

ЛЕКЦІЯ № 4

ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ

План.

1. Основні властивості відновлення.
2. Особливості відновлення при м'язовій діяльності.
3. Показники відновлення працездатності.
4. Засоби та методи відновлення спортивної працездатності.

Навчальні та виховні цілі: охарактеризувати основні закономірності процесу відновлення, структуру та фази відновного періоду, описати основні підходи до оцінки часової динаміки відновних процесів, дати характеристику основних груп засобів відновлення фізичної працездатності та механізмів їхньої дії.

Матеріальне забезпечення: мультимедійна презентація.

1. ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ

М'язова діяльність, як правило, супроводжується тимчасовим зниженням працездатності. Після робочий період вивчається, насамперед, з метою оцінки важкості зробленої роботи, її виконанню людиною та тривалості необхідного відпочинку. У відновний період нормалізується внутрішнє середовище організму, відновлюються енергетичні засоби, різні функції приходять в стан робочої готовності. Наукові терміни, які позначають строго визначені явища та процеси, з часом застарівають, не відповідають сумі цих явищ. Новий зміст вступає в протиріччя з формою. Подібне характерне і для термінів "**відновлення**", "**відновний період**". Строго кажучи, після фізичного навантаження має місце не відновлення функцій до вихідних даних в буквальному значенні слова, а перехід до нового стану, відмінного від доробочого. Якщо припускати, що відбувається тільки відновлення, то неможливо зрозуміти характер збільшення показників рухових якостей під впливом тренування. Тому не випадково деякі дослідники намагаються замінити термін "відновлення" поняттям "**слідовий процес**" або "**післядія**".

Слідові процеси - це загальна властивість функціонування різних структур живого організму. Вони достатньо повно представлені на різних рівнях організації різних тканин. З точки зору фізіологічних механізмів природа відновного періоду полягає в так званих слідових процесах в м'язовій та нервовій тканинах. Принципова суть слідових явищ в ЦНС та тканинах розкрита в працях І.М.Сеченова, І.П.Павлова,

М.Е.Введенського. І.М.Сеченов в роботі "Рефлекси головного мозку" відображує значення слідових явищ як суттєвого фактора розвитку організму.

Для розуміння природи відновного періоду представляє інтерес так званий трофічний напрямок в вивченні процесів післядії. І.П.Павлов у 1890 р. в праці "Баланс азоту в слинній підщелепній залозі при роботі" відкрив ряд закономірностей відновних процесів:

- 1) в працюючому органі поруч з процесами руйнування та виснаження проходить процес **відновлення**, причому він спостерігається в процесі діяльності, а не тільки після закінчення роботи;
- 2) взаємовідношення виснаження та відновлення визначаються інтенсивністю роботи: під час інтенсивної роботи повне заміщення втрат настає **під час відпочинку**;
- 3) відновлення витрачених ресурсів відбувається не до вихідного рівня, а з деяким надлишком (**явище надлишкової компенсації**).

Уявлення про слідові процеси було широко використано М.Е.Введенським при утворенні **теорії тетанусу, оптимуму та песимуму**. О.О.Ухтомський порівнював одинокий первинний імпульс з кометою, хвіст якої тягнеться після проходження голови. Цей "хвіст" - слідовий процес - неоднорідний. Для нього характерні фазні зміни збудливості. При оптимальних подразненнях кожна "хвиля збуджень найбільш повно використовує позитивну післядію попередньої хвилі". Важливе і друге принципове положення. Слідові реакції можуть зміщуватись в процесі діяльності.

У вченні про домінанту слідовим явищам відведена визначна роль. Для розуміння слідових реакцій в умовах м'язової діяльності важливе уявлення про **домінанту як функціональне об'єднання**, яке складається не тільки з коркового, але й субкортикальних, вегетативних та гуморальних компонентів. Однією з основних рис домінанти є інертність, тобто здатність утримувати та продовжувати збудження і тоді, коли перший стимул до збудження минув. Виявилось, що зберігання домінантних якостей вогнищем збудження в сенсомоторній ділянці після виключення подразнення, яке викликало домінанту, нерідко досягає 20-30 хв.

