

**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ
ІМ. ІВАНА БОБЕРСЬКОГО**

КАФЕДРА АНАТОМІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ

Фізіологія рухової активності

ЛЕКЦІЯ № 4

Тема. ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ

План.

1. Основні властивості відновлення.
2. Структура відновного процесу.
3. Показники відновлення працездатності.
4. Засоби відновлення фізичної працездатності, їх класифікація та механізми впливу на прискорення відновного процесу.

Склала: доц.Бергтраум Д.І.

Затверджено на засіданні

кафедри анатомії і фізіології

"__15__" __серпня__ 2024 р.

протокол № __1__

Зав. кафедри _____ Вовканич Л.С.

Загальні закономірності процесів відновлення.

Як відомо, м'язова діяльність супроводжується зниженням працездатності, що веде до її припинення. Тому такою важливою проблемою у ФС є *відновлення працездатності*, яке відбувається у період після завершення роботи. *Вся сукупність фізіологічних, біохімічних і структурних змін, які забезпечують перехід організму від робочого рівня до вихідного стану і називається відновленням.* Під час відновного періоду відбувається нормалізація складу внутрішнього середовища організму, відновлюються вміст високоенергетичних сполук, повертаються до вихідного рівня основні параметри дихальної і серцево-судинної систем. Власне після фізичного навантаження відбувається не просто відновлення організму до вихідного стану, а *перехід до нового із іншими якісними і кількісними показниками*, із дещо вищими функціональними можливостями. Саме такі зміни лежать в основі тренувань. Тому деякі дослідники вважають за доцільне замінити поняття "відновлення" на поняття "слідовий процес".

Слідові процеси – це загальна властивість різних структур живого організму. З точки зору фізіології природа відновного процесу полягає саме у слідових процесах на рівні м'язової та нервової системи. Принципи таких слідових процесів були розроблені у працях І.М.Сеченова, І.П.Павлова, М.Е.Введенського. І.М.Сеченов у роботі "Рефлекси головного мозку" охарактеризував слідові процеси як основний фактор розвитку організму, як явище, без якого неможливим був би психологічний розвиток.

Розробляючи трофічний аспект проходження відновного періоду, І.П.Павлов виявив такі *закономірності відновного процесу*:

- у працюючому органі поряд із процесами руйнування та виснаження відбуваються процеси відновлення, причому відновлення спостерігається як у процесі діяльності, так і після закінчення роботи;
- взаємовідношення виснаження і відновлення визначається інтенсивністю роботи, оскільки при інтенсивній роботі повне відновлення настає лише після відпочинку;
- відновлення витрачених ресурсів відбувається не до вихідного рівня, а з деяким надлишком.

Важливим у розумінні механізмів відновних процесів є вчення О.О.Ухтомського про *домінанту*. Однією з особливостей домінанти є те, що збереження вогнища збудження у ділянці домінанти триває 20-30 с. після завершення роботи, що, можливо, є одним із механізмів активації синтетичних процесів, які і забезпечують відновлення.

Велике значення для розуміння відновлення мають також роботи І.П.Павлова по вивченню слідових процесів у ЦНС. Останнім часом встановлено, що тривалість слідових явищ залежить від тривалості збудження і від його повторюваності. В умовах стійкості вогнища збудження, що викликане

багаторазовим впливом домінантних подразників, слідові явища можуть зберігатись протягом кількох годин.

У роботах І.М.Сеченова показано, що більш швидке відновлення забезпечується не пасивним відпочинком, а *активним відпочинком* – переключенням на інший вид діяльності або зменшенням інтенсивності роботи.

Динаміку відновлення споживання кисню організмом досліджував А.Хілл.

На сьогоднішньому етапі проблему відновлення досліджують цілий ряд вчених, зокрема Волков В., Солодков А., Платонов В.Н., Павлов С.Е., Кузнєцова Т.Н. та ін.

1. Особливості та механізми відновлення працездатності при м'язовій діяльності.

