

## 1.1. Загальна характеристика та механізми втоми

Розкриття і пояснення явищ втоми – актуальна багатоаспектна біологічна проблема, вирішення якої принципово важливе для покращення розумової та фізичної працездатності людини. Вперше втому вивчав Г. Галілей. Він проаналізував механіку роботи м'язів під час ходьби та піднімання сходами. Вчений припускав, що втома м'язів зумовлена переміщенням ваги усього тіла. Однією з найбільш ранніх теорій, що пояснювала походження втоми, була теорія “виснаження”. Вважали, що оскільки будь-яка робота пов'язана із перетворенням енергії, то втома м'язів є наслідком витрати певних енергетичних субстратів. Інша теорія ґрунтувалася на припущенні, що стомлення м'язів спричинене збільшенням дефіциту кисню. А згідно з теорією “засмічення”, втома – це наслідок накопичення різних метаболітів (і особливо молочної кислоти).

Функціонування організму як цілісної системи і його взаємодія із навколишнім середовищем відбувається за участі нервової системи, в якій основну роль відіграє кора великих півкуль. Тому втому організму внаслідок м'язової роботи можна розглядати як певні зміни функціонального стану центральної нервової системи. Нервова система найбільш чутлива до порушення гомеостазу. Такі фактори стомлення, як збільшення концентрації у крові різних метаболітів, зменшення кількості глюкози, нестача кисню знижують працездатність організму опосередковано, а головне – через центральну нервову систему. У дослідженнях багатьох видатних фізіологів (І. Сеченова, І. Павлова, Н. Введенського, А. Ухтомського, Л. Орбеллі, Г. Фольборта) саме нервова система розглядається як місце первинної локалізації втоми.

Оскільки при м'язовій роботі великої потужності інтенсивно працюють нервові центри, то і втома пов'язана із виснаженням центральної нервової системи. Ознакою цього є зміна звичного співвідношення процесів збудження й гальмування, із переважанням другого. Як наслідок порушуються регуляція вегетативних функцій і координація рухів, функціонування рухового апарату тощо. Вагомий внесок у вивчення проблеми втоми зробив В. Розенблат (Розенблат В.В., 1975). Відповідно до розробленої ним центрально-коркової теорії втоми, початковою ланкою втоми при м'язовій роботі людини є зміни у “кортикальних центрах”. На його думку, рівень працездатності м'язів, пов'язаний із їх збудливістю, тонусом, і визначається рівнем працездатності нервових центрів, що керують м'язами. Втома коркових нервових клітин зумовлює, з одного боку, порушення контрольованої ними складної координації процесів, а з другого – змінює характер впливів кори мозку чи інші складові нервової системи. Однак центрально-нервова теорія втоми не може пояснити численні явища, характерні для розвитку втоми під час напруженої м'язової роботи. Зокрема, у низці досліджень показано, що навіть у стані сильної втоми, роботу можна продовжити, якщо змінити її інтенсивність чи характер.

Якщо раніше втома визначалася центрально-нервовою локалізацією, то тепер вчені схилиються до думки про існування багатьох чинників, що викликають зниження працездатності. Питання про правильне трактування процесів втоми довго залишалось дискусійним. На сьогодні втому розглядають як функціональний стан організму, спричинений розумовою чи фізичною роботою, що супроводжується

тимчасовим зниженням працездатності, зміною функцій організму та появою відчуття стомленості; це біологічно доцільна реакція, спрямована проти виснаження функціонального потенціалу організму (рис. 1.1) (Волков Н.И. и др., 2000; Мирзоев О.М., 2000; Brukner P. et al., 2010; Maughan R.J., Burke L.M., 2002; Viru A., 2001). Тобто, у фізіології прийнято розрізняти два аспекти втоми: 1) втома як стан організму, що виникає внаслідок роботи і характеризується зниженням працездатності; 2) “втомленість” – це суб'єктивна сторона, психічне переживання.

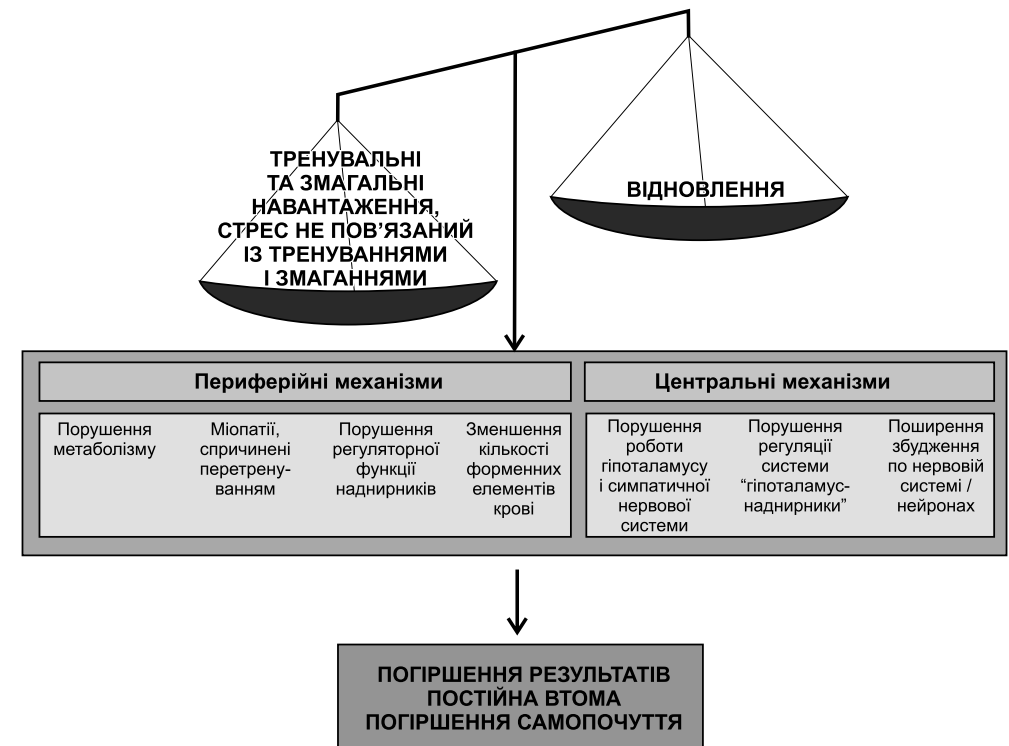


Рис. 1.1. Механізми втоми

Основна об'єктивна ознака втоми – зниження працездатності. Однак не кожний випадок зниження працездатності може розглядатися як втома. Працездатність організму може понизитися у результаті голоду, хворобливого стану, але ці випадки не можна вважати втомою, оскільки вони не є наслідком активної діяльності (роботи).

Ступінь втоми здебільшого відповідає величині зниження працездатності, що у свою чергу пов'язане з кількістю і якістю виконаної роботи. Однак часто втома та її ознаки за своєю виразністю не завжди цілком співмірні, наприклад, коли втома відчувається більша, а об'єктивних причин для різкого зниження працездатності немає, тому що виконана робота незначна.

При виконанні різних фізичних вправ причини втоми неоднакові. Якщо розглядають основні причини втоми, то враховують два чинники. Перший – локалізацію втоми, тобто визначають ту провідну систему (або системи), функціональні зміни

в якій і спричиняють утому. Другий – механізми втоми, тобто ті конкретні зміни у роботі провідних функціональних систем, що обумовлюють розвиток втоми (Макарова Г.А., 2003; Мирзоев О.М., 2000; Уилмор Дж.Х. и др. 1997).

У розвитку втоми розрізняють кілька етапів: приховану втому, при якій зберігається висока працездатність, що підтримується вольовим зусиллям. Економічність рухової діяльності зменшується, робота виконується із великими енергетичними затратами (Pahike U., Peters H., 1991). Це – компенсована втоми. Подальше виконання роботи спричиняє некомпенсовану (повну) втому. Головною ознакою цього стану є зниження працездатності. При некомпенсованій втомі пригнічуються функції наднирників, знижується активність ферментів окисного фосфорилування, відбувається вторинне посилення процесів гліколізу.

Є багато різних класифікацій втоми (табл. 1.1). Розрізняють розумову, сенсорну, емоційну, фізичну втому. Крім того у роботах багатьох науковців проаналізовано фізіологічні та біохімічні характеристики різних стадій втоми. Зокрема під час першої стадії, відбуваються зміни у показниках серцево-судинної і дихальної систем, порівняно із нормою. Під час другої стадії втоми далі знижується біоелектрична активність кори головного мозку, ще більш напруженою стає робота серцево-судинної та дихальної систем. Третя стадія втоми характеризується зниженням біоелектричної активності кори великого мозку (до 22 %, порівняно із попередніми двома стадіями втоми) і погіршенням функціонування серцево-судинної та дихальної систем (Мирзоев О.М., 2000).

Отже, відповідно до локалізації втоми можна виділити три основні групи систем, що забезпечують виконання будь-якої справи:

1. регулювальні системи – центральна нервова система, вегетативна нервова система й гормонально-гуморальна система;
2. системи вегетативного забезпечення фізичної роботи – системи дихання, крові та кровообігу;
3. система реалізації рухових дій.

Фізичну роботу характеризують за:

- типом скорочення м'язів (ізометричний, ізотонічний, ауксотонічний);
- об'ємом задіяної м'язової маси (локальна, регіональна, глобальна м'язова робота);
- режимом енергозабезпечення м'язової роботи (аеробний, анаеробний і змішаний режими (рис. 1.2, рис. 1.3);

Таблиця 1.1

## Різновиди втоми (за В.М. Волковим, 1977)

Види	Вияв втоми	Стан спортсмена
1	2	3
Легка	Стан, який розвивається навіть після незначної за обсягом й інтенсивності м'язової роботи	Є стан втоми, працездатність як правило не знижується

## Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Гостра	Стан, який розвивається при надмірному однократному фізичному навантаженні	З'являються слабкість, різко знижується працездатність і м'язова сила, з'являються атипові реакції серцево-судинної системи на функціональні проби. Обличчя бліде, тахікардія, підвищення максимального артеріального тиску на 40–60 мм рт. ст., різке зниження мінімального значення тиску, збільшення кількості лейкоцитів та білка у сечі, на ЕКГ – порушення обмінних процесів серця
Перенапруження	Гострий стан, який розвивається після виконання надмірного тренувального чи змагального навантаження на фоні зниженого функціонального стану організму	Загальна слабкість, в'ялість, запаморочення, порушення координації рухів, серцебиття, зміни артеріального тиску, збільшення печінки (больовий печінковий синдром), атипова реакція серцево-судинної системи на навантаження. Ця форма триває від кількох днів до кількох тижнів
Перетренованість	Стан, який розвивається у спортсменів при неправильно побудованому режимі тренувань і відпочинку (фізичне перевантаження, одноманітність засобів і методів тренувань, порушення принципу послідовності у збільшенні навантажень, недостатній відпочинок, завелика кількість стартів у змаганнях)	Виразені нервово-психічні порушення, погіршення спортивних результатів, зміни у роботі серцево-судинної і нервової системи, зниження опірної здатності організму до інфекцій
Перевтома	Патологічний стан організму. Найчастіше проявляється після великих фізичних навантажень, або у спортсменів із слабкою нервовою системою та емоційною невірноваженістю, при великих фізичних навантаженнях	Прояви подібні до стану перетренованості, але чіткіше виражені. Спортсмени апатичні, їх не цікавлять результати участі у змаганнях, сон порушений, з'являються болі у серці, розлади кишково-шлункового тракту, статевої функції, тремор пальців рук

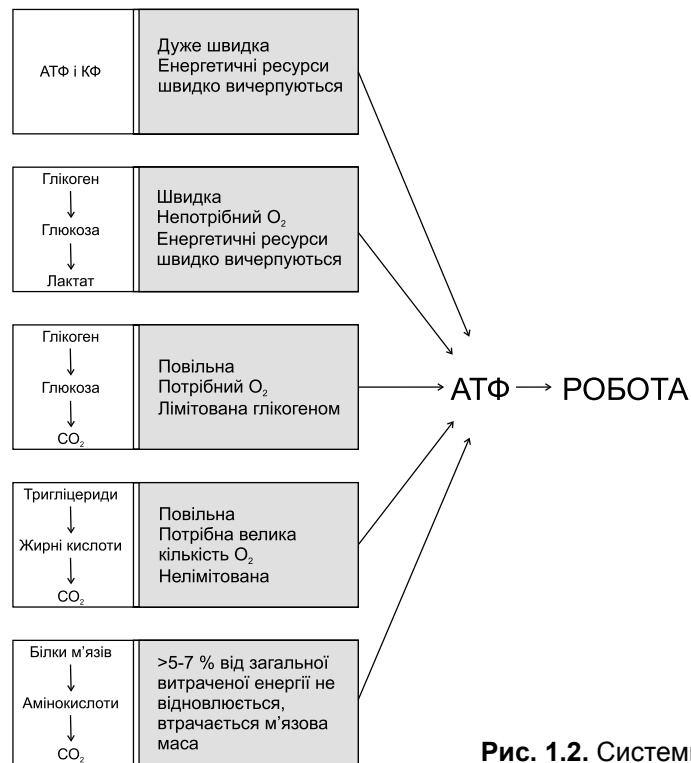


Рис. 1.2. Системи генерування АТФ у клітині

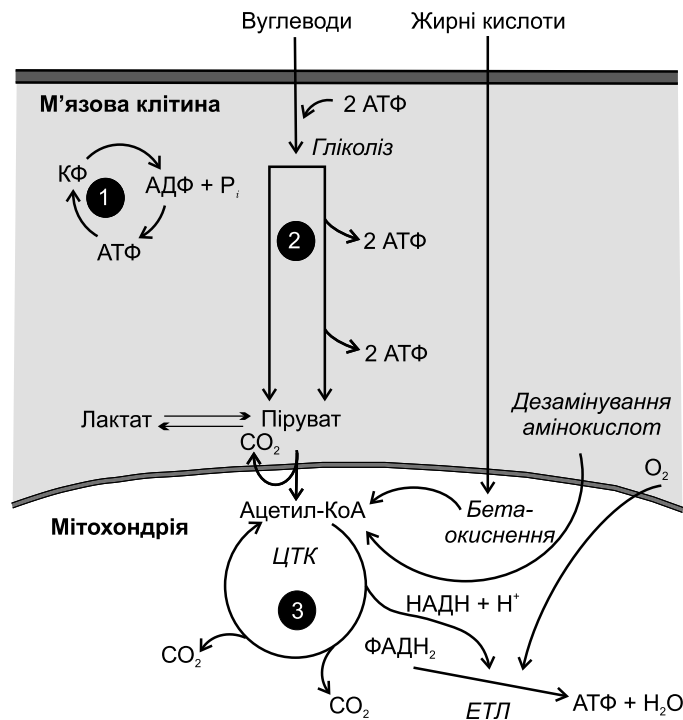


Рис. 1.3. Схема загальних шляхів катаболізму біомолекул:

1 – креатин-фосфокіназна реакція, 2 – гліколіз, 3 – цикл трикарбонових кислот.

