ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
імені ІВАНА БОБЕРСЬКОГО

КАФЕДРА АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ

“Фізіологія рухової активності різних груп населення”

ЛЕКЦІЯ № 6

Тема. ФІЗІОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ТРЕНУВАННЯ. ПОКАЗНИКИ НАТРЕНОВАНОСТІ

План.

1. Фізіологічні основи натренованості.
2. Визначення показників натренованості в стані спокою та при стандартних і граничних навантаженнях, у період відновлення.
3. Методи оцінки рівня натренованості за даними фізіологічних систем організму.
4. Перетренованість та перенапруження.
5. Висновки.

Тривалість лекції: 2 академіні години

Навчальні та виховні цілі: дати студентам уявлення про фізіологічні основи спортивного тренування, ознайомити з основними підходами оцінки рівня натренованості на основі показників фізіологічних систем у стані спокою, а також під впливом фізичних навантажень, охарактеризувати особливості тренування представників особливих категорій населення – жінок, дітей, підлітків, осіб старших вікових груп, ознайомити студентів з поняттями перетренованості та перенапруження.

Матеріальне забезпечення: мультимедійна презентація.

Склав: доц. вовканич Л.С.

Затверджено на засіданні
кафедри анатомії і фізіології
" 27 " серпня 2025 р.
протокол № 1
Зав. кафедри _____ Вовканич Л.С.

Львів – 2025

1. Фізіологічні основи натренованості

Натренованість з сучасної точки зору - комплексне біолого-педагогічне поняття, яке характеризує готовність спортсмена для досягнення високих спортивних результатів. Її рівень залежить від ефективності структурно-функціональної перебудови організму в поєднанні з високою техніко-тактичною підготовленістю. Натренованість, в розумінні "функціональної готовності" - це рівень спеціальної працездатності спортсмена, який підвищується в результаті багаторазового повторення фізичних навантажень і є станом оптимальної готовності.

Оптимальна готовність організму характеризується високими функціональними можливостями окремих органів і систем, досконалою координацією фізіолого-біохімічних процесів, стійкістю до дії несприятливих факторів внутрішнього і зовнішнього середовища, стабілізованими руховими навичками, високою технічною і тактичною майстерністю. Отже, в основі натренованості лежать фізіологічні механізми термінової і довготривалої адаптації. Типовим прикладом термінової адаптації є передстартові і стартові реакції організму спортсменів. Процеси термінової адаптації реалізуються за типом стрес-реакції (адаптаційно-трофічний синдром Сельє) і природньо, що такий тип реакції не може забезпечити ріст спортивних результатів.

Фізичні навантаження в сучасному спорті настільки високі, що вроджені адаптивні механізми часто виявляються нездатні забезпечити нормальне функціонування організму в цих умовах. І тільки спеціальні тренування, які приводять до підвищення адаптивних можливостей функціональних систем організму (довготривалої адаптації), дають можливість організму спортсмена справитись з високоінтенсивними, значними за об'ємом фізичними та психоемоційними навантаженнями.

Адаптаційні зміни довготривалого характеру забезпечують пристосування організму до зовсім незвичних умов внутрішнього середовища. Особливості морфологічного, фізіолого-біохімічного стану різних систем організму, що виникають при спортивних тренуваннях, можна оцінити за відповідними показниками цих систем. Крім цього фізіологічні показники натренованості

залежать від спортивної спеціалізації, від індивідуальних особливостей людини і адаптація до фізичних навантажень у різних людей проходить неоднаково. І тому, досить часто, за динамікою одного або навіть декількох фізіологічних показників не можна судити про зміни натренованості спортсмена. Більш об'єктивну і достовірну інформацію дають комплексні дослідження морфологічного та фізіолого-біохімічного стану найважливіших фізіологічних систем організму. Отже, під комплексною оцінкою рівня натренованості розуміють визначення найбільш інформативних показників тих систем організму спортсмена, які лімітують рівень спеціальної працездатності у певному виді спорту. Комплексно, про потенційні можливості спортсмена до виконання тренувальних і навіть змагальних навантажень можна, до певної міри, судити за фізіологічними показниками різних систем організму, які слід визначати в стані відносного м'язового спокою, при виконанні стандартних (дозованих) навантажень та при граничних фізичних навантаженнях.