На сьогодні більшість дослідників (Волков В., Солодков А і ін.) виділяють такі *основні фізіологічні закономірності процесів відновлення*:

- гетерохронність
- фазний характер
- вибірковість
- здатність до тренування

Гетерохронність Ще у 1930 р. М.Е.Маршак довів, що процес відновлення після важкої м'язової роботи відбувається із різною швидкістю в різних вегетативних системах організму, і навіть у межах одної системи різні показники відновлюються із різною швидкістю.

Так, після бігу на 18 км першою повертається до вихідного рівня функція дихання, потім ЧСС, а час сенсомоторної реакції повертається до вихідного значення через добу. Після 40 хв. боротьби у спортсменів швидко відновлюється режим дихання, потім пульс, а показники динамометрії залишаються зниженими більше доби. Процеси відтворення енергетичних субстратів у м'язах відбуваються у різні терміни. Вміст АТФ повертається до норми надзвичайно швидко – протягом кількох секунд чи хвилин, вміст креатинфосфату – дещо повільніше, а рівень глікогену відновлюється десятки хвилин або й годину. Швидкість відновлення вмісту глікогену у різних органах також різна – найшвидше його запаси поновлюються у головному мозку, потім – у серці, далі – у скелетних м'язах і, з великою затримкою, - у печінці. Саме на основі такої гетерохронності було запропоноване А.А.Маркосяном визначення *завершення періоду відновлення як повернення до вихідного рівня показника, який відновлюється найповільніше.*

Ще більшу різницю у термінах відновлення можна спостерігати при порівнянні відновлення соматичних і вегетативних функцій. Дослідженнями М.Я.Горкіна із співавторами (1956, 1960, 1962) показано, що у штангістів, плавців, легкоатлетів, гімнастів після інтенсивних тренувань цикл відновних процесів може затягуватись на 2 і навіть 3 доби, причому спочатку

відновлюються ЧСС, АТ, ЖЕЛ, далі – біохімічні показники сечі і крові, потім реакція серця на функціональне навантаження, величина МВХ, лабільність нервово-м'язового апарату, показники динамометрії, а в останню чергу – рівень основного обміну та спортивно-технічні результати.

Гетерохронність відновлення вегетативних функцій більш виражений у мало тренуваних спортсменів, а також у підготовчому періоді, що вказує на динамічність явищ гетерохронізму та відновлення.

Фазність відновлення виражається у наявності різних періодів з точки зору швидкості відновних процесів та працездатності організму.

Розрізняють кілька фаз відновного періоду, зокрема *термінові, ранні та віддалені* фази відновлення. Термінові протікають безпосередньо під час виконання фізичної роботи. Після легкої роботи ранні фази закінчуються протягом кількох хвилин, після напруженої роботи – протягом кількох годин. Пізні фази відновного процесу після тривалої та напруженої м'язової роботи можуть затягтись на кілька діб. У загальному виділяють 4 фази періоду відновлення:

- швидке відновлення;
- сповільнене відновлення;
- надвідновлення;
- пізнє відновлення.

Наявність, тривалість і характер цих фаз залежать від потужності і характеру роботи, тренуваності спортсмена, а також значно відрізняються для різних функцій. Тривалість надвідновлення залежить від загальної тривалості роботи і вираженості змін, які вона викликає в організмі. Після потужної короткочасної роботи фаза надвідновлення настає швидко, і швидко завершується. Наприклад, по відношенню до такого параметру, як вміст КрФ, за умов короткочасної роботи вона виявляється вже на 3-4 хв. відпочинку і завершується через 1,5-2 год. У випадку тривалих вправ за умов вираженого ацидозу ця фаза настає лише через 12 хв., і триває кілька годин. В основі суперкомпенсації лежить підвищений вміст гормонів анаболічної дії у період після завершення роботи, та індукція ними синтезу білків-ферментів, які контролюють процес відновлення у м'язах.