Примітка. Пряма АТФ-КФ система діє в цитозолі і продукує 1 молекулу АТФ на 1 молекулу креатинфосфату (КФ). Внаслідок гліколізу утворюється 2 молекули АТФ і піруват (або лактат). У циклі трикарбонових кислот (ЦТК) синтезуються відновні еквіваленти, необхідні для синтезу АТФ у електронтранспортному ланцюзі (ЕТЛ). Жирні кислоти після β-окиснення й амінокислоти після деамінування також беруть участь у ЦТК. В аеробній системі продукується 36–38 молекул АТФ з 1 молекули глюкози і 129 молекул АТФ з пальмітату.

## 1.2. Причини й характеристика втоми, що виникає після різних фізичних навантажень

У процесі розвитку втоми у м'язах, які виконували роботу, вичерпуються запаси енергетичних субстратів (АТФ, КФ, глікогену), накопичуються продукти розпаду (молочна кислота, кетонів тіла). Також, порушується регуляція процесів, пов'язаних із енергетичним забезпеченням м'язового скорочення, з'являються зміни у роботі систем легеневого дихання і кровообігу.

Як відомо запаси АТФ у м'язах невеликі і їх ледве вистачає на 1 с напруженої м'язової роботи. Запасів креатинфосфату (КФ), що використовується для ресинтезу АТФ при роботі максимальної інтенсивності, вистачає лише на 6–8 с. Зниження швидкості відновлення АТФ може бути причиною настання втоми.

У скелетних м'язах людини після максимально можливої короткочасної роботи концентрація КФ падає майже до нуля, а концентрація АТФ – приблизно на 30–40 %. У стані втоми знижується кількість АТФ у нервових клітинах, а це порушує синтез ацетилхоліну в синапсах, що зумовлює порушення роботи ЦНС при формуванні рухових імпульсів і передаванні їх до “робочих” м'язів; сповільнюється швидкість обробки сигналів, що надходять від пропріо- і хеморецепторів; у моторних центрах розвивається захисне гальмування, пов'язане з утворенням γ-аміномасляної кислоти.

При втомі у процесі виконання фізичних навантажень пригнічується робота залоз внутрішньої секреції, що є причиною зменшення синтезу гормонів і зниження активності ряду ферментів. Насамперед, це позначається на міофібрилярній АТФ-азі, що контролює перетворення хімічної енергії у механічну роботу. При зниженні швидкості розщеплення АТФ у міофібрилах автоматично зменшується і потужність виконаної роботи. Втома зумовлює зменшення активності ферментів аеробного окиснення, порушення взаємозв'язків між реакціями окиснення і ресинтезу АТФ. Для підтримання необхідного рівня АТФ посилюється гліколіз, а це призводить до закислення внутрішнього середовища організму і спричиняє порушення гомеостазу. Посилення катаболізму білкових сполук супроводжується підвищенням вмісту сечовини у крові.

Під час тривалого фізичного навантаження у м'язових клітинах спортсмена нагромаджується молочна кислота, що дифундує згодом у кров і викликає зміни кислотно-лужного балансу. Зниження рН внутрішнього середовища впливає на функціонування ряду ферментів, що діють у слаболужному середовищі (рН=7,35–7,40), зокрема фосфофруктокінази, АТФ-ази. У спортсменів величина рН після значних навантажень тривалістю 40–60 с може складати 6,9 і нижче (Мирзоев О.М., 2000; Viru A., 2001).

Під час тренувань і змагань спортсмени виконують вправи, що відрізняються за інтенсивністю та тривалістю, циклічністю тощо. При цьому можливий вияв різних ознак втоми (табл. 1.2).

Наукові дослідження показали, що важливе значення у визначенні функціонального стану спортсменів мають показники активності симпатoadреналової системи (САС). Ця система має важливу гомеостатичну й адаптаційно-трофічну роль в орга-

нізмі і є інтегральним нейро-гормональним індикатором, що характеризує стресову й емоційну реакцію спортсменів у відповідь на навантаження під час тренувань і змагань (Уилмор Дж.Х., Костилл Д.Л., 1997; Viru A., 2001). Її можна використовувати для оцінювання поточного стану, емоційної напруги, у передстартовому періоді і на змаганнях, розвитку втоми чи адаптаційних процесів.

Таблиця 1.2

**Ознаки втоми при навантаженнях анаеробного характеру  
(за О.М. Мирзоевим, 2000)**

Характеристика фізіологічних показників	Види вправ
<i>Максимально анаеробна (анаеробна) робота</i> Енергозабезпечення здійснюється за участю фосфагенної енергетичної системи (АТФ+КФ), за участю гліколітичної системи. Легенева вентиляція не перевищує 20–30 % від максимальної. ЧСС підвищується ще до старту – 140–150, а після фінішу – 160–180 уд./хв. Концентрація лактату у крові після роботи – 5–8 мМ. Перед виконанням вправ трохи підвищується концентрація глюкози у крові. До та під час вправ у крові підвищується концентрація катехоламінів і гормону росту, знижується концентрація інсуліну. Кисневий запит може становити 7–14 л, а кисневий борг – 6–12 л, тобто 90–95 % від кисневого боргу.	Біг на 100 м, спринтерська велогонка на треку, плавання (дистанція до 50 м). Тривалість роботи – до 30 с
<i>Майже максимальна анаеробна (або змішана) робота</i> Передстартове підвищення ЧСС – до 150–160, після фінішу пульс сягає 180–190 уд./хв. У процесі виконання вправ легенева вентиляція росте і до їх завершення досягає 50–60 % від максимальної робочої вентиляції для спортсмена (60–80 л/хв). Зростає швидкість споживання кисню і сягає 70–80 % від індивідуального МПК. Концентрація лактату у крові після вправи висока – до 15 мМ, вона тим вища, чим триваліша вправа. Концентрація глюкози підвищена – до 5,6–6,7 мМ.	Біг на 200–400 м, плавання на дистанціях до 100 м, біг на ковзанах на 500 м. Тривалість роботи від – 20 до 50 с
<i>Субмаксимальна анаеробна робота</i> У розвитку втоми визначальним фактором є недостатнє постачання м'язів киснем (енергетичне забезпечення відбувається за рахунок анаеробного гліколізу). Кисневий запит може досягати 20–40 л, а рівень енергетичних витрат у 4–5 разів перевищує аеробне виробництва енергії. ЧСС, серцевий викид, легенева вентиляція можуть бути близькі до максимальних значень для конкретного спортсмена. Концентрація лактату у робочих м'язах і крові – до 20–25 мМ. Відповідно рН крові знижується до 7,0. Підвищується концентрація глюкози в крові – до 8,4 мМ. У крові висока концентрація катехоламінів і гормону росту, у сечі зростає концентрація білків.	Біг на 800 м, плавання на 200 м, біг на ковзанах на 1 000 і 1 500 м, заїзди на 1 км у велоспорті (трек). Тривалість роботи – від 1 до 2 хв

При короткотривалому інтенсивному навантаженні (наприклад, тренуванні, спрямованому на збільшення швидкості бігу), порівняно з початковим станом, спостерігається активація гормональної і медіаторної ланок САС, підвищується виділення адреналіну (у 3 рази), норадреналіну (у 1,5 рази), однак резервні можливості системи, що оцінювалися за екскрецією дофаміну, істотно не змінювалися.

При тривалому напруженому тренувальному навантаженні (30–60 с), що спрямоване на покращення швидкісної витривалості, спостерігали збільшення активності ланок САС. Так, екскреція адреналіну і норадреналіну порівняно із початковим станом зростала майже у 3 рази і дофаміну більше ніж у 2 рази. Така реакція САС на тривале навантаження є позитивною (Мирзоев О.М., 2000).

Довготривала робота серцево-судинної й дихальної систем під час подолання наддовгих дистанцій призводить до зниження функціональних властивостей їх нервових регуляторних центрів (Браун С., Грэхем Дж., 1979). В такому випадку як правило не накопичується значна кількість метаболітів, а основним фактором втоми є зниження концентрації цукру в крові – гіпоглікемію. Значне вуглеводне голодування коркових клітин може обумовити навіть порушення психічних функцій, що зрідка спостерігається на фініші і проявляється у формі неадекватної поведінки.

Напружене функціонування нервових центрів при циклічній роботі великої потужності швидше призводить до їхнього виснаження, ніж робота помірної потужності. Також швидше знижується працездатність органів дихання й кровообігу. Споживання кисню досягає максимальної величини, на яку здатний організм спортсмена, постійно збільшується кисневий борг, в організмі нагромаджуються недоокиснені продукти, що спричиняє порушення функціонування нервових центрів.

До циклічної роботи максимальної потужності належать фізичні вправи із додання спринтерських дистанцій у різних видах спорту, де вивільнення енергії триває короткий час – у межах десятків секунд. За такий часовий відрізок не відбувається помітних змін у функціонуванні різних систем органів. А при максимальній та субмаксимальній потужності втома передусім пов'язана зі зміною функціонального стану центральної нервової системи. Позаяк м'язова робота має анаеробний характер, то у м'язах нагромаджується велика кількість недоокиснених продуктів, зокрема молочної кислоти.

Втома при статичних зусиллях настає швидко, незважаючи на видиму “легкість” вправи. При статичних вправах визначальним у розвитку втоми є зниження працездатності нервової системи. При будь-якій роботі динамічного характеру в центральній нервовій системі відбувається безперервне чергування процесів збудження й гальмування. Такий характер функціонування нервових центрів забезпечує більш тривалу їхню працездатність. При статичній – у нервових центрах стан збудження підтримується безперервно, немає ритмічного чергування збудження із гальмуванням. Такі особливості функціонування нервових центрів призводять до швидкого зниження їх працездатності.

Силові навантаження пов'язані передусім з активізацією нервових центрів, які сприймають інтенсивні імпульси, що надходять із пропріорецепторів рухового апарату. Отже при силовій роботі основне навантаження припадає на нервову систему.

Причини розвитку втоми під час різних спортивних вправ подано у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

**Фізіологічні характеристики й причини розвитку втоми під час виконання різних спортивних вправ (за Москатовою А.К., 1999)**

Характер і потужність роботи	Причини й механізми втоми
1	2
Статичні навантаження максимальної та субмаксимальної інтенсивності тривалістю 10 с	Підвищення артеріального тиску, обмеження капілярного кровообігу; зменшення КФ і посилення катаболізму м'язового глікогену; виснаження медіаторних депо центральних рухових нейронів, зниження інтенсивності імпульсів, збільшення тремору, зниження активності пріорецепторів тощо
Анаеробна циклічна робота максимальної потужності тривалістю 10–20 с	Перенапруження сенсорних центрів кори великих півкуль, порушення механізмів нервової регуляції рухових одиниць і м'язового навантаження, зниження запасів КФ, обмеження швидкості ресинтезу АТФ у "швидких" волокнах; ішемія працюючих у режимі тетанусу м'язів і гіпоксія, зниження скорочувальної активності "швидких" волокон
Анаеробна циклічна робота субмаксимальної потужності тривалістю від 20–40 с до 2–3 хв	Виснаження резерву КФ і глікогену в "швидких" м'язових волокнах до 90 %; значне нагромадження лактату в м'язах і крові, порушення кислотно-лужного балансу, пригнічення активності ферментів гліколізу й глікогенезу, зниження загальної швидкості гліколізу; зниження активності нервових центрів, сповільнення нервово-м'язової передачі; зниження активності ферменту АТФ-ази і швидкості розщеплення АТФ, погіршення скорочувальних властивостей м'язів; недостатнє постачання м'язів киснем, збільшення кисневого боргу до максимуму; істотне перенапруження міокарда
Анаеробно-аеробна циклічна робота великої потужності тривалістю від 3–6 хв до 20–30 хв	Зменшення кількості КФ або глікогену в м'язах і печінці; нагромадження молочної кислоти у м'язових клітинах, крові; збільшення кисневого боргу, виснаження функціонального резерву серця; порушення гомеостазу, напруження систем гомеостатичного регулювання рН; зниження потужності м'язових скорочень
Аеробна циклічна робота помірної потужності (тривалість від 40–60 хв до 4 год і більше)	Виснаження вуглеводних ресурсів м'язів і печінки, гіпоглікемія; зниження збудливості центрів гіпоталамуса, моторної кори, підкіркових ядер; виснаження гормональної ланки регуляції; порушення водно-сольового балансу; нагромадження недоокиснених продуктів жирового обміну в крові

Продовження таблиці 1.3

1	2
Спортивно-ігрові вправи із чергуванням навантажень	Локальне перенапруження нервових центрів і окремих м'язових груп; порушення метаболізму; зниження збудливості вищих коркових сенсорних центрів; зменшення обсягу інформації, що сприймається сенсорними системами; порушення кінематичної структури рухів; збільшення енерговитрат; порушення гомеостазу тощо.