Підвищення натренованості організму є результатом його *адапт ації* до фізичних навантажень в результаті функціональних та морфологічних змін у багатьох системах організму, а також удосконалення нервової і гуморальної регуляції функцій. До основних функціональних ефектів адаптації слід віднести

- збільшення максимальних функціональних можливостей організму та його основних систем,
- зростання ефективності (економності) роботи організму та його систем.

Особливості морфофункціонального стану різних систем організму, що виникають в результаті спортивного тренування, називаються *фізіологічними показниками нат ренованост і.* При цьому важливою є *комплексна оцінка нат ренованост і*, що пов'язано з такими факторами:

- окремі показники, досягнувши максимуму протягом перших років тренувань (кісткова тканина, ЖЄЛ,), далі не змінюються і не можуть виступати повноцінними показниками натренованості у річному циклі;
- різні показники натренованості по-різному змінюються протягом тренувального циклу;

- зміни показників натренованості залежать від спортивної спеціалізації (серцево-судинна система - стаєри);
- показники натренованості індивідуальні, оскільки адаптація може протікати по-різному навіть у спортсменів однієї спеціалізації (відсутність брадикардії у стаєрів) – покращення можливостей кисневотранспортної системи може досягатись за рахунок кровоносної чи серцево-судинної системи.

Важливою є також оцінка натренованості спортсмена у трьох основних станах – *спокої, стандартному навантаженні, максимальному навантаженні*. У всіх цих трьох станах наявна різниця у морфофункціональних показниках різних систем нетренованого та тренованого організму.

2. Визначення показників натренованості в стані спокою та при стандартних і граничних навантаженнях, у період відновлення

Так, *у стані спокою* у *ЦНС* тренованих осіб збільшується число і розгалуженість дендритів нейронів кори великих півкуль, зростає активність окислювальних ферментів. ЕЕГ тренованого характеризується стійкішим альфа-ритмом, здатністю до швидшого засвоєння ритму, збільшується рухливість нервових процесів. Це виявляється у зменшенні часу соматосенсорних реакцій, покращенні диференціювання сигналів, підвищення швидкості переробки інформації. У тренованих спортсменів спостерігається зростання маси, об'єму, площі поперечного перерізу *м'язів*, потовщення стінок кісток, збільшення рельєфу їх поверхні, зміни у внутрішній будові. Гіпертрофія скелетних м'язів супроводжується покращенням їх кровопостачання, розвитком нервових закінчень. Можливе також зростання вмісту у м'язах скоротливих білків – актину і міозину, та міоглобіну. Зростає лабільність і збудливість м'язів, їх сила, швидкість розслаблення. Так, *тонус м'язів* під час навантаження у тренованого більше, а після розслаблення – менший, ніж у нетренованого. У тренованому організму зростають запаси вуглеводів, а *основний обмін* знаходиться в межах норми або знижений. *ЖЄЛ (до 9000 мл) та максимальна вентиляція легень* (до 150 л/хв) у тренованого організму вища, при цьому резервний об'єм вдиху перевищує резервний об'єм видиху. Великим є і *життєвий показник*, тобто

відношення ЖЕЛ до маси тіла. Частота дихання у тренованого в стані спокою менша, а глибина дихання – вища, що забезпечує майже однаковий хвилинний об'єм дихання. Час затримки дихання більший у тренованого. Підвищення натренованості, особливо у видах спорту із тривалою циклічною роботою, призводить до *гіпертрофії серця.* Вона супроводжується збільшенням об'єму порожнини серця, помірною гіпертрофією міокарда, зростанням кількості міоглобіну і глікогену у міокарді, розвитком капілярної сітки міокарду. Об'єм серця змінюється впродовж річного циклу тренувань. ЧСС тренованих у стані спокою нижча, ніж у нетренованих, а СО – дещо більший, що забезпечує практично однаковий рівень ХОК. Показники АТ знаходяться в межах вікової норми. При розвитку натренованості в організмі зростає *загальний вміст крові* та кількість еритроцитів (не менше 4,7) і гемоглобіну (не менше 14,5%). Лейкоцитарна формула може бути змінена у напрямі збільшення кількості лімфоцитів. Дещо збільшені у спортсменів *луж ні резерви крові*.