У вченні І.П.Павлова про ВНД проблемі слідових явищ також відводиться чільне

місце. Вивчення умовних слідових рефлексів та рефлексів на час дозволило відмітити ряд специфічних закономірностей слідових процесів в корі великих півкуль, та, зокрема, фазний характер слідових змін. Слідові реакції в корі великих півкуль були широко вивчені при дослідженні феномену послідовної індукції, тобто виникнення протилежного до знаку первинного процесу, який настає після закінчення дії подразника. Для пояснення механізмів слідових реакцій в нервовій системі нерідко використовують уявлення **про циркуляцію (реверберацію) імпульсів в ланцюгах нейронів**. На думку Л.Л.Вороніна (1964), гіпотеза про циркуляцію імпульсів знаходить підтвердження на різних рівнях нервової системи, в тому числі в корі головного мозку.

В останній час отримані данні про можливість сумації збудження в корі головного мозку при значному часовому інтервалі між збудженнями. Існує форма збудження, яка забезпечує тривалі слідові явища. Встановлено, що тривалість зберігання слідових явищ знаходиться в залежності від стійкості створеної раніше домінанти. В умовах стійкості вогнища збудження, яке викликано неодноразовою дією домінантних подразників, слідові явища можуть зберігатись на протязі багатьох годин.

2. ОСОБЛИВОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ПРИ М'ЯЗОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Відновний період має характеристики подвійного роду: по ступеню відхилення досліджуваних функцій від рівня спокою та по тривалості періоду відновлення, тобто по часу, необхідному для відновлення досліджуваних функцій організму на рівні вихідного стану спокою.

Основним фактором, який характеризує відновний період після м'язової роботи, є **ліквідація змін хімізму внутрішнього середовища** (Хілл А., 1924, 1925), який виникнув в результаті хімічних перетворень в м'язах, що створює загрозу порушення гомеостазу. Концепція про метаболічні процеси при м'язовій роботі як безперервний ланцюг зворотних реакцій розпаду та окислювального ресинтезу, концепція про кисневий запит, споживання та борг була висунута А.Хіллом (1925). Хоча він помилявся в першоджерелах енергетичних витрат в м'язах на механічну роботу та в послідовності протікання хіміко-енергетичних процесів, але в загальному закономірному характері цих реакцій він не помилився, що дало йому можливість сформулювати характеристику м'язової роботи і відновного періоду.

Саме зміни метаболізму м'язів при їх роботі, посилення споживання кисню, утворення продуктів обміну (вуглекислого газу або недоокиснених продуктів) при перевазі анаеробних процесів в працюючих м'язах є головним фактором мобілізації всіх адаптивних реакцій вегетативних систем організму під час роботи і відновних процесів.

Високу кореляцію між вмістом піровиноградної кислоти в крові та МСК після м'язової роботи встановили в 1971 р., що показало тим самим пряму залежність адаптивних реакцій вегетатики від хімічних реакцій працюючих м'язів. Саме тому підхід фізіологів до відновного періоду по часу, необхідному для ліквідації біохімічних наслідків виконаної роботи, виявився цілком виправданим. Проте, визначення тривалості відновного періоду як періоду посиленого функціонування вегетативних систем в зв'язку з наслідками м'язової роботи буває важким. Відповідно класичному положенню А.Хілла, робочий обмін є безперервне відновлення, яке проходить як під час м'язової діяльності, так і після її закінчення. По механізму моторно-вісцеральних рефлексів м'язова діяльність приводить в дію процеси відновлення, а останні в свою чергу активізуються сигналами про майбутню м'язову діяльність.

Необхідно розрізняти такі процеси: 1. **Передробочі відновні процеси.** 2. **Робочі відновні процеси.** 3. **Післяробочі відновні процеси:** строкові; відстрокові.