### 1.3. Перевтома та перетренованість

У практиці фізичної культури й спорту зазвичай використовують багаторазові повторення різноманітних вправ упродовж визначеного часу (днів, тижнів, місяців і т. д.). Рациональне повторення фізичних вправ і навантажень є основою адаптації.

При багаторазових повтореннях часто наступне фізичне навантаження припадає на момент, коли втома ще повністю не минула, а рівень працездатності знижений. При цьому втома може "накопичуватися", переходити у хронічну форму і зумовлювати перевтому. Перевтому не слід ототожнювати зі станом надмірної гострої втоми після одноразово виконаної виснажливої роботи. Наприклад, бігун після фінішу може перебувати у стані повного виснаження, але цей стан слід співставляти зі сильною гострою втомою, а не з перевтомою.

Перевтома, що виникає у зв'язку з фізичним тренуванням як результат "накопичення" втоми від повторних тренувальних занять або змагань, називається перетренуванням.

Перетренування не є обов'язковим наслідком тренування. Перетренування настає тільки при порушеннях режиму тренувань. Перетренуванню можуть сприяти одноманітність і монотонність тренувальних занять, їх слабка (або, навпаки, надмірна) насиченість емоційними моментами, а також ослаблення організму через захворювання (грип, ангіну тощо). Правильний підбір навантажень під час тренувань, введення у процес підготовки або між змаганнями певних проміжків для відпочинку і відновлення попереджують перетренування (Армстронг Л., 2000; Захаров Е.Н., 1994; Fitzgerald M., 2003; Secher N.H., Volianitis S., 2007).

Деякі науковці розглядають перетренування як специфічний стан організму, при якому порушується функціонування нервової системи, а також раціональне співвідношення між процесами збудження і гальмування у корі великих півкуль. Ознаками перетренування у більшості випадків є: небажання займатися певним видом діяльності, втрата своєрідного почуття "м'язової радості", яким зазвичай супроводжуються заняття фізичними вправами (табл. 1.4). Часто відзначають також загальну млявість, втрату апетиту, сонливість удень, безсоння вночі, підвищену дратівливість, швидке настання втоми під час роботи тощо. Ці явища пов'язані з виснаженням центральної нервової системи й характерні для невротичного стану.

Ознаками перетренування є також зменшення ваги тіла, зменшення життєвої ємності легенів. Під час вираженої стадії перетренування можна спостерігати зростання ЧСС і зниження артеріального тиску. Для перетренування характерне також підвищення збудливості нервової системи, що проявляється у задусі, пітливості, значно збільшуються енергетичні витрати під час роботи, період відновлення після фізичних навантажень більш тривалий, знижуються спортивні результати.

Таблиця 1.4

**Маркери та симптоми перетренованості (за R.N. Alves et al., 2006)**

Різновид маркерів	Симптоми
Фізіологічні	Зміни артеріального тиску, кривої ЕКГ (наприклад, аномалія Т-зубців) під час відпочинку та відновлення; збільшення частоти дихання, споживання кисню під час вправ субмаксимальної інтенсивності; зменшення жирової маси тіла; відчуття постійної втоми тощо
Психологічні	Постійна розумова втома, втрата апетиту, порушення режиму сну, депресія, апатія, відсутність ентузіазму, емоційна нестабільність, страх перед змаганнями, нездатність зосередитися на роботі або тренуваннях, відмова від тренувань під час виконання складних завдань
Нейроендокринні і біохімічні	Рабдоміоліз; збільшення кількості С-реактивного білка, концентрації сечовини та продукції сечової кислоти; дисфункція гіпоталамусу; дефіцит макро- і мікроелементів (Zn, Co, Al, Mn, Se, Cu); зниження гемоглобіну, вільного тестостерону, вільного Феруму, глутаміну у плазмі; збільшення кортизолу у сироватці
Імунологічні	Підвищена м'язова чутливість; збільшення кількості захворювань (зазуд, алергій, тощо) та їх ускладнений перебіг, нудота, герпесні інфекції, кишково-шлункові захворювання зумовлені лімфоцитами, еозинофілами, нейтрофілами, імуноглобулінами IgA, набряк лімфатичних вузлів
Працездатність	Зниження працездатності, нездатність виконувати поставлені завдання, зростання потреби у відпочинку, зменшення м'язової сили
Сенсорно-інформаційні	Труднощі зі зосередженням, низька інтенсивність праці під час роботи із великим обсягом інформації, погіршення здатності виправляти технічні помилки

**1.4. Фізіологія та біохімія відновлення**

Тренувальні заняття є основною структурною одиницею тренувального процесу. Їх раціональне планування на основі надбаних наукових знань про механізми розвитку і компенсації втоми, відновлення після виконання різних тренувальних навантажень багато у чому визначає ефективність усього процесу підготовки.

Ще І.П. Павловим було сформульовано низку закономірностей перебігу процесів відновлення.

1. У робочому органі паралельно із процесами розпаду і виснаження відбуваються процеси відновлення, які можна спостерігати не тільки після, але й у процесі роботи.
2. Співвідношення процесів виснаження і відновлення визначається інтенсивністю роботи; під час інтенсивного навантаження відновний процес не може повністю компенсувати витрату ресурсів, тому повне відновлення настає пізніше, під час відпочинку.
3. Відновлення витрачених ресурсів відбувається не до вихідного рівня, а з деяким надлишком (явище суперкомпенсацій).

Дослідження І.П. Павлова продовжив його учень Ю.В. Фольборт, який зробив висновок, що повторні фізичні навантаження можуть зумовлювати розвиток двох протилежних станів (Фольборт Г.В., 1962). Якщо кожне наступне навантаження припадає на ту фазу відновлення, у якій організм досяг стадії суперкомпенсації, то тренуваність поліпшується, зростають функціональні можливості організму; якщо ж працездатність ще не відновилася до вихідного стану, то нове навантаження викликає протилежний процес – хронічне виснаження. Поступове зникнення явищ втоми, повернення функціонального статусу організму і його працездатності до доробочого рівня або перевищення останнього, відповідає періоду відновлення. Тривалість цього періоду залежить від характеру і ступеня втоми, стану організму, особливостей нервової системи, умов зовнішнього середовища. Залежно від поєднання перерахованих факторів, відновлення може відбуватися за різний проміжок часу – від кількох хвилин до декількох годин або діб.

Залежно від загальної спрямованості біохімічних процесів в організмі та часу поновлення працездатності розрізняють два етапи процесів відновлення – швидкобіжний (швидкий) і довготривалий (продлонговий). Швидкобіжне відновлення відбувається упродовж перших 0,5–1,5 години відпочинку після роботи, під час нього виводяться продукти анаеробного розпаду, що нагромаджуються за час вправ. Довготривале відновлення розтягується на багато годин відпочинку після роботи. Воно полягає у посиленні процесів пластичного обміну і відновленні порушеної під час вправи йонної й ендокринної рівноваги організму. У період продлонгованого відновлення як правило поновлюються енергетичні запаси організму, посилюється синтез зруйнованих за час роботи структурних і ферментних білків (Kumar V. et al., 2009; Tipton K.D. et al., 1996). Для раціонального чергування навантажень необхідно враховувати швидкість процесів відновлення в організмі спортсменів після окремих вправ, чи їх комплексів, занять, мікроциклів. Відомо, що процеси відновлення після будь-яких навантажень відбуваються по-різному, але особливо активно – від-

разу після навантажень. Відновлення функцій після спеціалізованого навантаження характеризується низкою істотних особливостей, що визначають наслідковий взаємозв'язок з попередньою і наступною роботою, ступенем готовності до повторного навантаження. До таких особливостей належать: 1) гетерохронність перебігу процесів відновлення; 2) фазовість поновлення м'язової працездатності (при навантаженнях різної спрямованості, величини і тривалості впродовж першої третини періоду відбувається близько 60 %, у другий – 30 % і в третій – 10 % реакцій відновлення); 3) неодноразове відновлення різних вегетативних функцій; 4) залежність від віку, кваліфікації спортсмена тощо (Мирзоев О.М., 2000).

Характерною ознакою процесів відновлення після тренувань і змагань є неодноразове повернення різних показників до вихідного рівня після отриманого тренувального навантаження. Встановлено, що після виконання тренувальних вправ тривалістю 30 с з інтенсивністю 90 % від максимальної, відновлення працездатності, зазвичай, відбувається упродовж 90–120 с. Окремі показники вегетативних функцій повертаються до вихідного рівня через 30–60 с, відновлення інших може затягтися до 3–4 хв і більше (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

**Час, необхідний для відновлення різних біохімічних функцій під час відпочинку після напруженої м'язової роботи (за Н.І. Волковим, 2000 та В.В. Меньшиковим, Н.І. Волковим, 1986).**

Процеси	Час, необхідний для відновлення
Відновлення запасів O <sub>2</sub> в організмі	10–15 с
Відновлення алактатних анаеробних резервів у м'язах	2–5 хв
Відновлення алактатного O <sub>2</sub> -боргу	3–5 хв
Елімінація молочної кислоти	0,5–1,5 год
Відновлення лактатного O <sub>2</sub> -боргу	0,5–1,5 год
Ресинтез внутрішніх м'язових запасів глікогену	12–48 год
Відновлення запасів глікогену в печінці	12–48 год
Посилення індуктивного синтезу ферментних і структурних білків	12–72 год

Важливим чинником, що визначає характер процесів відновлення, є вік. Деякі дослідники вважають, що у дітей період відновлення після певних м'язових навантажень коротший, аніж у дорослих. Інші автори не виявили значної різниці між періодами відновлення спортсменів різного віку. У юних спортсменів сповільнюються процеси відновлення вегетативних функцій і м'язової працездатності при багаторазовому повторенні бігу на 30, 100 і 200 м (Мирзоев О.М., 2000). Проте у підлітків після виконання індивідуальних навантажень (переважно на швидкість) відновлення відбувається швидше, ніж у дорослих (Волков В.М., 1977).

Час відновлення максимального споживання кисню (МСК) залежить від рівня тренуваності й обсягу попередньої роботи. За даними зовнішнього дихання, сили м'язів, морфологічних показників крові й інших параметрів виявлено, що високі спортивні результати досягаються при повторному використанні великих навантажень у період підвищеної працездатності організму. Зазначимо, що повернення стану організму до вихідного рівня слід контролювати за функціями чи параметрами, які нормалізуються найпізніше. Такий підхід обґрунтовує використання великих тренувальних навантажень не частіше ніж один раз на 5–7 днів.

Розрахунки показують, що під час бігу на 100 м енергія для перших 4–6 с утворюється у системі АТФ–КФ. Упродовж останніх 3–4 с бігу різко активізуються реакції гліколізу. Зменшення швидкості бігу кваліфікованих спринтерів починається тоді, коли виснажуються запаси високоенергетичних фосфатів і значна частина енергії починає надходити із гліколізу (Kjær M. et al., 2003).

У таблиці 1.6 наведені результати, що стосуються анаеробного гліколізу на спринтерських дистанціях.

Таблиця 1.6

**Максимальна концентрація лактату в артеріальній крові під час бігу на короткі дистанції (за О.М. Мирзоевим, 2000)**

Дистанція, м	Спортивний результат, с	Лактат, мМ
50	6,2 ± 0,2	6,8 ± 1,6
100	11,3 ± 0,3	8,9 ± 1,3
100	10,8 ± 0,1	8,1 ± 0,8
200	22,8 ± 0,4	15,1 ± 1,8
400	50,9 ± 0,6	16,2 ± 2,3

В окремих випадках під час бігу на короткі дистанції виявлено високу концентрацію лактату у крові. Встановлено, що після бігу на 100 м із результатом 10,5 с рівень лактату в крові – 16,7 мМ. Однак зазвичай рівень концентрації лактату у цьому випадку становить 8–9 мМ (Мирзоев О.М., 2000).