Механізм виникнення цих фаз був пояснений А.Хіллом для динаміки ліквідації кисневого боргу. На його думку подібний характер відновлення є результатом взаємодії двох факторів:

- *Швидким зниженням рівня функціонування серцево-судинної системи у поєднанні із повільним зменшенням кисневого запиту.* В результаті постачання киснем стає неадекватним до потреби у ньому і ліквідація кисневого боргу сповільнюється.
- *Змінами у концентрації молочної кислоти.* Відомо, що наявні дві фракції кисневого боргу – алактатна (пов'язана із ресинтезом фосфовмісних макроергічних сполук – АТФ, креатинфосфату) та

лактатна (пов'язана із окислювальною ліквідацією лактату). Максимальні розміри алактатної фракції кисневого боргу становлять у спортсменів 3-5 л., а у неспортсменів – 1,5-2,5 л. При значному накопиченні молочної кислоти в умовах напруженої м'язової діяльності лактатна фракція кисневого боргу може зростати до 8-13 л. (120-230 мл/кг). Ліквідація лактатної фракції відбувається у 40-50 разів повільніше, ніж алактатної. Тому після виконання вправ максимальної потужності за перші 5 хв. ліквідація кисневого боргу проходить у 5 разів швидше, ніж за наступні 15 хв. відновлення.

За рівнем працездатності організму перші дві фази відповідають зниженню працездатності, третя фаза – підвищенню працездатності, а четверта – поверненню до вихідного рівня працездатності. Тривалість періодів залежить від характеру фізичного навантаження. Так, у випадку силових вправ “до відмови” тривалість фази зниженої працездатності становила 12 хв., надвідновлення – з 13 по 25 хв., далі спостерігалось повернення до вихідного рівня. У випадку бігу на 200-400 м перша фаза тривала 15 хв., а період надвідновлення – наступні 5 хв. При *багатократному повторенні* вправ відновний період характеризується рядом особливостей, зокрема після другого та наступного повторень силових вправ і статичних зусиль в слідовому процесі *відсутня фаза надвідновлення*. Ще однією особливістю є те, що якщо під час другої спроби після недостатнього інтервалу відпочинку спостерігається різкий спад працездатності, то при третьому чи четвертому повторі зниження працездатності не спостерігається. Отже, фаза підвищеної працездатності не обов'язкова при слідових змінах працездатності. Очевидно, що для підвищення працездатності необхідний певний оптимальний стан нервово-м'язового апарату, який не досягається при багаторазовому повторі важких фізичних вправ.

Вибірковість відновлення означає специфічність протікання відновних процесів у залежності від характеру фізичного навантаження (Павлов, Кузнецова, Сологуб). При цьому вибірковість відновлення у значній мірі визначається характером енергозабезпечення. Так, після завершення навантаження аеробного характеру відновлення показників зовнішнього дихання, фазової структури серцевого циклу та ін., відбувається повільніше, ніж після навантажень анаеробного характеру.

Здатність до тренування означає, що відновні процеси також піддаються тренувальним впливам, тобто підвищення адаптації до фізичних навантажень супроводжується зростанням ефективності процесів відновлення. У нетренованих людей період відновлення триваліший, а фаза надвідновлення виражена слабше, ніж у тренуваних спортсменів.

Закономірності відновлення тісно пов'язані із *механізмами*, що регулюють відновні процеси. Процеси відновлення в організмі регулюються двома шляхами – нервовим і гуморальним. При цьому ряд авторів (Смірнов К.) вказують на провідну роль нервової регуляції а інші – на переважаючий вплив

(Віру А., Волков В.) гуморальної регуляції. На думку перших, по механізму соматовісцеральних рефлексів м'язова діяльність приводить у дію процеси відновлення, а останні у свою чергу, активізуються сигналами про майбутню м'язову діяльність. На думку останніх, саме накопичення продуктів обміну і гормональні зміни у процесі фізичних навантажень визначають швидкість, інтенсивність і тривалість процесів відновлення. Очевидно, що у цілісному організмі обидва шляхи регуляції діють одночасно. Проте нервовий шлях, як більш швидкий, відіграє більшу роль у період швидкого відновлення. При цьому спостерігається погашення робочого збудження, відновлення діяльності ЦНС, ЧСС, АТ. Повільніший гуморальний механізм регулює сповільнене відновлення у пізніших фазах відновного періоду. Він забезпечує відновлення параметрів внутрішнього середовища, водно-сольового обміну, запасів глюкози і глікогену, ферментів і гормонів. При цьому для найбільш повного і швидкого відновлення необхідна характерна для тренуваних спортсменів, перебудова ендокринної регуляції у трофотропному (холінергічному) напрямі. При цьому спостерігається зниження тонузу симпатичного і посилення тонузу парасимпатичного відділу нервової системи. Саме трофотропні процеси, очевидно, становлять основу конструктивного періоду та надвідновлення.