Відновлення функцій після роботи характеризується рядом особливостей, які визначають не тільки процес відновлення, але і взаємозв'язок з попередньою та наступною м'язовою діяльністю, ступінь готовності до повторної роботи: 1. **Фазність відновлення (хвилеобразність).** 2. **Нерівномірність відновлення.** 3. **Різночасовість відновлення:** вегетативних систем; вегетативних та соматичних функцій.

Фазність відновлення

Розрізняють **ранні та пізні фази відновлення.** Після легкої роботи ранні фази закінчуються на протязі декількох хвилин, після напруженої роботи - на протязі декількох годин. Пізні фази відновлення після тривалої та напруженої м'язової діяльності затягуються на декілька діб.

По рівню працездатності організму в періоді відновлення розрізняють **фази зниженої та підвищеної працездатності.** Перша фаза спостерігається зразу ж після закінчення роботи.

Перші дослідження фазного характеру відновлення працездатності відносяться до 1926 р. Так, в роботі Л.Л.Васильєва, А.П.Князевої було показано, що сила м'язів при повторних зусиллях залежить від величини відпочинку, в роботі М.В.Лейніка (1951) вивчалась збудливість "робочого органу" після максимальних статичних зусиль. Повторні зусилля, зроблені в період зниженої збудливості, характеризуються меншими результатами, а в стадії підвищеної збудливості зростає сила м'язів.

Фазові зміни працездатності відновного періоду встановлені експериментально. За даними Б.С.Гіппенрейтера (1951) після напружених силових вправ (жим штанги від грудей) "до відмови" через 1 хв. працездатність виявилась зниженою в середньому на 60% по відношенню до вихідної величини, на 7 хв вона нижче вихідної на 10%, на 12 хв працездатність відновила, а з 13 по 25 хв наступила **фаза підвищеної працездатності, яка змінилась фазою зниженої працездатності.**

При повторному бігові на 200-400 м перша фаза (зниженої працездатності) продовжувалась 15 хв, період зверхвідновлення - наступні 5 хв. Після вправ максимальної потужності (біг на 60-80 м, їзда на велосипеді - 200 м) фазний характер змін працездатності співпадав з динамікою відновлення збудливості ЦНС (І.Т.Елфімов, 1954; І.К.Гецирідзе, 1960; Б.В.Таваркіладзе, 1962). При багаторазовому повторенні вправ відновний період характеризується специфічними особливостями: після другого та наступних повторень силових вправ і статичних зусиль в слідовому процесі відсутня фаза суперкомпенсації. Відновлення відбувається на 90-100% в порівнянні з вихідними даними. Друга особливість: якщо друга спроба виконання вправи після недостатнього інтервалу відпочинку (2-4 хв) характеризується різким зниженням результатів (на 55-60% нижче вихідних), то при третьому і наступних повторях вправ навіть при короткому відпочинку різкого зниження працездатності не спостерігається. Таким чином, фаза підвищеної працездатності не обов'язкова при слідових змінах працездатності. Мабуть, для виникнення фази підвищеної працездатності необхідний певний оптимальний стан нервово-м'язового апарату, в умовах багаторазового повтору напружених вправ відзначений феномен не проявляється.

Закономірність хвилеподібного коливання рухової працездатності людини після м'язової роботи, яка виконується звичайно до втоми, показали в своїх дослідженнях:

І.Т.Елфімов (1954) - у бігунів на середні дистанції, К.Д.Рохменес (1955) - у гімнастів, І.А.Кулак (1955) - при роботі на ергографі, І.К.Гицирідзе (1956, 1958, 1960, 1962) - в лабораторних умовах при роботі на велоергометрі і в натуральних умовах на велотреці, В.М.Волков (1959) - у юнаків при жимі штанги та при роботі на ергографі, В.В.Петровський (1959) - при бігові та роботі на ергографі.

Г.В.Фольборт із співавторами (1941, 1951, 1952, 1958) вивчали процеси втоми і відновлення в різних органах, починаючи зі слинної залози. Вони зробили висновок про хвилюподібні коливання відновних процесів, в яких фаза "зверхвихідного" функціонального стану (**фаза суперкомпенсації**) буває сильно виражена, особливо після інтенсивної роботи або інтенсивного функціонування організму.