Після інтенсивної роботи працездатність спринтера відновлюється впродовж 1,5–2 год, про що свідчить здатність повторити той самий технічний результат на тій же дистанції. Втома марафонця, лижника або плавця після подолання наддовгих дистанцій знижує їхню працездатність на кілька діб (Браун С., Грэхем Дж., 1979; Kjær M. et al., 2003; Stager J.M., Nanner D.A., 2005). У деяких випадках, особливо при недостатній підготовці, подібні навантаження призводять до різкого погіршення стану здоров'я.

Раніше науковці вважали, що витрачений під час виконання тренувального навантаження глікоген ресинтезується з молочної кислоти впродовж 1–2 год після тренування. Кисень, що витрачається у цей період відновлення, визначає другий (повільний, або лактатний) тип кисневого боргу. Однак на сьогодні встановлено, що

## РОЗДІЛ 1

відновлення глікогену в м'язах може тривати до 2–3 днів. У період відновлення відбувається елімінація молочної кислоти з робочих м'язів, крові і тканинної рідини. Якщо після такого навантаження виконують легку роботу (“активний відпочинок”), то елімінація молочної кислоти відбувається значно швидше. Найінтенсивніше відновні процеси відбуваються відразу по закінченні роботи. Тому застосувати відновні засоби та процедури доцільно у той момент, коли швидкість процесів природного відновлення сповільнюється (Bruckner P., Khan K., 2010; Kjær M. et al., 2003).

З погляду деяких дослідників на процеси відновлення позитивно впливають вправи помірної інтенсивності з ритмічним чергуванням напруження і розслаблення м'язів: повільний біг по м'якому ґрунті, нетривале плавання у теплій воді, вправи ігрового характеру невисокої потужності. Чутливість до деяких засобів відновлення та його швидкість залежить від індивідуальних особливостей організму спортсмена. Деякі спортсмени навіть у стані хорошої тренуваності відносно повільно відновлюються.

*Незважаючи на те, що проблемі втоми дослідники приділяють значну увагу, вона, на думку багатьох фахівців, залишається далекою від свого остаточного вирішення.*

*Варто зазначити, що інтенсивне і тривале фізичне навантаження обов'язково характеризується різним ступенем втоми, що, у свою чергу, викликає процеси відновлення, стимулює адаптаційні перебудови в організмі. Співвідношення втоми та відновлення і є фізіологічною основою процесу спортивного тренування.*



## РОЗДІЛ 2. ДІАГНОСТИКА УТОМИ Й ВІДНОВЛЕННЯ

- КОНТРОЛЬ ТА ОЦІНЮВАННЯ ВТОМИ Й ВІДНОВЛЕННЯ
- ФІЗІОЛОГІЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ МАРКЕРИ ВТОМИ І ВІДНОВЛЕННЯ
- ФІЗІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ДІАГНОСТИКИ
- МЕДИЧНІ ТА БІОХІМІЧНІ МАРКЕРИ ДІАГНОСТИКИ ВТОМИ І ВІДНОВЛЕННЯ



## 2.1. Контроль та оцінювання втоми й відновлення

Для спорту актуальним є визначення й вивчення показників, що супроводжують утому та свідчать про неї (табл. 2.1). Під час втоми часто виявляють збільшення кількості огріхів, у результаті розладу координації рухів; нездатність формувати й засвоювати нові корисні навички, порушення раніше набутих навичок; збільшення енергетичних, насамперед вуглеводних, витрат на одиницю виконаної роботи тощо (Макарова Г.А., 2003; Viru A., 2001). Контроль процесу втоми й відновлення, що є невід'ємними компонентами спортивної діяльності, необхідний для оцінювання впливу фізичного навантаження на організм і виявлення перетренованості, визначення оптимального часу відпочинку після фізичних навантажень, ефективності засобів підвищення працездатності тощо.

Таблиця 2.1

### Схема оцінювання ступеня втоми (за С.Н. Кучкіним і В.М. Ченегіним, 1981)

Симптоми	Ступінь втоми			Ознаки недовідновлення при максимальних навантаженнях
	Незначне навантаження	Сильне навантаження	Дуже сильне навантаження	
1	2	3	4	5
Забарвлення шкіри	Легке почервоніння	Сильне почервоніння	Дуже сильне почервоніння, упродовж кількох днів незвична блідість	Блідість зберігається
Потовиділення	Легка пітливість (може залежати від температури навколишнього середовища)	Сильна пітливість вище пояса	Дуже сильне, в тому числі і нижче пояса	Пітливість уночі
Рухи	Впевнені	Збільшення хиб, поява невпевненості	Дискординація, вялість, неточність, зростання кількості помилок	Порушення координації рухів, нездатність продовжувати тренування навіть через 24–48 год відпочинку, зниження точності

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Зосередження	Нормальне, повна увага, немає нервозності	Неувага, погане сприйняття	Сильне незосередження, нервозність	Неуважність, нездатність виправляти помилки, нездатність зосередитися на розумовій роботі навіть через 24–48 год після відпочинку
Загальне самопочуття	Немає скарг, на тренуваннях виконуються усі завдання	М'язова слабкість, важке дихання, зростання слабкості, знижена працездатність	“Свинцева важкість” у м'язах і суглобах, головокружіння, нудота або рвота, “печія” у грудях	Біль у м'язах і суглобах, слабкість, зниження фізичної і розумової працездатності, спостерігається зростання ЧСС навіть через 24 год після відпочинку, порушення сну
Готовність до рухової активності	Стійке бажання продовжити тренування	Знижена активність, прагнення продовжити відпочинок, неготовність продовжувати тренування	Бажання повного спокою і припинення тренувань, “капітуляція”	Небажання продовжувати тренування на наступний день, байдужість, супротив вимогам тренера
Настрій	Піднесений, радісний (особливо у колективі)	“Приглушений”, але є радість з успіху, радість у зв'язку з майбутніми тренуваннями	Сумніви щодо необхідності наступних занять	Сумніви щодо цінності тренування, пригніченість, шукання причин, аби пропустити тренування

Утома спричинена фізичними навантаженнями максимальної й субмаксимальної потужності, пов'язана з виснаженням запасів енергетичних субстратів (АТФ, креатинфосфату, глікогену) у тканинах, що забезпечують такий вид роботи, і нагромадженням продуктів їх обміну в крові (молочної кислоти, креатину, неорганічних фосфатів), тому їх можна контролювати (Макарова Г.А., 2003; Burgomaster A., 2008; Gleeson M., 2002; Lavoie J.M. et al., 1983; Viru A., 2001). Так, наприклад, після тривалого фізичного навантаження втому можна виявляти за значним підвищенням рів-

ня сечовини у крові після закінчення роботи, зміною компонентів імунної системи крові, а також, зниженням концентрації гормонів у крові й сечі (Buford T., 2009; Davidson L. et al., 1986; Golf S.W. et al., 1984; Kumar P., 2009; Viru A., 1995; Warburton D.E.R. et al., 2002).

Для того, щоб вибрати показники (біомаркери), які були б інформативними при оцінюванні фізичних навантажень і ступеня втоми, слід враховувати такі обов'язкові умови:

- 1) показник суттєво змінюється під час тренувань та у період відновлення;
- 2) на показник впливає ступінь фізичного навантаження і тренуваність спортсмена;
- 3) показник не змінюється під час захворювань;
- 4) показник змінюється в усіх осіб певної вибірки;
- 5) показник є індикатором певного фізіологічного або біохімічного процесу, має визначену медико-біологічну інтерпретацію, визначає рівень тренуваності (або зношеності) певної системи організму.

Також при визначенні біохімічних маркерів фізичного навантаження необхідно враховувати вік спортсмена, використовувати апробовані у світовій практиці тести і формули. На сьогодні немає остаточних рекомендацій щодо кількості показників, необхідних для діагностики втоми та відновлення. Проте, відомо, що аналіз більше ніж 10–15 біомаркерів є трудомістким, тоді як невелика кількість показників (3–4) не дозволяє вичерпно охарактеризувати реакцію організму на фізичне навантаження. Оскільки різні системи й органи нерівномірно реагують на фізичні навантаження, то важливим є вибір “основного”, найбільш інформативного критерію для певного виду спорту. Тобто основний принцип моніторингу: *мінімум тестів – максимум надійної інформації*.

Відновлення організму пов'язане з поновленням кількості витрачених під час роботи енергетичних субстратів. Їхнє відновлення, а також швидкість обмінних процесів відбуваються не одночасно. Час відновлення різних енергетичних субстратів в організмі відіграє дуже важливу роль у правильній побудові тренувального процесу. Відновлення організму оцінюють за зміною кількості тих метаболітів вуглеводного, ліпідного й білкового обмінів у крові або сечі, що суттєво змінюються під впливом тренувальних навантажень. Із усіх показників вуглеводного обміну найчастіше досліджується швидкість утилізації молочної кислоти, а також ліпідного обміну – зростання концентрації жирних кислот і кетонових тіл у крові (Дрюков С.В., 2008; Viru A., 2001), які в період відпочинку є головним субстратом аеробного окиснення. Однак найбільш інформативним показником відновлення організму після м'язової роботи є продукт білкового обміну – сечовина. Під час м'язової роботи посилюється катаболізм тканинних білків, що сприяє підвищенню рівня сечовини в крові, тому нормалізація її кількості у крові свідчить про відновлення синтезу білка у м'язах, а отже, і про відновлення організму (Kevin D. et al., 1996; Kumar V. et al., 2009).

Аналіз загального і спортивного анамнезу спортсмена допомагає визначити параметри компонентів втоми, їх розвиток та нормалізацію (Макарова Г.А., 2003; Kjær M. et al., 2002; Viru A., 2001). При втомі насамперед, звертають увагу на на-

явність і характер больових відчуттів у м'язах в ділянці серця, печінки. Особливо важливо встановити локалізацію болю, його іррадіацію, час виникнення, тривалість і характер, а також наявність диспептичних явищ (нудота, блювота). Необхідно з'ясувати особливості: 1) виникнення втоми (коли, де і як вона почалася, раптово чи поступово, які були її перші прояви); 2) її характер (гостра втома, перенапруження, перетренованість, перевтома); 3) можливі засоби відновлення; 4) індивідуальне сприйняття втоми.

Варто також враховувати характер теперішніх і попередніх спортивних тренувань (на розвиток швидкості, сили, витривалості тощо), кількість тренувальних занять у тижневому мікроциклі, їх обсяг, інтенсивність, частоту виступів на змаганнях, досягнення та спортивні результати, перенесені захворювання, умови праці й побуту, харчування, шкідливі звички тощо. Обов'язково при визначенні втоми необхідно враховувати загальний стан спортсмена (слабкість, нездужання, млявість, схуднення, набряки), стан серцево-судинної системи (серцебиття, біль у ділянці серця, задишка), стан дихальної системи (кашель, задуха), стан травної системи (відсутність апетиту, печія, нудота й блювота, здуття живота), стан видільної системи (потовиділення, сечовиділення й характер сечі), стан нервової системи (головний біль, запаморочення, безсоння, зміни зору, слуху, нюху, смаку, зміни настрою).

## 2.2. Фізіологічні та біохімічні маркери втоми і відновлення

Ефективне управління тренувальним процесом можливе лише за наявності достовірної інформації про стан спортсмена. Враховуючи характер біохімічних змін в організмі, можна виокремити (Макарова Г.А., 2003; Погоскин В.А., 1988; Berthoin S. et al., 2007; Buford T., 2009; Davidson L. et al., 1986; Golf S.W. et al., 1984; Viru A., 1995, 2001; Warburton D.E.R. et al., 2002):

- терміновий тренувальний ефект, який можна прослідкувати за зміною різних біохімічних показників безпосередньо під час виконання вправ і у найближчий період відпочинку, коли відбувається усунення кисневого боргу;
- пролонгований (відтермінований) тренувальний ефект, який спостерігають на пізніх фазах відновлення;
- кумулятивний тренувальний ефект, в якому відбуваються біохімічні зміни внаслідок тривалих тренувань.

У річному тренувальному циклі підготовки кваліфікованих спортсменів проводять поточні обстеження, етапні комплексні обстеження (3–4 рази на рік), поглиблені комплексні обстеження (2 рази на рік), обстеження під час змагальної діяльності. З результатами обстежень визначають функціональний стан спортсмена та корегують план підготовки.

Рівень тренуваності спортсменів передусім оцінюють за зміною концентрації лактату у крові після виконання стандартного або граничного фізичного навантаження. Цікаво, що при пошкодженні м'язів під впливом фізичних навантажень у крові з'являються м'язові білки – кретинкіназа, лактатдегідрогеназа, аспаратамінотранс-

фераза, тропоміозин, міозин (Jacobs I. et al., 1985; Kumar V. et al., 2009; Mashiko T., 2004; Tipton K.D. et al., 1996). У плавців, які належать до світової спортивної еліти, після тренувань спостерігали суттєве зростання вільних жирних кислот (від 0,4 під час відпочинку до 0,67–0,8 екв·мл<sup>-1</sup>), гліцеролу (з 0,1 до 0,26–0,25 мМ), гормонів росту (з 14 до 65–51 нг·мл<sup>-1</sup>) (Vigu A., 2001). Концентрація глюкози, інсуліну, глюкагону і кортизолу не змінювалася протягом тренувань. Це вказує на збільшення частки ліпідів в енергетичному обміні внаслідок регулярних тренувань у найсильніших спортсменів.

Для тестування спортсменів застосовуються фізичні навантаження, які можуть бути стандартними й максимальними (граничними).