3. Показники відновлення працездатності

Найбільш повним показником відновлення організму є рівень працездатності, тобто об'єм повторної роботи, яку людина може виконати після навантаження. Проте виконання додаткової напруженої роботи не може бути рекомендоване як тест у спортивній практиці. Більш зручними та достатньо інформативними засобами оцінки працездатності є *вивчення особливостей реакції організму на різноманітні тестові навантаження*, які виконуються до тренувального заняття чи у період відновлення. До цих тестів належить *непряме визначення МПК, PWC_{170} , дослідження параметрів внутрішнього середовища організму (оксигенації крові, вмісту продуктів обміну), особливостями напруження і розслаблення рухового апарату і ін.* Такі показники, як МПК, PWC_{170} одразу після напруженої м'язової діяльності знижуються, проте через певний час виявляються вищими за вихідні значення. Так, у кваліфікованих велосипедистів величина PWC_{170} відразу після роботи була знижена на 10%, а через добу цей показник виявився вищим, ніж до початку роботи. У той же час відновлення величин МПК часом не співпадає із завершенням відновних процесів у міокарді.

Проте у зв'язку із гетерохронністю відновлення ні одна із цих величин не може бути критерієм відновлення усіх функціональних систем організму. Працями Рейндела і співавт. (1959) встановлено, що *величина ЧСС розглядається як визначальний критерій готовності до циклічних вправ максимальної та субмаксимальної потужності. Відновлення інших показників функціонального стану органів кровообігу дуже варіативне, тому вони менш точно визначають готовність організму до наступної роботи.* Так, відновлення

артеріального тиску може тривати від кількох хвилин до кількох годин. Може спостерігатись зниження артеріального тиску, обумовлене робочою гіперемією суди працюючих м'язів.

Велике значення для відновлення має нормалізація *параметрів внутрішнього середовища організму*. Тривалість відновлення рН крові, формених елементів залежить від потужності і тривалості роботи. Вміст еритроцитів і гемоглобіну після тривалої напруженої роботи може тривати кілька діб. Кілька діб може займати і відновлення кількості лейкоцитів. Так, після напруженої м'язової роботи параметри внутрішнього середовища відновлюються у такій послідовності:

- відновлення запасів кисню – 10-15 с;
- відновлення анаеробних резервів (АТФ, КрФ) – 2-5 хв.;
- видалення молочної кислоти – 0,5-1,5 год.;
- ресинтез глікогену – 12-48 год.;
- ресинтез структурних білків – 12-72 год.

Після виконання циклічної роботи *максимальної потужності* найбільші зміни спостерігаються у функціональному стані рухового апарату. Відновлення після швидкісної роботи тісно корелює також із погашенням кисневого боргу та функціональним станом ЦНС.

Після роботи *субмаксимальної потужності* для відновлення працездатності велике значення має погашення кисневого боргу та нормалізація параметрів внутрішнього середовища. При цьому швидка (алактатна) фракція кисневого боргу ліквідується протягом 2-3 хв., а повільна (лактатна) – протягом 1,5-2 годин. У загальному кисневий борг може досягати 20 л.

Виконання тривалої роботи великої і помірної потужності характеризується повільним відновленням дихальної функції і енергетики організму (глікоген), формени елементи крові.