При проведенні біохімічних досліджень відновних процесів також підтверджено фазний характер відновлення використаних в процесі роботи речовин (глікогену, фосфокреатину, білкових ферментів) з виникненням періоду надлишкового відновлення (Л.І.Ямпольська, 1948, 1952; А.М.Яковлев, 1949, 1956, 1962; Ю.Л.Корнухіна, 1955, Н.Р.Чаговець, 1957, 1958, 1962).

Нерівномірність відновних процесів

Згідно з А.Хіллом, процес відновлення, зокрема ліквідація кисневого боргу, має експоненціальний характер. Спочатку відновлення йде швидко "**скачком**", а потім - повільно "**повзком**". В найбільш виразній формі нерівномірність відновлення виражена після важкої роботи. Подібний характер відновлення – результат впливу двох факторів: невідповідності між кисневим запитом в період відновлення та інтенсифікацією функцій кровообігу. Після роботи відбувається швидке відновлення показників серцево-судинної системи і постачання киснем стає неадекватним потреби в цьому - ліквідація кисневого боргу сповільнюється.

Ще в 30-х рр. було виявлено, що дві фракції кисневого боргу мають різну природу. Перша, **алактатна**, зв'язана з ресинтезом фосформісних сполук (АТФ, крД); друга - **лактатна** - з окислювальною ліквідацією лактату. Виявляється, що максимальні розміри алактатного кисневого боргу у спортсменів складають 3-5 л, а у не спортсменів 1,5-2,5 л. При значному накопиченні молочної кислоти в умовах напруженої м'язової діяльності лактатний борг може зростати до 8-13 л (120-230 мл/кг ваги). Ліквідація лактатного

кисневого боргу відбувається в 40-50 разів повільніше, чим ліквідація алактатного кисневого боргу. Після виконання вправ максимальної потужності за перші 5 хв ліквідація кисневого боргу проходить майже в 5 разів швидше ніж за наступні 15 хв відновлення.

Потрібний характер відновлення був знайдений при виконанні вправ в повільному темпі на протязі 5 хв. За перші 5 хв відновного періоду споживання кисню знизилось з 640 до 405 мл, а за наступні 15 хв - лише на 300 мл. За перші 5 хв величина ЧСС відновились з 122 до 95 уд/хв. Далі, майже до 20 хв відновного періоду, величина ЧСС коливалась в межах 90 уд/хв. В силових вправах (підйом гантелей вверх через сторони з вагою 50% від граничної ваги) нерівномірність відновлення проявлялась в тому, що за перші 3 хв після виконання вправи споживання кисню зменшилось з 700 до 465 мл, а за наступні 2 хв лише до 365 мл.

Таким чином, нерівномірність відновлення вегетативних та рухових функцій становить відмінну рису відновного періоду.

Гетерохронізм відновних процесів

Ще в 1930 р. М.Е.Маршак довів, що процес відновлення після важкої м'язової роботи відбувається в різних вегетативних системах з різною швидкістю і навіть в межах однієї системи різні показники її функцій повертаються до рівня спокою неодноразово.

Після роботи середньої важкості повернення величин споживання кисню до рівня спокою відбувається раніше, ніж знижується до норми концентрація молочної кислоти в крові, а відновлення рівня резервної лужності крові зтягується на ще довший строк.

В спортивній медичній практиці (1933, 1938) вперше звернули увагу на гетерохронізм відновних процесів в різних системах організму бігунів та борців.

Після бігу на 18 км першою повертається до вихідного рівня функція дихання, потім ЧСС, а час сенсомоторної реакції повертається до вихідного рівня через добу. Після 40 хв боротьби у спортсменів швидко відновлюється режим дихання, потім пульс, а показники динамометрії залишаються зниженими більше доби, процеси відновлення енергетичного потенціалу в м'язах проходять в різні строки. Вміст АТФ повертається надзвичайно швидко - секунди, хвилини, вміст фосфокреатину - дещо

повільніше, а рівень глікогену відновлюється десятки хвилин, або годину (М.М.Яковлев, 1955), вміст білків відновлюється ще пізніше (Н.Р.Чаговець, 1964). Швидкість відновлення вмісту глікогену в різних органах так само різна: раніше всього його запаси поновлюються в головному мозку, потім - в серці, скелетних м'язах і з великою затримкою - в печінці (М.М.Яковлев, 1952, 1954).