З метою оцінити натренованість можна застосовувати *ст андарт ні* і *максимальні* навантаження.

Загальною закономірністю впливу стандартних навантажень на організм тренованої людини є те, що:

- усі функції на початку роботи у тренованих наростають швидше;
- в процесі роботи рівень фізіологічних процесів у тренованих нижчий;
- відновлення тренованих проходить відносно швидше.

Для оцінки загальної працездатності спортсмена використовують такі показники, як *PWC$_{170}$, МПК, Гарвардський т ест* і ін. Проба PWC$_{170}$ дозволяє визначити потужність роботи, при якій пульс спортсмена досягає 170 уд/хв. Чим вища потужність цієї роботи, тим відносно вищою є працездатність спортсмена.

3. Методи оцінки рівня натренованості за даними фізіологічних систем організму

Цент ральна нервова сист ема.

ЕЕГ тренованої людини характеризується відносно більш частим α-ритмом і більш вираженою амплітудою коливань. Збільшена кількість дендритів нервових клітин, синапсів та підвищена рухливість нервових процесів, зменшується ЧРР.

Руховий апарат .

При тренуванні відбуваються значні морфологічні і функціоналі зміни у всіх ланках рухового апарату. П.Ф.Лесгафт виявив, що розвиток скелетних м'язів супроводжується потовщенням кісток і збільшенням їх міцності. Збільшуються поперечні розміри кісток, потовщується корковий шар. На поверхні кісток з'являються виступи і шороховатості. При тренуванні збільшується маса і об'єм скелетних м'язів. більше всього гіпертрофуються м'язи, що виконують силове і статичне зусилля. Динамічна ж робота викликає менші морфологічні зміни м'язів.

Гіпертрофія скелетних м'язів супроводжується покращенням їх кровопостачання. Збільшується кількість капілярів в м'язах. В тренованих м'язах збільшується кількість міоглобіна, що підвищує кисневу ємкість м'язів і сприяє інтенсифікації окисних процесів. У тренованих, особливо до швидкісної роботи, підвищується збудливість, лабільність, сила, тонус м'язів. На ЕМГ ЛЧН у тренованих більший або дорівнює ЛЧР.

Дихальна сист ема.

В процесі тренування відбуваються морфофункціональні зміни органів дихання. Ці зміни виражаються в розвитку дихальних м'язів, про що можна судити по збільшенні ЖЄЛ і максимальної вентиляції легень (МВЛ).Величина ЖЄЛ залежить від спеціалізації спортсмена і його спортивного стану. У чоловіків, що займаються циклічними видами спорту, ЖЄЛ становить 5000-7000 мл і більше, у жінок - 3500-5000 мл. найбільш велика ЖЄЛ у плавців, що обумовлено особливостями дихання при плаванні. Подолання опору води при вдосі і видосі сприяє розвитку дихальних м'язів. Частота дихання у тренованих менша ніж у нетренованих - 12-18 екскурсій проти 16-24 екскурсій. Глибина дихання збільшена до 700-800 мл.

ХОД (легенева вентиляція) у тренований майже такий, як і у нетренованих в стані спокою і становить 6-8 л. Співвідношення ж компонентів, що визначають рівень легеневої вентиляції, в процесі тренувань суттєво міняється. Відмічається сповільнення дихання і збільшення його глибини, що економізує дихальний акт.

Споживання O_2 в стані спокою в процесіф тренування, майже не міняється. Але в деяких випадках, особливо при різко вираженій гіпертрофії м'язів, споживання O_2 в спокої дещо збільшується.

Якщо адаптація до роботи характеризується економізацією окисних процесів, споживання O_2 може зменшитись.