Із проблемою відновлення тісно пов'язана практична задача визначення оптимальних навантажень та інтервалів відпочинку між їх виконанням. Слід зазначити, що тривалість інтервалів відпочинку між повторними навантаженнями повинна бути такою, щоб втома від попередньої діяльності локалізована, а позитивна післядія все ще збережена. Оптимальні інтервали відпочинку між заняттями можуть бути різними, але їх тривалість не повинна бути більшою 48 годин. Для покращення спортивних результатів тривалість інтервалів відпочинку повинна бути меншою. Під час тренувальних зборів повторне навантаження може задаватись 2-3 рази на день. Неповне відновлення у цих умовах не є перешкодою для повторної роботи.

4. Засоби відновлення фізичної працездатності, їх класифікація та механізми впливу на прискорення відновного процесу

Засоби відновлення у спорті поділяються *на педагогічні, психологічні та медико-біологічні*. Слід зазначити, що наявність окремих груп не означає

ізолюваного, виключного застосування лише засобів однієї групи. Для досягнення оптимальної швидкості відновних процесів необхідне комплексне застосування засобів різних груп.

Основними засобами відновлення є група *педагогічних засобів*. До них належать засоби, пов'язані з *учбово-тренувальним процесом*:

- оптимальне планування мікро і макроциклів,
- індивідуалізація тренувального процесу,
- хвилеподібність та варіативність навантаження,
- переключення,
- різноманітність умов та місця тренувань,
- введення відновних мікроциклів та днів відпочинку, та із оптимізацією окремого тренувального заняття:
- індивідуалізація розминання,
- наявність заключної частини,
- дотримання раціональної послідовності вправ,
- вправи для активного відпочинку та розслаблення.

Педагогічні засоби визначають режим і правильне поєднання навантажень і відпочинку, що дозволяє покращити ефективність тренування за рахунок активізації процесів відновлення. При цьому раціональна організація *підготовчої частини* занять забезпечує ефективне впрацьовування організму та високий рівень працездатності під час занять. Одним із педагогічних засобів є *розминка*. Фізіологічна суть розминки полягає у тому, що вона сприяє підвищенню збудливості, рухливості нервових процесів, активізує дихання та кровообіг, прискорює обмінні процеси та покращує функціональні параметри м'язів.

Не менш важливу роль відіграє *завершальна частина занять*, яка дозволяє пришвидшити процеси відновлення. У роботах І.М.Сеченова та інших вчених (Маршак М.Е., Розенблат В.В., Зімкін Н.В. і ін.) показано, що більш швидке відновлення забезпечується *активним відпочинком* – переключенням на інший вид діяльності або зменшенням інтенсивності роботи. В основі активного відпочинку лежать центральні (переключення активності на інші центри з одночасним підтриманням високого загального рівня активності ЦНС) та периферичні механізми (підтримання високої швидкості кровообігу у працюючих м'язах) механізми.

Найбільш розповсюдженою є група *медико-біологічних засобів*, які враховують *раціональне харчування, використання фізіотерапевтичних процедур, гідропроцедур, різних видів масажу та фармакологічних препаратів*.

До факторів *раціонального харчування* належать:

- надходження в організм спортсмена достатньої кількості калорій,
- дотримання принципів збалансованості харчування,
- вибір адекватних форм харчування,

- використання індукційного впливу їжі для активізації біохімічних процесів,
- вибір адекватного режиму прийому їжі та його адаптація до тренувального процесу,
- використання підбору раціону для контролю за вагою спортсменів.

До *фізіотерапевтичних* процедур належать:

- електрфорез (введення в організм людини і з постійним струмом лікарських препаратів через непошкоджену шкіру або слизові оболонки) має протизапальну, знеболювальну, антибактеріальну дію;
- синусоїдальні струми – знеболювальна, протизапальна дія;
- магнітотерапія (вплив змінного магнітного поля низької частоти) – як і вище;
- ультразвук (механічні коливання) – мікромасаж, розширення судин, пришвидшення відновних процесів, прискорення регенерації;
- парафіно-озокеритові аплікації;
- мікрохвильова терапія.

