕРВОВІ (КООРДИНАЦІЙНІ) ФАКТОРИ



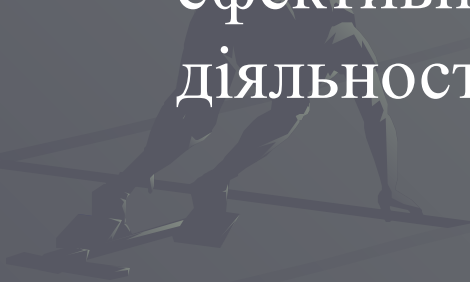
**ЕФЕКТИВНІСТЬ НЕРВОВОЇ РЕГУЛЯЦІЇ
М'ЯЗОВОГО НАПРУЖЕННЯ**
(здатність до розслаблення)



**РОЗВИТОК СИЛИ І ДОСКОНАЛІСТЬ
КООРДИНАЦІЇ**



Розрізняють також *загальну і спеціальну* гнучкість. Загальна гнучкість характеризує рухливість у всіх суглобах тіла і дозволяє виконувати різноманітні рухи з великою амплітудою. Спеціальна гнучкість - гранична рухливість в окремих суглобах, що визначає ефективність спортивної та професійної діяльності.



Гнучкість лімітується морфо-функціональними особливостями опорно-рухового апарату:

- в'язкістю м'яза;
- еластичністю зв'язкового апарату;
- станом міжхребцевих дисків



ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПРОЯВ ГНУЧКОСТІ

індивідуальні особливості

ПОЛ

розминка

температура тіла і
навколишнього середовища

стан організму (стомлення)

час доби (мах. 12-17 ч.)



Прояв гнучкості в тій чи іншій мірі залежить і від загального функціонального стану організму, і від зовнішніх умов часу доби, температури м'язів і навколишнього середовища, ступеня стомлення. Зазвичай до 8-9 годин ранку гнучкість дещо знижена. Однак, тренування в ранковій годині вельми ефективне. У холодну погоду і при охолодженні тіла гнучкість знижується, при підвищенні температури середовища і тіла - збільшується. Стомлення також обмежує амплітуду активних рухів і розтяжність м'язово-зв'язкового апарату. Торкаючись вікового аспекту прояву гнучкості можна відзначити, що гнучкість залежить від віку. Зазвичай рухливість великих ланок тіла поступово збільшується до 13-14 років, пояснюється тим, що в цьому віці м'язово-зв'язковий апарат більш еластичний і розтягується. У віці від 13-14 років спостерігається стабілізація розвитку гнучкості, і, як правило, до 16-17 років стабілізація закінчується, відбувається зупинка розвитку, а потім має стійку тенденцію до зниження. Разом з тим, якщо після 13-14 років не виконувати вправи розтягування, то гнучкість почне знижуватися вже в юнацькому віці. І навпаки, практика показує що навіть у віці 40-50 років регулярні заняття із застосуванням різноманітних засобів і методів гнучкість підвищується. Навіть вище рівень, ніж в юні роки. Гнучкість залежить і від статі. Так рухливість в суглобах у дівчат вище, ніж у юнаків приблизно на 20-30%. Процес розвитку гнучкості індивідуалізований. Розвивати і підтримувати гнучкість необхідно постійно.

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:

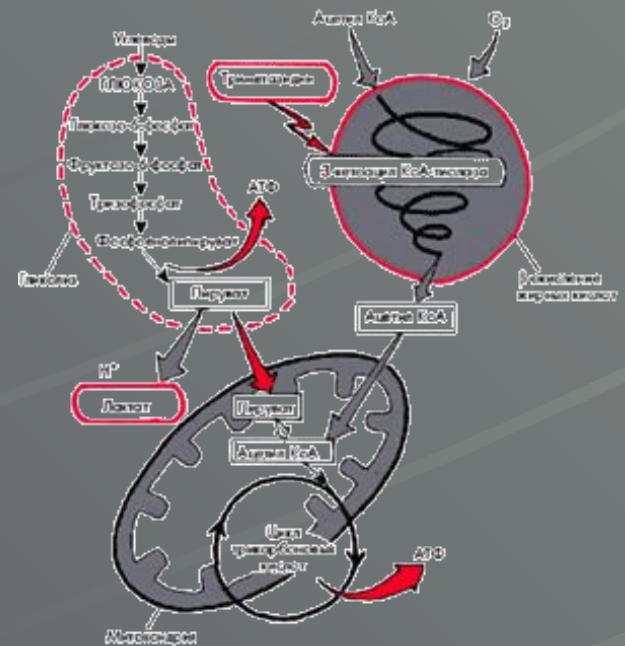
- динамічну;
- статичну;
- силову;
- витривалість до анаеробної роботи;
- витривалість до аеробної роботи.