*Стандартні фізичні навантаження* – це навантаження, при яких обмежуються кількість і потужність виконуваної роботи, що регулюється за допомогою спеціальних приладів – ергометрів. Найчастіше використовують степергометрію (сходження у різному темпі на сходинки різної висоти, наприклад Гарвардський степ-тест), велоергометрію (фіксовану роботу на велоергометрі) тощо.

*Максимальні фізичні навантаження* застосовуються для визначення рівня спеціальної тренуваності спортсмена. У цьому випадку використовуються навантаження, найхарактерніші для даного виду спорту. Виконуються вони з максимальною інтенсивністю для визначеної вправи.

### 2.2.1. Фізіологічні методи діагностики

Важливим для виявлення втоми і контролю за процесами відновлення є використання різних методів дослідження фізіологічних систем організму людини під час поточних чи комплексних досліджень (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

#### Функціональні проби та методи, які можна використовувати для діагностики втоми та відновлення (згідно з узагальненими даними)

Фізіологічна система	Діагностичні проби та методи клінічного обстеження
Нервова та м'язова системи	Електроенцефалографія, електроміографія, визначення акомодатції, ширини зіниць, сухожильні рефлекси, проба на стійкість у позі Ромберга, проби на координацію, проба Ашнера, ортостатична проба, дермографізм
Дихальна система	Перкусія, аускультатія, визначення життєвої ємності легенів, визначення показників зовнішнього і тканинного дихання, проби Розенталя, Шафрановського, Лебедева, проби із затримкою дихання (Штанге, Генчі), оксигемометрія, рентгенокімографія, спірографія
Серцево-судинна система	Проби ГЦіФКа, Кевдіна, Котова–Дешина, Летунова, Серкіна–Іоніной, визначення пульсу, артеріального тиску, електрокардіографія

Так, при дослідженні органів дихання необхідно визначити їхні функціональні можливості і зміни, що настають у результаті розвитку втоми. Для цього застосовують клінічні методи – опитування, огляд, перкусію. Також при дослідженні органів дихання використовують спеціальні проби (Макарова Г.А., 2003; МакДауэл Дж.Д. и др., 1998).

*Проба Розенталя* – п'ять разів із 15-секундними інтервалами вимірюють ЖЄЛ. У випадку перевантаження ЖЄЛ при повторних вимірюваннях поступово зменшується.

*Проба Шафрановського* – визначення ЖЄЛ у спокої й після 3-хвилинного бігу на місці (180 кроків на хвилину). Визначають ЖЄЛ до і відразу після такого навантаження, потім через одну, дві і три хвилини у період відновлення. У тренуваних спортсменів ЖЄЛ змінюється несуттєво, але при втомі ЖЄЛ зменшується (причому чим сильніша втома, тим більше).

*Проба Штанге* – із затримкою дихання на вдиху: обстежуваний у положенні стоячи робить повний вдих, а потім глибокий видих і знову вдих (80–90 % від максимального); закриває рот і затискає пальцями ніс. Тривалість затримки подиху фіксують за першим скороченням діафрагми (за рухом черевної стінки). Здорові нетреновані особи здатні затримувати подих на вдиху протягом 40–50 секунд, а тренувані спортсмени – від 60 секунд до 2–2,5 хвилин. З підвищенням рівня спеціальної тренуваності час затримки дихання зростає, а при втомі – знижується.

*Рентгенокімографія грудної клітки* – це реєстрація на рентгеновській плівці рухів грудної клітки й діафрагми під час дихання. Для добре тренуваних спортсменів характерний подовжений видих. Після фізичного навантаження (4-хвилинного бігу на місці у темпі 180 кроків за хвилину і ще одну хвилину з максимальною швидкістю) у них переважають реберний (48 %) і змішаний (43,5 %) типи дихання; при цьому значно підвищується амплітуда дихальних коливань діафрагми; сила дихальної мускулатури також збільшується. У спортсменів з ознаками перетренованості, які відчували біль у правому боці під час тренування й змагання (але не було порушень у функціонуванні серцево-судинної системи й печінки), після навантаження рухливість купола зменшувалася, тонус діафрагми знижувався.

*Спірографічні дослідження* дозволяють визначити основні показники дихання: ЖЄЛ, дихальний об'єм, МВЛ, ХОД (Billat V. et al., 1996; Farrel P. et al., 1993; Jacobs I. et al., 1985; Verma S.K. et al., 1979). При перетренованості дихання частіше, глибина дихання зменшується, ХОД підвищується. Однак максимальна вентиляція легенів, споживання кисню й коефіцієнт використання його при втомі знижуються. Також може бути нижчий коефіцієнт пульс/ частота дихання. При цьому відновлення відбувається повільно і часто у цьому періоді МВЛ продовжує зменшуватися. Чим сильніша втома, тим менша максимальна вентиляція легень (Кузнецова В.К., 1994; Локтев С.А., 1991; Шалдин В.И., 2000).

Найпростіше функціональний стан серцево-судинної системи можна оцінити за допомогою пульсу й артеріального тиску. Залежно від характеру фізичної роботи пульс може досягнути 200 уд./хв. Однак звичайно при досить інтенсивному навантаженні пульс у тренуваних осіб – 150–180 уд./хв. У низці досліджень, проведених на

спортсменах у стані гострої втоми, було відзначено пришвидшення пульсу порівняно зі станом спокою більше ніж в 1,5–2 рази. У міру погіршення загального стану (наростання втоми) ритм серцевої діяльності може частішати або сповільнюватися. Нерідко спостерігаються різні аритмії, які змінюють свій характер залежно від особливостей рухового режиму. За інших умов частота серцевих скорочень і його ритм залежать від рівня тренуваності, фізичної підготовленості тощо. На характер і виразність змін серцевого ритму під час м'язової роботи до втоми певним чином впливає стать, вік досліджуваних. Так, у юнаків відбувається більш різка пульсова реакція на втому, ніж у дорослих спортсменів.

Стомлення проявляється також у зміні артеріального тиску. У тренуваних спортсменів зміни артеріального тиску менш виражені, ніж у нетренуваних, що виконали ту ж м'язову роботу.

При гострому стомленні у тренуваних спортсменів відзначається збільшення сумарного вольтажу зубців P, R, S і T, що, очевидно, пов'язане з підвищенням електричної активності серця. У стандартних і грудних відведеннях відбувається зменшення інтервалів R-R, P-Q (до 0,09 сек) і Q-T (до 0,22 сек) в абсолютних цифрах і збільшення систолічного показника. Отже, серце працює при значно вкороченій діастолі, що, звичайно, може викликати гіпоксію міокарда.

Електрокардіограму проводять через 12–16 год після тренувань чи після відпочинку для того, щоб оцінити можливість дистрофічного варіанта хронічного фізичного перевантаження серця. Зміни зубця T мають ключову роль у діагностиці, ST – допоміжну, зміни зубця U мають факультативний характер.

Для ранньої діагностики “серцевої” форми перетренованості деякі автори пропонують використовувати три прості проби: ортостатичну, пробу Ашнера і проби із фізичним навантаженням, під час яких паралельно проводять електрокардіограму.

Для дослідження стану вегетативної нервової системи застосовується *проба Ашнера*, за допомогою якої можна оцінити збудливість парасимпатичної іннервації серця, ортостатична проба, що визначає тонус симпатичної системи, а також дослідження дермографізму (Макарова Г.А., 2003; МакДауэл Дж.Д. и др, 1998). Під час проби Ашнера вимірюють частоту пульсу в обстежуваного у положенні лежачи, потім надавлюють через закриті повіки на очі досить сильно, але не до болю, через 10 с підраховують пульс протягом 20 с. Отримане число потроюють. При нормальній збудливості парасимпатичної системи іннервації серця сповільнення пульсу не перевищує 4–12 ударів за хвилину; при сповільненні, що перевищує 12–15 ударів, вказують на підвищення збудливості блукаючого нерва. Якщо ця збудливість знижена або підвищена збудливість симпатичного нерва, то частота пульсу не змінюється.

*Ортостатична проба* дозволяє визначити збудливість симпатичної іннервації серцево-судинної системи і ґрунтується на оцінюванні реактивності організму при зміні положення з горизонтального на вертикальне (Макарова Г.А., 2003; МакДауэл Дж.Д. и др, 1998). В обстежуваного у положенні лежачи в фіксують пульс, артеріальний тиск. Обстежуваний підводиться і реєстрація даних повторюється. У нормі при зміні горизонтального положення на вертикальне пульс у середньому частішає на 12–18 ударів у хвилину, а максимальний тиск підвищується у середньо-

му на 10–15 мм рт. ст. Пришвидження серцебиття більше ніж на 18 ударів за хвилину після вставання вказує на підвищену збудливість симпатичної нервової системи, на розлад нервової регуляції судинної системи. Збільшення пульсу на 40 і більше ударів за хвилину, при зменшенні верхньої межі артеріального тиску розцінюється як найгірший показник функціональної здатності серцево-судинної системи.

*Дермографізм* визначають шляхом проведення лінії по шкірі тупим предметом по грудній клітці (Макарова Г.А., 2003). З'являється біла, червона або опукла червона смуга. Оцінка дермографізму визначається за швидкістю появи цієї ознаки, за інтенсивністю кольору і тривалістю. Лінія білого кольору, що зберігається протягом тривалого часу, свідчить про підвищену збудливість симпатичних нервів шкірних судин, у зв'язку із чим при механічному подразненні відбувається звуження судин і утворюється біла смуга. Тривале почірвоніння обумовлене підвищеною збудливістю парасимпатичної нервової системи (механічне подразнення викликає розширення судин і з'являється червона смуга).

При хронічній втомі спостерігається стійка рожева (іноді біла) реакція шкіри, тремтіння рук, пітливість або, навпаки, сухість шкірного покриву.

При сильній втомі організму можуть розвинути невротоподібні стани, які характеризуються підвищеною нервовою збудливістю, схильністю до конфліктів із оточуючими, загальною слабкістю. Неадекватність процесів гальмування і збудження, ослаблення першого супроводжується порушенням функції сну, подовженням часу засинання і більш поверхневим сном. Також неврози можуть проявлятися у загальній слабості, швидкій стомлюваності, відсутності інтересу до тренувань, апатії, небажанні займатися певним видом рухового режиму, сонливістю вдень (астенічний стан). Одночасно знижуються спортивні результати. Найчастіше з нервово-психічних синдромів відзначається астенічний стан. З неврологічних синдромів переважають явища загальної вегетативної дистонії, розлад функцій окремих органів (частіше серця й шлунково-кишкового тракту). У спортсменів лише інколи можна спостерігати симптоми нав'язливого стану або фобій, проте у них вони відрізняються особливою важкістю. Фобії свідчать про порушення роботи кори головного мозку.

При сильній втомі часто спостерігають порушення апетиту, розлади травлення, болі у животі (спазми кишківника). При хронічній втомі часто порушується жовчовидільна функція, метаболізм жирів і ліпідів, можна виявити збільшення печінки чи її набряк або болочий печінковий синдром (Макарова Г.А., 2003).

### 2.2.2. Медичні та біохімічні маркери діагностики втоми і відновлення

Для визначення ступеня втоми різні науковці використовують також такі клінічні показники у довільних комбінаціях: аналіз крові та сечі, клініко-біохімічний аналіз крові з вени (визначення концентрації кортизолу, тестостерону, інсуліну, глюкози, холестерину, тиреоїдного статусу, ферментів – аланінамінотрансферази, аспартатамінотрансферази, лужної фосфатази, креатинфосфокінази) (табл. 2.3). Очевидно, найбільш оптимальним є набір окремих тестів, що охоплюють різні системи органів

і враховують вікову фізіологію, межі адаптивних можливостей, функціональні резерви організму, фізичну і нервово-психічну працездатність. У спорті найчастіше визначають: енергетичні субстрати (АТФ, креатинфосфат, глюкозу, жирні кислоти), ферменти енергетичного обміну (АТФ-азу, креатинфосфат-кіназу, цитохромоксидазу, лактатдегідрогеназу тощо), проміжні і кінцеві продукти обміну вуглеводів, ліпідів, білків (молочну та піровиноградні кислоти, кетонів тіла, сечовину, креатинін, креатин), показники кислотно-основного стану крові (рН крові, буферну ємність), регулятори обміну речовин (ферменти, гормони, вітаміни), мінеральні речовини (бікарбонати й солі фосфорної кислоти) (Волков Н.И. и др., 2000; Макарова Г.А., 2003; МакДауэл Дж.Д. и др., 1998; Viru A., 2001; Warburton D.E.R. et al., 2002).

Таблиця 2.3

**Біохімічні й імунологічні показники крові спортсменів після помірних та значних навантажень (за M. Gleeson, 2002)**

Показник	Помірні навантаження	Значні навантаження
Відношення нейтрофілів до лімфоцитів	1,4	1,5
IgA слини, мг/л	115	104
Кортизол у плазмі, нМ	431	471
Глутамін у плазмі, мкМ	686	646
IgG, нг/мл	644	537
IgM, нг/мл	730	585
Креатинкіназа, плазма, ОД/л	137	564

Об'єктами біохімічного дослідження є видихуване повітря й біологічні рідини (кров, сеча, слина, піт), а також м'язова тканина.