Про інтенсивність тканинного дихання і про ступінь збудливості дихального центра можна судити по часу затримки дихання - пробі Штанге і Ганчі. Як правило, цей час більший у більш тренованих.

Серцево-судинна сист ема.

Систематичне тренування особливо до тривалої циклічної роботи, супроводжується біохімічними, морфологічними і функціональними змінами серця і судин. Головну роль в цьому відіграє посилення парасимпатичних і пригнічення адренергічних впливів на органи кровообігу.

Ще в XIX ст. було виявлено, що заняття спортом призводять до збільшення розмірів серця - гіпертрофія міокарду. В міокарді при цьому збільшується вміст глікогену і білкових сполук, зокрема міоглобіну, який захищає його від розвитку гіпоксії.

Гіпертрофія міокарду супроводжується розвитком капілярної сітки, збільшенням діаметру капілярів і виникнення між ними поперечних анастомозів.

Вага серця в осіб, що не займаються спортом, прямо пропорційна вазі тіла. У спортсменів ця залежність виражена в меншій мірі.

Ступінь гіпертрофії серця залежить від особливостей тренувань, віку, коли почали займатись спортом.

Встановлено, що більш ефективною є помірна гіпертрофія міокарду. Різко виражена гіпертрофія супроводжується зниженням скоротливих можливостей міокарду, що негативно відбивається на продуктивності роботи серця.

Одночасно з гіпертрофією стінок серця збільшується об’єм його порожнин-дилятація. Збільшений об’єм серця забезпечує можливість значного зростання систолічного і хвилинного об’ємів крові при м’язовій діяльності. Проте при надмірному його збільшенні (> 1200 $см^3$) скоротливі властивості міокарду і резервні можливості серця можуть знижуватися.

Збільшення об’єму серця у спортсменів залежить від їх спеціалізації. Найбільш виражене у спортсменів, що займаються тривалими циклічними видами спорту. Об’єм серця змінюється протягом річного тренування і може бути одним з показників натренованості. В періоди, коли тренувальні і змагальні навантаження дуже великі, об’єм серця досягає найбільших величин. В періоди зниження навантажень він зменшується.

ЧСС у тренованих, як правило, менша ніж в осіб. що не займаються спортом - 50-60 уд/хв.Брадікардія у спортсменів обумовлена впливом блукаючого нерва. У тренованих спортсменів брадікардія може поєднуватися із синусовою аритмією.

Зміни в морфофункціональному стані серця відображаються на показниках ЕКГ. По даних Л.А.Бутченко, ЕКГ характеризується синусовою брадікардією, синусовою аритмією, низькими зубцями Р, високими зубцями Т, зміщенням сегменту ST вище комплексу QRS. Міняється і структура серцевого циклу. Тривалість його при цьому збільшується за рахунок збільшення діастоли та ізометричного скорочення.

Систолічний об’єм крові з ростом натренованості дещо збільшується і становить 80-100 мл, що вказує на економізуцію діяльності серця в спокої.

Економізація діяльності серця у спортсменів проявляється також в зниженні потужності серцевих скорочень.

Хвилинний об’єм крові при підвищенні рівня натренованості зменшується, що обумовлено кращим використаням O_2 тканинами. особливо чітко це виражено при перерахунку ХОК на одиницю поверхні тіла (серцевий індекс).

СО і ХОК зменшується в змагальний період і збільшується при зниженні тренувальних навантажень в перехідний період.

Показники артеріального тиску у спортсменів в межах вікових норм. Спортивна спеціалізація не впливає на ці величини. При розвитку тренованості спостерігається тенденція до підвищення артеріального тиску. Днщо більше при цьому наростає діастолічний тиск, що обумовлено зменшенням потреб тканин в кровопостачанні. Дрібні артерії в зв'язку з цим звужуються, просвіт їх зменшується. Опір відтоку крові на периферію під час діастоли зростає, що призводить до підвищення діастолічного тиску.

Сист ема крові.

Загальна кількість крові в організмі при розвитку тренованості дещо збільшується. Вміст в ній еритроцитів і гемоглобіну зростає. Це збільшує дихалну поверхню крові і її кисневу ємкість.