Визначення тривалості відновного періоду як найбільш пізно нормалізуємої функції пропонував А.А.Маркосян (1959). При співставленні соматичних та вегетативних функцій спостерігається ще більше розходження строків відновлення вихідного рівня після м'язової роботи. Він спостерігав більш раннє відновлення вегетативних функцій в порівнянні з функцією скелетних м'язів. Але, так само відомо, що м'язова сила повертається до вихідного рівня дуже швидко, що показали вправи зі штангою (Б.С.Гіппенрейтер, 1953), після легкоатлетичних вправ (Л.І.Абросімова, 1957) або після роботи з максимальною інтенсивністю на велотреку (І.К.Гоцирідзе, 1960), випереджаючи вегетативні функції. Ці факти свідчать про більш високу натренованість сучасних легкоатлетів.

Особливо видно **гетерохронізм відновлення функцій різних систем** у відстроченому відновному періоді. Дослідження М.Я.Горкіна з співавторами (1956, 1960, 1962) показали, що у штангістів, плавців, легкоатлетів, гімнастів після інтенсивних тренувань цикл відновних процесів може затягуватись на 2 і навіть на 3 доби, причому спочатку відновлюються ЧСС, АТ, ЖЕЛ, далі біологічні показники сечі та крові, потім реакція серця на функціональне навантаження, величина МВХ, лабільність нервово-м'язового апарату, показники динамометрії, в останню чергу відновлюються рівень основного обміну та спортивно-технічні результати.

М.Я.Горкін (1962) пояснює динаміку відновних процесів, виходячи з положення К.М.Бикова (1942) про різну енергію систем і органів.

Гетерохронізм відновлення вегетативних функцій виявляється більш вираженим у мало натренованих спортсменів, а також у підготовчому періоді, що вказує на динамічність явищ гетерохронізма відновлення (Л.І.Карпенко, Е.І.Шевцов, 1970).

3. ПОКАЗНИКИ ВІДНОВЛЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Найбільш повним показником інтенсивності відновних процесів є рівень працездатності, об'єм повторної роботи, яку може виконати людина в даних умовах.

Виконання додаткової напруженої роботи не може бути рекомендоване для спортивної практики. Більш зручним та достатньо інформативним засобом оцінки працездатності є **вивчення особливостей реакцій організму на різні тести**, які виконуються до тренувального заняття та в період відновлення. До таких тестів належать не пряме вивчення МІЖ, PWC 170 і т.п. Проте, ні одна з цих величин не може вважатися достовірним критерієм готовності всіх систем організму до повторних навантажень, що пов'язане з гетерохронністю відновлення.

Велика різноманітність запропонованих критеріїв готовності організму до повторної м'язової роботи свідчить, по-перше, про складний взаємозв'язок м'язової працездатності та вегетативних функцій в період реституції, по-друге, про відсутність єдиних, однакових для різних вправ, критеріїв готовності до повторної роботи. Працями Рейндела і співавторів (1959) встановлено, що величина пульсу розглядається як визначальний критерій готовності до циклічних вправ максимальної та субмаксимальної потужності.

Тривалість інтервалів відпочинку між окремими вправами на тренувальних заняттях, між ними та повторними виступами на змаганнях повинна плануватися з врахуванням того, що ефективність наступної роботи буде більше тоді, коли втома від попередньої діяльності майже локалізована, а позитивна післядія цієї роботи ще збережена.

Оптимальні інтервали відпочинку між тренувальними заняттями можуть бути різними, але їх тривалість не повинна бути більше 48 годин. Для досягнення спортивних результатів потрібно тренуватися з меншими інтервалами відпочинку. На тренувальних зборах навантаження виконуються 2-3 рази на день. Не повне відновлення в цих умовах не є перешкодою для повторної роботи.