**Видихуване повітря** — один з основних об'єктів дослідження процесів енергетичного обміну в організмі. У ньому визначають кількість спожитого кисню й видихуваного вуглекислого газу. Співвідношення цих показників певною мірою відображає інтенсивність процесів енергетичного обміну. Для забору повітря використовують маску із клапаном, до якого приєднаний спеціальний мішок (мішок Дугласа). Порівнюючи вміст газів у вдихуваному і видихуваному повітрі, визначають: максимальне поглинання кисню, алактатний кисневий борг, лактатний кисневий борг тощо.

**Кров** — біологічна рідина, надзвичайно важлива для біохімічних досліджень, оскільки дозволяє зафіксувати основні зміни гомеостазу організму під час спортивної роботи (Carter J.W., 1976; Kjær M. et al., 2002; Noakes T.D., Rensburg J.P. et al., 1986; Viru A., 2001). Зі збільшенням рівня тренуваності спортсменів у видах спорту на витривалість збільшується загальна маса крові: у чоловіків — від 5–6 до 7–8 л, у жінок — від 4–4,5 до 5,5–6 л, що може стати причиною підвищення концентрації гемоглобіну до 160–180 г/л — у чоловіків і до 130–150 г/л — у жінок.

Забір крові здійснюють через 3–7 хв після фізичних навантажень, для біохімічних досліджень використовують капілярну кров з пальця або з мочки вуха. Венозну кров використовують у тих випадках, коли необхідно визначити велику кількість біохімічних показників. За результатами аналізу крові можна охарактеризувати стан здоров'я людини, рівень тренуваності, протікання адаптаційних процесів, оцінити відновні процеси тощо. У спортивній практиці при аналізі крові визначають такі показники: кількість формених елементів (еритроцитів, лейкоцитів і тромбоцитів), гемоглобіну, рН, лужний резерв, концентрацію білків плазми, концентрацію глюкози, концентрацію лактату, жиру і жирних кислот, кетонових тіл, сечовини (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

**Показники крові після проходження кожного етапу спеціальної триатлонної траси (за R.J.L. Davidson et al., 1986)**

Показник	Перед змаганнями	Після велосипедного пробігу	Після бігу	Після греблі на байдарках
Еритроцити, $10^{12}/л$	$5,0 \pm 0,4$	$5,2 \pm 0,4$	$5,0 \pm 0,4$	$5,2 \pm 0,4$
Гемоглобін, г/дл	$15,2 \pm 0,8$	$16,1 \pm 1,1$	$15,6 \pm 1,4$	$15,8 \pm 1,0$
Гематокрит, л/л	$0,45 \pm 0,002$	$0,47 \pm 0,02$	$0,46 \pm 0,03$	$0,47 \pm 0,03$
Середня кількість гемоглобіну у клітині, пг	$30,3 \pm 0,8$	$31,0 \pm 0,6$	$31,2 \pm 0,4$	$30,7 \pm 0,8$
Анізоцитоз еритроцитів, %	$10,7 \pm 0,8$	$11,0 \pm 1,3$	$11,5 \pm 1,2$	$11,8 \pm 0,8$
Тромбоцити, $\times 10^9/л$	$300 \pm 88$	$332 \pm 81$	$338 \pm 85$	$328 \pm 65$
Лейкоцити, $\times 10^9/л$	$5,6 \pm 1,1$	$10,1 \pm 3,0$	$18,6 \pm 5,6$	$18,1 \pm 3,2$
Нейтрофіли, $\times 10^9/л$	$3,0 \pm 0,6$	$7,6 \pm 3,0$	$14,7 \pm 5,4$	$16,0 \pm 3,1$
Еозинофіли, $\times 10^9/л$	$0,1 \pm 0,1$	$0,0 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	$0,0 \pm 0,0$
Базофіли, $\times 10^9/л$	$0,1 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,2$
Лімфоцити, $\times 10^9/л$	$2,2 \pm 0,5$	$2,2 \pm 0,6$	$2,7 \pm 0,6$	$1,6 \pm 0,9$
Моноцити, $\times 10^9/л$	$0,3 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,5$	$0,5 \pm 0,4$

При втомі збільшується кількість лейкоцитів, виявляється так званий “міогенний” лейкоцитоз (за Єгоровим), що проявляється кількома фазами. Під час першої фази спостерігають загальний лейкоцитоз (до 15–30 %), відносний і абсолютний лімфоцитоз, відносну й абсолютну нейтропенію, базопенію, еозинопенію, немає зрушень у формулі нейтрофілів вліво, але відзначають деяке збільшення лімфоцитів з азурофільною зернистістю. Другу фазу можна спостерігати відразу через півгодини — годину після першої чи безпосередньо відразу після м'язової роботи (у стані втоми): зростає лейкоцитоз (ще на 30–40 %), можна спостерігати відносну і абсолютну нейтрофілію; відносний і абсолютний лімфоцитоз, зменшується кількість лімфоцитів з азурофільною зернистістю, завжди є зрушення формули нейтрофілів

уліво, відносна й абсолютна еозинofilія. Крім того, інколи виявляють м'язовий лейкоцитоз без зрушення формули молодих форм лейкоцитів (через 2–2,5 години кількість лейкоцитів збільшується до 10–15 000 в 1 мм<sup>3</sup>; через добу відновлюється до вихідних показників, але без нормалізації формули крові; на третю – четверту добу виявляється лейкопенія (до 3 500–5 000 лейкоцитів в 1 мм<sup>3</sup>) зі зрушенням лейкоцитарної формули вправо. Нерідко спостерігають явище пригнічення функції кісткового мозку. При втомі відзначається порівняно високий лейкоцитоліз, можна спостерігати різке посилення гемолізу, змінюється (збільшується або зменшується) кількість еритроцитів, підвищується рівень гемоглобіну, кількість еозинofilів, великих лімфоцитів, зменшується кількість нейтрофільних лейкоцитів, а також тромбоцитів (Макарова Г.А., 1991; Першин Б.Б., 1994; Рибаків В.В., 1995; Тхоревський В.І., 1997; Хисамов Э.М., 1991; Хребтова А.Ю., 1999). При втомі після індивідуального навантаження згортання крові прискорюється. Прискорюється згортання крові й при короткочасних м'язових навантаженнях.

Г.А. Макарова виокремлює три групи реакцій на фізичне навантаження (Макарова Г.А., 2003).

1. Збільшується концентрація гемоглобіну (інколи кількість еритроцитів), показника гематокриту, немає суттєвих змін у кількості ретикулоцитів.
2. Збільшується гематокрит, кількість гемоглобіну не змінюється (або зменшується).
- 3А. Знижується концентрація гемоглобіну, зростає кількість еритроцитів (у тому числі й ретикулоцитів). Тривалість цього періоду 3–7 діб.
- 3Б. Спостерігається падіння концентрації еритроцитів, гемоглобіну і гематокриту, зростає концентрація ретикулоцитів. Такі зміни можна спостерігати протягом 5–7 днів.

Зміни у співвідношенні лейкоцитів оцінюють таким чином:

1. реакція хронічного стресу – кількість лімфоцитів нижче 26 %, сегментоядерних нейтрофілів – більше 60 %;
2. реакція на тренування – кількість лімфоцитів 26–32 %, сегментоядерних нейтрофілів – 55–60 %;
3. реакція спокійної активації – кількість лімфоцитів 33–38 %, сегментоядерних нейтрофілів – 50–54 %;
4. реакція підвищеної активації – кількість лімфоцитів 39–45 %, сегментоядерних нейтрофілів – 44–49 %;
5. реакція переактивації – кількість лімфоцитів вище 45 %, сегментоядерних нейтрофілів – нижче 44 %.

У лікарсько-спортивній практиці почали звертати увагу на вивчення природних захисних сил організму спортсменів під час гострої та хронічної втоми (табл. 2.5). При гострій утомі відзначається пригнічення імунної системи. Можна припустити, що зниження клітинної захисної реакції організму під час гострого перенапруження й перетренованості пов'язане з порушенням тону вегетативної нервової системи й, отже, з порушенням нейрогуморальної регуляції організму, оскільки ці ж зміни впливають на метаболізм фагоцитів.

Для ранньої діагностики перетренованості застосовують контроль функціональної активності імунної системи (Buford T., Rossi S., 2009; Eskola J. et al., 1978; Hoffman-Goetz L., 1996). Для цього визначають кількість і функціональну активність клітин Т- і В-лімфоцитів: Т-лімфоцити забезпечують процеси клітинного імунітету й регулюють функцію В-лімфоцитів; В-лімфоцити відповідають за процеси гуморального імунітету, їх функціональну активність визначають за кількістю імуноглобулінів у сироватці крові (Kjær M. et al., 2002; Viru A., 2001).

Таблиця 2.5

Показники крові до та після літніх тренувань гравців регбі (за Т. Mashiko et al., 2004)

Показник	Усі гравці		Нападники		Захисники	
	До	Після	До	Після	До	Після
Гемоглобін (г/дл)	14,6	14,6	14,6	14,4	14,5	14,8
Гематокрит (%)	47,4	46,6	57,7	45,6	47,0	47,2
Лейкоцити (мг/дл)	6 550	6 220	6 569	6 260	6 531	6 192
IgG (мг/дл)	1 183	1 090	1 286	1 154	1 070	1 045
IgA (мг/дл)	190	178	195	164	185	188
IgM (мг/дл)	124	106	129	103	119	108
C3 (мг/дл)	101	102	105	102	96	102
C4 (мг/дл)	22	27	22	25	22	28

**Сеча.** Для проведення біохімічного аналізу використовують сечу, зібрану протягом доби, або порції сечі, взяті до і після навантаження. Для оцінення відновних процесів можна використовувати сечу, отриману наступного ранку після виконання тестових навантажень. У сечі до і після виконання навантажень визначають такі фізико-хімічні та біохімічні показники: об'єм (діурез), густина, кислотність, сухий залишок, концентрацію лактату, сечовину, показники вільнорадикального окиснення тощо (Kjær M. et al., 2002; Viru A., 1995, 2001). У добовій сечі зазвичай визначають креатиновий коефіцієнт – виділення креатиніну зі сечею за добу у розрахунку на 1 кг маси тіла. У чоловіків виділення креатиніну коливається у межах 18–32 мг/добу, у жінок – 10–25 мг/добу. Цей коефіцієнт характеризує запаси креатинфосфату у м'язах і корелює із м'язовою масою, він дозволяє оцінити можливості креатинфосфатного ресинтезу АТФ і ступінь розвитку мускулатури. За цим показником можна також оцінити динаміку збільшення запасів креатинфосфату і наростання м'язової маси у деяких спортсменів під час тренувань. Перевтома у спортсменів супроводжується порушенням функціонування нирок. Ранкова порція сечі може бути темного жовто-червоного або бурого кольору. Прозора сеча швидко каламутніє й у ній з'являється осад червоного або помаранчево-червоного кольорів. В осаді суттєво збільшена кількість уратів, часто у сечі можна виявити білок, особливо у підлітків і юнаків. Крім того при значній утомі в сечі спортсменів виявляють лейкоцити (поодинокі), епітеліальні клітини (до 10–12 у полі зору), еритроцити.

**М'язова тканина** – важлива для біохімічного контролю м'язової діяльності, однак використовується дуже рідко, оскільки для отримання зразка м'язів необхідно використовувати метод голкової біопсії. У пробах визначають кількість скорочувальних білків (актину й міозину), АТФ-азну активність міозину, кількість АТФ, глікогену, креатинфосфату, продукти енергетичного обміну, електроліти й інші речовини (Vigu A., 2001).

При фізичній роботі у біологічних рідинах змінюється концентрація деяких речовин, таких як глюкоза, лактат, жирні кислоти, кетонів тіла, гемоглобін тощо.

**Глюкоза.** У крові концентрація глюкози підтримується в межах 3,3–5,5 мМ за допомогою спеціальних регуляторних механізмів. Тривалі фізичні навантаження є причиною зниження концентрації глюкози у крові, причому у нетренованих осіб це зниження чіткіше виражене, ніж у тренуваних. Підвищена концентрація глюкози у крові свідчить про інтенсивний розпад глікогену печінки за умов відносно незначного використання глюкози тканинами, а понижений – про вичерпання запасів глікогену печінки чи інтенсивне використання глюкози тканинами організму. За зміною концентрації глюкози у крові оцінюють швидкість її аеробного окиснення під час м'язової роботи. Цей показник обміну вуглеводів рідко використовується як основний у спортивній діагностиці, оскільки на нього сильно впливають навіть емоційний стан чи харчування (Kjær M. et al., 2002; Maughan R.J., Burke L., 2002; Viru A., 2001).

У сечі глюкоза з'являється в умовах гіперглікемії, тобто при інтенсивній роботі, при емоційному збудженні перед стартом, при надлишку вуглеводів. Поява глюкози у сечі під час фізичних навантажень свідчить про інтенсивну мобілізацію глікогену печінки, якщо глюкоза є в сечі постійно, то це – ознака захворювання на діабет.