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

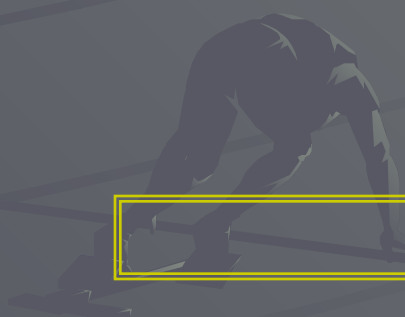


ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСТАВКИ СУБСТРАТІВ ТА КИСНЮ

(МПК; гемоглобін крові; можливості
використання жирів)

ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ М'ЯЗІВ ВІД ПРОДУКТІВ ОБМІНУ

(швидкість утилізації лактату;
ефективність виведення CO_2)



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

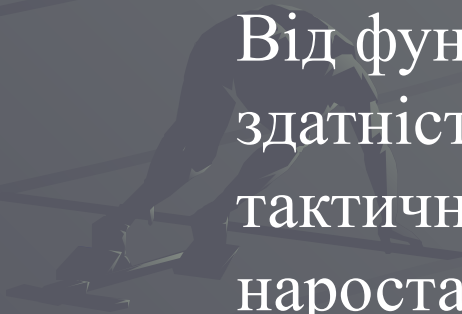
- біоенергетичних;
- функціональної та біохімічної економії;
- функціональної стійкості;
- особистісно-психічних;
- генотипу (спадковості) і середовища.

- *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 статичної 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. МПК.
2. Кисневоотрапортна система.
3. Система утилізації кисню.



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 з одного боку від максимальних можливостей кисневоотранспортної системи, з іншого - системи утилізації кисню.

У кисневоотранспортні систему входять дихальна і серцево-судинна системи, системи крові.

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.

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 тренуваних - 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 легеневих капілярів визначається підвищеною дифузійною здатністю легенів, в основі якої лежить підвищення легеневих об'ємів, що підвищують альвеолярно-капілярну поверхню, підвищення об'єму крові в легеневих капілярах за рахунок розширення альвеолярно-капілярної сітки, а також підвищення центрального об'єму крові.

Головними ефектами тренування на витривалість у дихальній системі є:

- збільшення легеневих об'ємів;
- підвищення сили і витривалості дихальної мускулатури;
- підвищення екскурсії грудної клітини;
- зниження опору повітря у повітряносних шляхах;
- підвищення дифузної здатності легень;
- підвищення потужності і ефективності дихання.

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).

Ефект тренування на витривалість серцево-судинної системи виявляється в наступному:

- збільшення хвилинного об'єму крові за рахунок об'єму систолу;
- збільшення об'єму систоли крові;
- брадікардія;
- економність роботи серця;
- більш досконалий перерозподіл крові;
- посилення капіляризації.

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

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

Методи дослідження витривалості

1. Методи дослідження серцево-судинної системи.
2. Методі дослідження дихальної системи.



Функціональні проби

- ОБСТЕЖЕННЯ В СПОКОЇ.
- ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОБИ:
- визначення МПК;
- утримання субмаксимальних і максимальних навантажень;
- визначення максимального кисневого боргу;
- анаеробні тести; визначення максимальної фізичної працездатності по Торнваллу;
- тест Новаккі;
- тест PWC170; визначення анаеробного порога;
- проба для визначення часу максимізації контрактильності міокарда;
- тест Мюллера;
- проба Летунова;
- Гарвардський степ-тест; проба з напруженням;
- ортостатична проба;
- фармакологічні тести.