Лейкоцитарна формула у натренованих, особливо у стаєрів, змінена в сторону збільшення кількості лімфоцитів.

При виконанні граничних навантажень до органів кровообігу пред'являються дуже великі вимоги. Діяльність серця в таких умовах характеризується зниженим прискоренням ритму скорочень, зменшенням майже всіх фаз серцевого циклу, збільшенням систолічного і хвилинного об'ємів крові. СО крові при цьому може зрости до 150-200 мл, ХОК - до 30-40 л.

Для забезпечення кисневої потреби організму при гранично напруженій роботі велика роль відводиться перерозподілу крові. Кровопостачання органів черевної порожнини при цьому різко знижується.

При підвищенні кисневої потреби організму повинна бути збільшена перш за все вентиляція легень. Особливо при циклічній роботі субмаксимальної і великої потужності. Легенева вентиляція у тренованих спортсменів-чоловіків може досягати 150-200 л/хв, у жінок - 90-130 л/хв.

При важкій роботі у тренованих вміст еритроцитів і гемоглобіну в крові дещо зростає. Це сприяє збільшенню кисневої ємкості крові (до 20-22 мл). Проте, якщо робота дуже важка, токількість еритроцитів і гемоглобіну може зменшуватись. Це відбувається в результаті інтенсивного руйнування еритроцитів під впливом деяких продуктів обміну речовин. Кровотворна функція мозку при цьому підвищена. У нетренованих важка робота

супроводжується більш значним зменшенням кількості еритроцитів і гемоглобіну в крові, що обумовлено руйнуванням еритроцитів і пригніченням кровотворної функції.

Не дивлячись на посилення всіх процесів, що забезпечують доставку O_2, особливо при роботі субмаксимальної і великої потужності потреба в кисні не задовільняється і м'язова діяльність виконується за рахунок анаеробних джерел енергії. Це веде до утворення значного кисневого боргу і зменшення pH в кислу сторону в результаті накопичення в ній кислот, зокрема молочної.

У нетренованих максимальний кисневий борг не перевищує 5-7 л. У тренованих він може досягати 20 і більше літрів. Відповідно підвищується і концентрація молочної кислоти в крові до 250-300 мг%. В цьому проявляється адаптація організму до роботи в умовах різко зміненого внутрішнього середовища, що особливо важливо при циклічній роботі субмаксимальної потужності.

Значні зміни при напруженій роботі відбуваються в діяльності нирок. Перерозподіл крові в організмі і втрати води з потом призводять до зменшення діурезу. Зменшення кровопостачання нирки викликає її кисневе голодування. В результаті чого змінюється функціональний стан ниркового епітелію і в сечі різко зростає вміст білка. В деяких випадках при дуже тривалій напруженій роботі в сечі можуть з'явитися еритроцити.

Збільшення потреб в O_2 відбувається при любій спортивній діяльності, особливо при циклічній роботі субмаксимальної і веикої потужності, при якій у тренованих спортсменів споживання O_2 досягає 5-6 л/хв. Аеробні можливості організму при такій роботі повинні бути дуже високі. Про ці можливості прийнято судити по величині МПК, яка визначається або непрямим шляхом - по ступеню прискорення серцебиття при стандартних навантаженнях помірної потужності, або прямим методом. Досліджуваний виконує на велоергометрі 3-5 хв повторні навантаження поступово зростаючої потужності. Споживання O_2 при цьому зростає по мірі збільшення роботи, досягає максимальної для данного спортсмена величини і далі залишається потійною, недивлячись на збільшення потужності роботи. Це і є величина МПК даного спортсмена..

Чим більше МПК, тим більше задовільняються потреби в кисні. Це особливо важно при тривалій циклічній роботі роботі. Але споживання O_2 при спортивній діяльності рідко досягає максимальних величин, оскільки при МПК можна працювати обмежений час. Як правило, при циклічній роботі споживання O_2 становить ~80% від МПК даного спортсмена, тимчасово підвищуючи лише при збільшенні потужності роботи. У спортсменів-стаєрів високої кваліфікації МПК становить 5-6 л/хв. Максимальні величини цього показника у спортсменів досягають майже 7 л/хв. В осіб, що не займаються спортом. ця величина не перевищує 3-3,5 л/хв.