**Молочна кислота.** Її надходження у кров відбувається поступово і досягає максимуму на 3–7 хвилині після закінчення роботи. У стані спокою концентрація молочної кислоти становить 1–1,5 мМ і суттєво зростає при виконанні інтенсивної фізичної роботи (табл. 2.6). Накопичення молочної кислоти збігається з посиленням синтезом її у м'язах. Кількість молочної кислоти більша у венозній крові, ніж у артеріальній. При збільшенні інтенсивності роботи у крові нетренованої людини концентрація лактату може сягати 5–6 мМ, у тренуваної – до 20 мМ і вище (Vigu A., 2001). В аеробній зоні фізичних навантажень лактат становить 2–4 мМ, у змішаній – 4–10 мМ, в анаеробній – більше ніж 10 мМ. Умовний поріг анаеробного обміну становить 4 мМ лактату. Накопичення лактату, що утворюється внаслідок анаеробного гліколізу речовин, свідчить про виснаження окисного метаболічного потенціалу внаслідок зростання енергетичних потреб. Гліколітичний механізм ресинтезу АТФ у скелетних м'язах закінчується утворенням молочної кислоти, що потім потрапляє у кров. Збільшення її концентрації у крові продовжується поступово та досягає максимуму на 3–7 хв після закінчення виконання фізичних вправ. Концентрація молочної кислоти у крові особливо зростає під час виконання інтенсивної фізичної роботи (рис. 2.1). Велика її концентрація у крові після виконання індивідуального максимального навантаження свідчить про високу метаболічну ємність гліколізу, хорошу стійкість ферментів до зсуву рН у кислу сторону, а отже, при високий рівень фізичної тренуваності спортсмена.

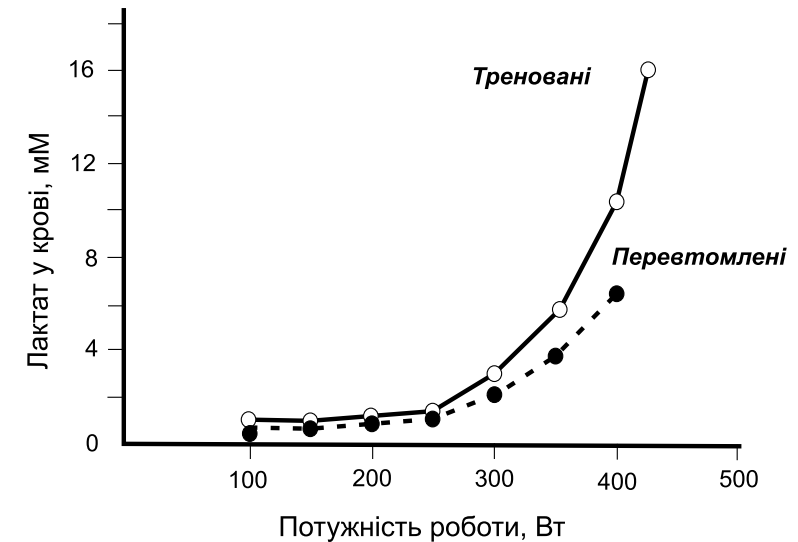


Рис. 2.1. Зростання концентрації лактату у велосипедистів високого класу, під час виконання вправ на велоергометрі (за А.Е. Jeukendrup et al., 1992)

Таблиця 2.6

**Концентрація деяких метаболітів у період спокою та після фізичних навантажень перед і після 6 тижнів швидкісного інтервального тренування чи тренування на витривалість (за К.А. Burgomaster et al., 2008)**

Показник, мМ / кг сух. ваги	Коли проводили вимірювання (до чи після тренувань)	Спрямованість роботи			
		Швидкісне інтервальне тренування		Витривалість	
		Відпочинок	Робота	Відпочинок	Робота
Креатинін	Перед	54 ± 6	79 ± 8	51 ± 4	77 ± 4
	Після	49 ± 5	55 ± 5	64 ± 6	54 ± 4
АТФ	Перед	22 ± 1	24 ± 1	22 ± 1	22 ± 1
	Після	19 ± 1	20 ± 1	23 ± 1	25 ± 1
Лактат	Перед	13 ± 2	36 ± 9	20 ± 2	37 ± 4
	Після	15 ± 2	15 ± 2	20 ± 2	27 ± 3

Після обстеження 930 кваліфікованих спортсменів було виявлено, що у бігунів на середні дистанції і гравців у хокей концентрація лактату у крові сягала 26 мМ, у баскетболістів і борців – 24 мМ (Vigu A., 2001). Особливо високий рівень лактату та зміни значення рН спостерігали після інтервальних вправ (наприклад, 60-секундний біг, повторений 5 разів). Для вивчення зміни концентрації лактату крові під впливом фізичних навантажень деякі дослідники використовували максимальний ана-

еробний біговий тест. Він полягав у поєднанні 20-секундного бігу і 100-секундних інтервалів відпочинку. Швидкість бігу була 14,6 км/год та зростала на 1,37 км/год протягом кожного наступного пробігу. Нахил бігової доріжки становив 4°. За таких умов концентрація лактату була 5–10 мМ, максимальна концентрація лактату – 13,2 мМ. Якщо нахил бігової доріжки збільшували до 7°, то концентрація лактату у крові зростала до 15,4 мМ.

**Вільні жирні кислоти.** Концентрація вільних жирних кислот свідчить про швидкість ліполізу тригліцеридів. У нормі їх концентрація становить 0,1–0,4 мМ і збільшується при тривалих фізичних навантаженнях (табл. 2.7). За зміною концентрації вільних жирних кислот контролюють використання ліпідів у процесі енергозабезпечення м'язової роботи.

Таблиця 2.7

**Концентрація біомаркерів у плазмі спортсменів  
(за В.О. George, O.I. Osharechiren, 2009)**

Біомаркер	Після вправ	Після відпочинку
Сечовина, мг/дл	5,50 ± 1,44	4,50 ± 2,37
Альбумін, г/дл	3,61 ± 0,99	3,39 ± 0,89
Загальний холестерол, мг/дл	121,30 ± 28,29	91,53 ± 26,37
Триацилгліцерол, мг/дл	51,70 ± 19,66	64,50 ± 27,64
Холестерин високої щільності, мг/дл	35,70 ± 17,23	30,29 ± 12,03
Холестерин низької щільності, мг/дл	146,67 ± 39,69	108,93 ± 33,14

**Кетонові тіла** – синтезуються в печінці з ацетил-КоА при посиленому окисненні жирних кислот у тканинах організму. Кетонові тіла з печінки надходять у кров, а потім до тканин, де в основному використовуються як енергетичний субстрат, або виводяться з організму. Концентрація кетонових тіл у крові відображає швидкість окиснення жирів. Її норма у крові відносно невелика – 8 мМ. Поява кетонових тілець у сечі у здорових людей спостерігається при голодуванні, виключенні вуглеводів із раціону харчування, а також при виконанні фізичної роботи великої потужності.

**Продукти пероксидного окиснення ліпідів.** При фізичних навантаженнях посилюються процеси пероксидного окиснення ліпідів, накопичуються метаболіти цих процесів, що є одним із факторів, що лімітують фізичну працездатність. Фізичні навантаження посилюють перекисні процеси у скелетних м'язах і спричиняють зниження активності супероксиддисмутази, що у свою чергу спричиняє ушкодження цілісності мембран міоцитів. Як результат пошкодження клітинної мембрани у крові зростає кількість цитоплазматичних (міоглобін, аспаратамінотрансфераза) і структурних (тропоміозин) білків скелетних м'язів. Ушкоджені внаслідок гіпоксії тканини “приваблюють” лейкоцити, які виділяють велику кількість активних форм кисню та руйнують здорові тканини. Через добу після інтенсивного фізичного навантаження активність гранулоцитів крові вища за контрольне значення приблизно у 7 разів. Такі показники зберігаються протягом трьох діб, і навіть через сім діб

перевищують контрольний рівень. Тому при вивченні впливу фізичних навантажень на організм визначають кількості продуктів пероксидного окиснення ліпідів – маломолекулярного діальдегіду, дієнових кон'югатів, а також активність глутатіонпероксидази, глутатіонредуктази і каталази.

**Гемоглобін.** Основним білком еритроцитів крові є гемоглобін, який зв'язує кисень. Концентрація гемоглобіну у крові залежить від статі і становить в жінок у середньому 7,5–8,0 мМ (120–140 г/л), в чоловіків 8,0–10,0 мМ (140–160 г/л), а також від ступеня тренуваності (Gledhill N. et al., 1999). У видах спорту на витривалість зі зростанням тренуваності спортсмена концентрація гемоглобіну в крові у жінок зростає в середньому до 130–150 г/л, у чоловіків – до 160–180 г/л. Збільшення концентрації гемоглобіну у крові свідчить про адаптацію організму до фізичних навантажень у гіпоксичних умовах. При інтенсивних тренуваннях, особливо у жінок, які займаються циклічними видами спорту, а також при нераціональному харчуванні відбувається руйнування еритроцитів крові й зниження концентрації гемоглобіну до 90 г/л і нижче, що попереджує про залізодефіцитну спортивну анемію. У такому випадку слід змінити програму тренувань, а у раціоні харчування збільшити кількість білкової їжі, Феруму й вітамінів групи В.

**Міоглобін** – білок, що міститься у саркоплазмі скелетних і серцевого м'язів і транспортує кисень, подібно до гемоглобіну. Фізичні навантаження, патологічні стани організму спричиняють підвищення концентрації міоглобіну крові та його появу у сечі. Кількість цього білка у крові залежить від обсягу виконаного фізичного навантаження, а також від тренуваності спортсмена. Цей показник можна використовувати для діагностики функціонального стану скелетних м'язів. Встановлено, що зміну кількості міоглобіну можна помітити швидше, ніж зміну концентрації креатинкінази (Kellmann M., 2002).

**Актин.** Кількість актину у скелетних м'язах суттєво збільшується в процесі тренування. Після виконаних фізичних навантажень відзначається поява актину в крові, що свідчить про руйнування або відновлення міофібрилярних структур скелетних м'язів. У крові концентрацію актину визначають радіоімунологічним методом і за його змінами оцінюють вплив фізичних навантажень на організм, інтенсивність відновлення міофібрил після м'язової роботи.

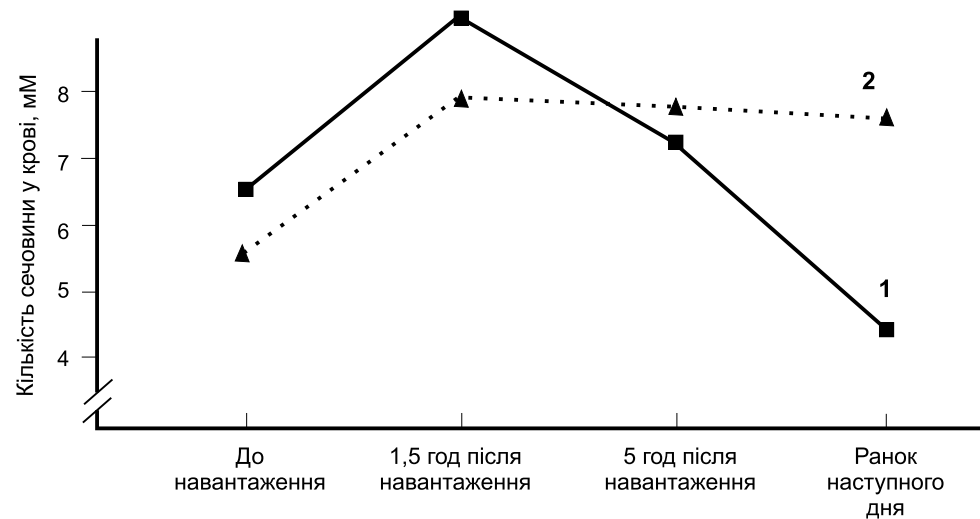
**Альбуміни й глобуліни.** Це низькомолекулярні основні білки плазми крові. Альбуміни становлять 50–60 % усіх білків сироватки крові, глобуліни – 35–40 %. Вони виконують різноманітні функції в організмі: є компонентами імунного захисту (особливо глобуліни), захищають організм від інфекцій, підтримують рН крові, транспортують різні органічні й неорганічні речовини. Кількісне співвідношення їх у сироватці крові в нормі відносно постійне і може змінюватися при втомі. Так після фізичних навантажень у крові збільшується концентрація бета-глобулінів (беруть участь в транспорті фосфоліпідів, холестеролу, стероїдних гормонів, катіонів) та зменшується – гамма-глобулінів – (виконують захисну функцію).



**Феритин.** Вказує на запаси Феруму в організмі. Зниження рівня ферритину під час фізичного навантаження свідчить про мобілізацію заліза для синтезу гемоглобіну, сильне зниження – про наявність прихованої залізодефіцитної анемії.

**Трансферин** – основний переносник іонів  $Fe^{3+}$ , синтезується у печінці. Концентрація трансферину в плазмі крові – близько 4 г/л. При зниженні концентрації Феруму синтез трансферина зростає. Зниження концентрації  $Fe^{3+}$  у трансферині вказує на анемію. Тривалі інтенсивні фізичні навантаження спричиняють збільшення концентрації трансферину у крові.

**Сечовина.** Концентрація сечовини в нормі у крові кожної дорослої людини індивідуальна — у межах 3,5–6,5 мМ. Вона може збільшуватися до 7–8 мМ при значному надходженні білків з їжею, до 16–20 мМ – при порушенні видільної функції нирок, а також після виконання тривалої фізичної роботи у результаті посилення катаболізму білків до 9 мМ і більше. У спорті цей показник широко використовують для оцінювання реакції організму на тренувальні і змагальні фізичні навантаження та перебіг процесів відновлення (Viru A., 2001; Warburton D.E.R. et al., 2002). Якщо виконане фізичне навантаження співмірне функціональним можливостям організму, то концентрація сечовини у крові ранком натще вертається до норми (рис. 2.2).