Методи дослідження серцево-судинної системи

- Електрокардіографія;
- Доплеровская ехокардіографія;
- фонокардіографія;
- сфігмографія;
- томографія;
- ендоскопія;
- артеріальна осцилографія;
- реографія;
- ритмокардіографії;
- оксіпульсометрія.

Тестування в лабораторних умовах

Відомо, що максимальне споживання O_2 визначається головним чином резервними можливостями кардіореспіраторної системи. Кожна ланка кардіореспіраторної системи, яка об'єднує комплекс систем і органів, може визначати достатність транспорту O_2 при навантаженні і, отже, грати лімітуючу роль. Однак у реальних умовах апарат кровообігу є головним лімітуючим ланкою в системі транспорту кисню при інтенсивній м'язовій роботі. При цьому в числі факторів, що обмежують максимальну аеробну потужність ставляться як центральні, так і периферичні механізми гемодинаміки:

- 1) МОК;
- 2) жорсткість артеріальних судин;
- 3) депонування крові в м'язах і ємнісних судинах (венозний повернення);
- 4) зміст O_2 в капілярній крові;
- 5) спорідненість O_2 до гемоглобіну в капілярах;
- 6) швидкість капілярного кровотоку;
- 7) число нутритивних капілярів

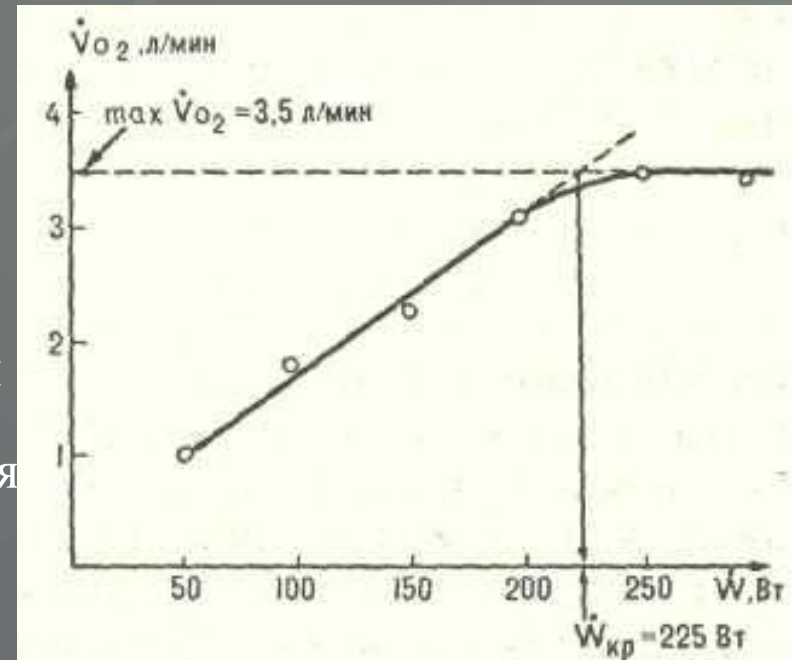


Рис. 5. Схема графического определения МПК ($\max \dot{V}O_2$) и «критической мощности» ($\dot{W}_{кр}$) при ступенчатообразно повышающейся мощности нагрузки (\dot{W}) до отказа (по И. А. Аулику)

Спіро- і пневмографія

- Загальна спіро- і пневмографіческое дослідження (від грец. Spiro - дихати, grapho - писати) дає можливість визначити глибину і частоту дихання, хвилинний об'єм дихання, максимальну вентиляцію легень, фракційні ємності легень, максимальні об'ємні швидкості дихання під час вдиху і видиху (проба Тиффно).
- Кількісна оцінка спіро- і пневмографіческих показників виробляється шляхом зіставлення їх з нормативами, отриманими при обстеженні здорових людей.
- Значні індивідуальні відмінності, наявні у здорових людей, змушують використовувати не загальну середню величину того чи іншого показника, а враховувати стать, вік, зріст і вагу обстежуваних.