4. Перетренованість та перенапруження.

Якщо тренувальний процес організований неправильно. не зберігається поступовість у підвищенні об'єму і інтенсивності навантажень, часто використовуються максимальні навантаження і відсутній достатній відпочинок між ними, то працездатність організму знижується. Такий стан називається перетренованістю.

Перетренованість частіше спостерігається у кваліфікованих спортсменів, які стараються форсувати тренування, щоб підвищити свій результат.

перетренованість не можна змішувати з гострим перенапруженням. яке виникає при виконанні дуже напруженої роботи, яка перевищує функціональні можливості спортсмена. Цей стан, як правило, проявляється в порушенні діяльності органів кровообігу.

Стан перетренованості може бути виражений в різній мірі. Перш за все виникають зміни в нервовій діяльності, які проявляються в порушенні координації рухів. порушенні сну, відсутності бажання продовжувати тренування. Зниження координаційних можливостей негативно відображається на техніці рухів і веде до зниження спортивних результатів.

При перетренованості нерідко спостерігаються зміни серцевого ритму, різке збільшення розмірів серця, підвищення кров'яного тиску. Інколи відбівається зменшення показників максимальної вентиляції і життєвої ємкості легень. Відмічається погіршення апетиту, що призведе до зменшення ваги тіла.

При виникненні перетренованості необхідно зменшити об’єм і інтенсивність тренувальних навантажень. При більш важких формах спортсмену необхідний активний відпочинок, а при дуже важких формах тренування повністю припинити.

Легкі форми перетренованості ліквідовіються, як правило, протягом 15-30 днів. При більш тяжких формах необхідний відпочинок 1-2 місяці з повним припиненням тренувань на 2-3 тижні.

Література.

1. Вілмор Дж.Х. Фізіологія спорту / Дж.Х. Вілмор, Д.Л. Костіл – К.: Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр" / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2013. – Ч. 2. – 196 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/10059
3. Яремко Є. О. Фізіологія фізичного виховання і спорту : навч. посіб. для практ. занять / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич - Львів : ЛДУФК, 2014. - 192 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/7190
4. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є.О.Яремко – Львів, "Сполом", 2006. – 159 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua/handle/34606048/9319
5. Вовканич Л.С. Методичні вказівки до оцінки стану здоров'я школярів (антропометричні та фізіологічні методи) / Л.С.Вовканич, М.Я.Гриньків – Львів, 2003. – 13 с. Режим доступу: http://repository.ldufk.edu.ua:8080/bitstream/34606048/6545/1/%D0%9C%20%D0%BE%D1%86%D1%96%D0%BD%D0%BA%D0%B0%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%83%20%D0%B7%D0%B4%D0%BE%D1%80.pdf
6. Фізіологія спорту : навч. посіб. / А. І. Босенко, Н. А. Орлик, М. С. Топчій. — Одеса : видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2017. — 68 с.
7. Exercise physiology / John P. Porcari, Cedric X. Bryant, Fabio Comana. – Davis Company. – 2015 – 905 p.
8. Exercise physiology : integrating theory and application / William J. Kraemer, Steven J. Fleck, Michael R. Deschenes. – 488 p.
9. Kinanthropometry and exercise physiology laboratory manual Tests, procedures and data Third Edition Volume Two: Physiology / Edited by Roger Eston and Thomas Reilly Routledge – 2009. – 342 p.
10. Recovery for performance in sport / Christophe Hausswirth, Iñigo Mujika, editors; The National Institute of Sport for Expertise and Performance (INSEP) 2013 Human Kinetics – 280 p.
11. Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: Volume I - Sport Testing / Winter, E. M., Jones, A. M., Davison, R. C. R., Bromley, P. D., & Mercer, T. H.: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. – Routledge., 2007 – 342 p.