4. ЗАСОБИ ТА МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ СПОРТИВНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Проблема відновлення в спорті тісно пов'язана з вирішенням питань розвитку натренованості, роль процесів відновлення в підвищенні спортивної майстерності

загальновідома, наростання натренованості, з біоенергетичної точки зору - це результат відновних процесів на системному, органному та тканинному рівнях.

Система відновних засобів у спорті складається з педагогічних, психологічних і медико-біологічних факторів.

Ведучими засобами впливу на процеси відновлення є **педагогічні фактори**. До цієї групи належать засоби, пов'язані з **учбово-тренувальним процесом**, оптимальне планування мікро-, мезо- та макроциклів, індивідуалізація процесів тренування, хвилеподібність та варіативність навантаження, широке застосування, переключення, різноманітність умов та місць тренування, введення спеціальних відновних мікроциклів та днів профілактичного відпочинку, а також впливи, пов'язані з оптимізацією окремого тренувального заняття: індивідуалізація розминання, заключної частини, дотримання раціональної послідовності вправ різного типу, виконання вправ для активного відпочинку та розслаблення в інтервалах між навантаженням. Створення певного емоційного фону, використання прийомів самомасажу.

Найбільш розповсюдженою є група **медико-біологічних факторів**, які враховують біоритміку функцій, раціональне харчування, використання фізіотерапевтичних процедур та фармакологічних препаратів. Облік **факторів біоритміки** включає: режим життя та діяльності позатренувальних занять, місце тренувальних занять в добовому режимі та поєднання тренувальних занять з працею, співвідношення режимів "сон - не спання", фізичний, емоційний та інтелектуальний біоритми. До **факторів раціонального харчування** належать постачання спортсменів необхідною кількістю енергії, дотримання принципів збалансованості харчування, вибір адекватних форм харчування, створення необхідного метаболічного фону, використання індукційного впливу їжі для активності біохімічних процесів, прискорення збільшення м'язової маси та сили, вибір адекватних прийомів їжі в залежності від режиму тренувань й змагань, використання елементарних факторів для згону ваги та індивідуалізації харчування.

До **фізіотерапевтичних дій** входять загальні кліматичні умови, мікроклімат спортивних баз, місце роботи, житла, застосування електротерапії, світло-, водо-, повітря лікування, різні види масажу.

До **фармакологічних факторів** відносяться засоби впливу на ЦНС (седативні, збуджуючі, неспецифічні адаптогени), препарати, які діють на серцево-судинну систему, засоби, які покращують функцію нирок та печінки; речовини, які впливають на тканинний обмін: вітаміни, стимулятори гемопоезу, гормони, анаболічні засоби, амінокислоти, цукри, препарати, які містять солі та мікроелементи.

Психологічні фактори включають засоби психопрофілактики та психогігієни; прийоми психорегуляції - різні варіанти аутогеного тренування; навіюваний "сон-відпочинок", вправи для м'язової релаксації, музика, танці, спеціофільми, стимулювання хобі, культурно-масові заходи.

Засоби, які впливають на процеси відновлення є додатковим подразником для органів та систем організму. Характер застосування відновних заходів визначається задачами учбово-тренувального процесу, контингентом спортсменів, їх функціональним станом, матеріально-технічними можливостями та компетенцією педагогів, лікарів, фізіологів, психологів.

Література. Основна:

1. Спортивная физиология. Учебник для ИФК. Под ред. Я.М.Коца. – М.: ФиС, 1986, с.47-53.

Додаткова:

1. Готовцев П.И., Дубровский В.И. Спортсменам о восстановлении. – М.: ФиС, 1981, 144 с.
2. Зотов В.П. Восстановление работоспособности в спорте. – К.: Здоровье, 1990, 200 с.
3. Платонов В.Н. Адаптация в спорте. — К.: Здоровье, 1988, 216 с.
4. Хронобиология и хрономедицина. Под ред. Ф.И.Комарова. – М.: Медицина, 1989, 400 с.