До *гідропроцедур* (діють температурними, хімічними і механічними факторами) належать:

- душ – заспокоюючий і мобілізуючий, масажний;
- ванни – гігієнічні, відновлювальні, лікувальні;
- сауна і баня.

В основі гідропроцедур лежать *температурний, хімічний і механічний фактори* впливу. Організм відповідає на них складним комплексом реакцій, що включають зміни у шкірі, серцево-судинній, нервовій, ендокринній, м'язовій системах, а також зміни енергетичного обміну, окисно-відновних процесів і ін. Під час цих процедур у кору головного мозку надходить потужна аферентна імпульсація від рецепторів шкіри, слизових оболонок, судин і внутрішніх органів. За рахунок шкірно-вісцеральних рефлексів відбувається також зміна у функціонуванні внутрішніх органів (судин головного мозку, легень, функціонування шлунково-кишкового тракту, залоз внутрішньої секреції). Гідротерапія сприяє збільшенню кровопостачання тканин, посиленню окисно-відновних процесів, видаленню продуктів обміну, ліквідації порушень трофіки. Теплові впливи посилюють обмін речовин, стимулюють кровообіг (напр. гарячі ванни посилюють кровообіг у гомілці у 6-7 раз), покращують трофіку, сприяють релаксації м'язів, стимулюють імунні процеси (посилення фагоцитозу).

Масаж як засіб відновлення має різну дію (відновлення, стимулюючий, лікувальний) застосовують у різних різновидах:

- сегментарний – рефлекторно впливає на ЦНС;
- масаж у воді;
- вібромасаж.

Вплив масажу ґрунтується на механічній дії на тканини, зміні температури тканин, впливі на нервову систему внаслідок зростання аферентації, шкірно-вісцеральних рефлексів.

Серед *фармакологічних* можна виділити наступні:

- засоби впливу на ЦНС (седативні, збуджуючі),
- засоби впливу на серцево-судинну систему,
- препарати, що покращують функцію нирок і печінки,
- речовини, що впливають на тканинний обмін,
- стимулятори гемопоезу,
- гормони,
- анаболічні засоби,
- харчові добавки, вітаміни і ін.
- адаптогени (жень-шень, аралія манчжурська, заманиха висока, золотий корінь, лимонник китайський, елеутерокок)

Психологічні фактори включають:

- засоби психопрофілактики (прийоми психорегуляції - аутогенне тренування, навіювання),
- засоби психогігієни (різноманітний відпочинок, культурно-масові заходи, комфортні умови побуту),
- Психотерапія (дихальні вправи, м'язова релаксація)

З допомогою психологічних засобів відновлення вдається знизити рівень психо-емоційного напруження, зняти пригнічення, швидше відновити втрачену нервову енергію. При цьому стабілізується діяльність вегетативних систем організму спортсмена, міняються показники серцево-судинної, дихальної систем, тонус м'язів.

Характер застосування відновних засобів визначається завданнями учбово-тренувального процесу, контингентом спортсменів, їхнім функціональним станом, матеріально-технічними можливостями.

Рекомендована 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.
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.
4. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є.О.Яремко – Львів, "Сполом", 2006. – 159 с.

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.
6. Determination of the anaerobic threshold by a non invasive field test in runners / F. Conconi, M. Ferrari, P.G. Ziglio, P. Droghetti, L. Codeca // Journal of Applied Physiology. – 1982. – 52. – P. 869–873.
7. Identification, objectivity and validity of Conconi threshold by cycle stress tests / H. Hech, K. Bechers, W. Lammerschmidt et al. // Dtsch. Z. Sportmed. – 1989. – V. 40. – P. 388–412.
8. Margaria R. Measurement of muscular power (anaerobic) in man / R. Margaria, P. Aghemo, E. Rovelli // Journal of Applied Physiology. – 1966 – 221. – P. 1662–1664.
9. Nowacki P.E. Bedeutung der modernen kardiorespiratorischen Funktionsdiagnostik für jugendliche Leistungssportler und ihre Trainer / P.E. Nowacki // Sportärztliche und Sportpädagogische Rundschau. – 1978, Bd. 8. – P. 153–178.