**Рис. 2.2.** Варіанти змін концентрації сечовини у крові веслярів до та після фізичних навантажень (1 – повне відновлення, 2, 3 – різні ступені невідновлення) (за Н.І. Волковим та ін., 2000)

**Креатинін.** Ця речовина утворюється в м'язах у процесі розпаду креатинфосфата. Кількість креатиніну, що виділяється зі сечею, – величина постійна і залежить від м'язової маси тіла. За кількістю креатиніну в сечі можна визначити швидкість креатинфосфокіназної реакції.

**Креатин** – речовина, що синтезується у печінці, підшлунковій залозі й нирках з амінокислот аргініну, гліцину й метіоніну. Утворюється з фосфокреатину за участю фермента креатинкінази. Рівень креатинкінази залишається підвищеним протягом 24 год у період відпочинку після фізичних навантажень. Фосфокреатинкіназна система працює у клітині як внутрішньоклітинна система передавання енергії звидти, де енергія акумулюється у вигляді АТФ (мітохондрії і реакції гліколізу в цитоплазмі), туди, де потрібна енергія (наприклад, до міофібрил). Особливо велика кількість креатину утворюється у м'язовій тканині, де відіграє важливу роль у процесах енергетичного обміну. Великі інтенсивні навантаження призводять до дефіциту фосфокреатину. Саме цим пояснюється фізична втома, яка наростає від вправи до вправи й досягає піку до кінця тренування. Виявлення креатину у сечі – важливий маркер перетренування і патологічних змін у м'язах (Макарова Г.А., 2003). Збільшення концентрації креатину в еритроцитах є специфічною ознакою гіпоксії будь-якого походження й свідчить про збільшення кількості молодих клітин, тобто про стимуляцію еритропоеза.

**Показники кислотно-лужного стану організму.** У процесі інтенсивної м'язової роботи в м'язах утворюється велика кількість молочної й піровиноградної кислот, які дифундують у кров і можуть викликати метаболічний ацидоз організму, що спричиняє втому м'язів, супроводжується болями, запамороченням, нудотою. Такі метаболічні зміни пов'язані з виснаженням буферних резервів організму. Оскільки стан буферних систем організму має важливе значення для високої фізичної працездатності, у спортивній діагностиці використовуються такі показники: рН крові, лужний резерв,  $pCO_2$  – парціальний тиск вуглекислого газу, буферні основи цільної крові. Показники кислотно-лужного стану дозволяють оцінити не тільки зміни в буферних системах крові, але й стан дихальної та видільної систем організму, в тому числі і після фізичних навантажень. Існує кореляційна залежність між динамікою концентрації лактату в крові та зміною рН крові. Найбільш інформативним показником кислотно-лужного стану є величина лужного резерву, збільшується з підвищенням кваліфікації спортсменів, особливо у тих, які спеціалізуються зі швидкісно-силових видів спорту.

**Ферменти.** Важливе значення для спортивної діагностики мають тканинні ферменти, які при різних функціональних станах організму надходять у кров з м'язів і інших тканин (табл. 2.8). До них належать альдолаза, каталаза, лактатдегідрогеназа, креатинкіназа тощо. Для окремих клітинних ферментів, наприклад лактатдегідрогенази м'язів, характерні декілька форм (ізоферментів).

У спортивній практиці часто визначають присутність у крові таких ферментів як альдолаза (фермент гліколізу) й каталаза, що детоксикують перекис водню. Поява цих ферментів у крові після фізичних навантажень є показником невідповідності їх стадії відновлення організму. Відновлення спортсмена можна оцінювати за зниженням активності альдолази і каталази (Viru A., 2001).

Після виконаних фізичних навантажень у крові можуть з'являтися окремі ізоформи ферментів – креатинкінази, лактатдегідрогенази. Так, після тривалих фізич-

них навантажень у крові спортсменів з'являється ізоформа креатинфосфокінази, характерна для скелетних м'язів; при гострому інфаркті міокарда в крові з'являється ізоформа креатинкінази, характерна для серцевого м'яза. Якщо фізичне навантаження викликає значний вихід ферментів у кров із тканин і вони довго зберігаються в ній у період відпочинку, то це свідчить про невисокий рівень тренуваності спортсмена, а, можливо, і про передпатологічний стан організму.

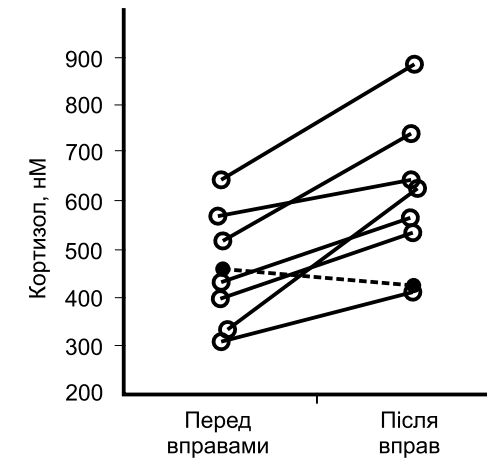
Таблиця 2.8

### Концентрація ферментів у сироватці крові до та після літніх тренувань гравців регбі (за Т. Mashiko et al., 2004)

Фермент, ОД/л	Всі гравці		Нападники		Захисники	
	До	Після	До	Після	До	Після
Глутамат-оксалоацетат-трансаміназа	22	46	26	56	18	40
Глутамат-піруват-трансаміназа	12	23	17	30	8	18
Лактатдегідрогеназа	193	365	198	428	189	321
Креатинкіназа	248	1540	288	1814	205	1345

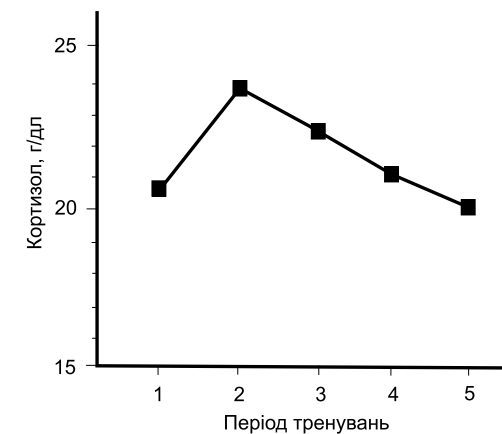
**Гормони.** У спортивній діагностиці для виявлення втоми зазвичай визначають кількість гормонів симпатoadреналової системи (адреналіну та продуктів його обміну) у крові й сечі (Golf S.W. et al., 1984; Kjær M. et al., 2002; Viru A., 2001). При невідповідності величини фізичних навантажень функціональному стану організму спостерігається зниження концентрації не тільки гормонів, але й попередників їх синтезу в сечі, що пов'язане з вичерпанням біосинтетичних резервів ендокринних залоз і вказує на перевантаження регуляторних функцій організму, що контролюють адаптаційні процеси. Визначення концентрації гормонів є важливим методом виявлення прихованих біохімічних порушень, що є в основі хронічної втоми. Наприклад, вивчати рівень кортизолу необхідно, щоб оцінити мобілізаційні резерви організму. Цей гормон розглядають як гормон стресу і збільшення його концентрації у крові є реакцією організму на фізичні, фізіологічні й психологічні навантаження. Надлишкова кількість кортизолу може негативно впливати на кісткову й м'язову тканину, серцево-судинну систему, імунний захист, функцію щитовидної залози, контроль маси тіла, сон, регуляцію рівня глюкози й прискорювати процес старіння. Високий рівень кортизолу після тренування свідчить про недовідновлення організму спортсменів після попереднього навантаження. Рівень кортизолу у крові зменшується у спортсменів при перетренуванні (рис. 2.3). При виявленні перетренування зменшується також відношення тестостерон /кортизол (більше ніж на 30%). Базальний рівень кортизолу можна використовувати для аналізу ефективності тренувань (Steinacker J.M. et al., 2000) (рис. 2.4). Так під час інтенсивних тренувань цей показник збільшувався на 18%, а потім поступово зменшувався. Збільшення концентрації кортизолу є наслідком порушення обміну речовин, посилення стресу, великих навантажень (Lehman M. et al., 1997). Якщо підвищений рівень кортизолу часто можна спостерігати як результат

стресу, який виникає внаслідок інтенсивних тренувань, то знижений базальний рівень кортизолу чи погіршення взаємозв'язку гіпофіз-наднирники є "пізними" сигналами перетренування (Lehmann M. et al., 1993).



**Рис. 2.3.** Варіанти індивідуальних змін концентрації кортизолу після виконання двох 10-хвилинних інтенсивних підйомів (ЧСС – 185–195).

○ – здорові тренувані велосипедисти; ● – велосипедисти, у стадії перетренуваності (за M. Gleeson et al., 2002)



**Рис. 2.4.** Ранішня концентрація кортизолу у велосипедистів під час різних періодів тренування.

1 – підготовчий період; 2, 3 – період інтенсивних об'ємних тренувань; 4 – перехідний період; 5 – тренування перед змаганнями (за M. Kellman, 2002)

Описано порушення роботи гіпоталамусу, при вивченні інсулінозалежної гіпоглікемії у спортсменів, що супроводжувалася зниженням рівня адренокортикотропного гормону (АКТГ) і зміною кількості кортизолу у стані перетренування (Barron J.L. et

al., 1985; Lehman M. et al., 1993). Регулювання іншої системи – “гормон росту – інсуліноподібний фактор росту 1 (IGF I)” – також порушується під час інтенсивних тренувань. Рівень IGF I збільшується після одного або двох тижнів роботи середньої потужності (Engfred K. et al., 1994; Roelen C.A. et al., 1997; Roemmich J.N., Sinning W.E., 1997) і виразно зменшується, якщо тренування є виснажливими і домінують процеси катаболізму (Koistinen H. et al., 1996). Тривалі і виснажливі тренування спричиняють одночасне стрибкоподібне зменшення концентрації гормону росту та IGF I (Eliakim A. et al., 1995). Деякі дослідники вказують, що пригнічення системи “гормон росту – інсуліноподібний фактор росту 1” найчастіше спостерігається при перевтомі. Ці ефекти нагадують механізм погіршення регулювання системи “гіпофіз – гіпоталамус – наднирники” під впливом тренувань (рис. 2.5) (Barron J.L. et al., 1985; Steinacker J.M. et al., 1998).

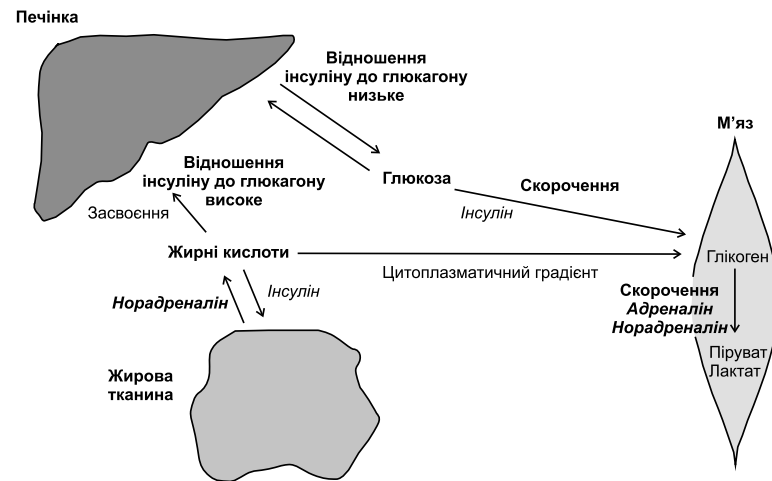


Рис. 2.5. Гормональна регуляція метаболізму вуглеводів і жирних кислот під час відпочинку та фізичних вправ

Примітка. Механізми, важливі під час фізичного навантаження, відзначені “жирним” шрифтом

Визначення біохімічних показників обміну речовин і дослідження функціонального стану спортсмена дозволяє оцінити ефективність і раціональність виконуваної індивідуальної тренувальної програми, спостерігати за адаптаційними змінами основних енергетичних систем і функціональною перебудовою організму в процесі тренування, діагностувати й попереджувати виникнення патологічних змін у метаболізмі спортсменів. Поточні та комплексні дослідження виявляють реакції організму на фізичні навантаження, що дає можливість оцінювати рівень тренуваності, вплив навколишнього середовища на стан спортсмена, доцільність застосування тих чи інших засобів відновлення тощо.



## РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНА

- ПРАКТИКА ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ВІДНОВЛЕННЯ У СПОРТІ

### 3.1. Практика використання засобів відновлення у спорті

Одним із найважливіших засобів підвищення спортивної працездатності є великі за обсягом та інтенсивністю тренувальні заняття (рис. 3.1). Не рідко спортсмени протягом тривалого часу працюють на межі своїх функціональних можливостей і часто балансують між бажаною спортивною формою і небезпекою перевтоми чи виникнення патологій. У деяких видах спорту на тренування щодня витрачається по 8–9 год; це без сумніву позитивно впливає на рівень фізичної підготовленості. Проте порівняно із темпом зростання фізичних навантажень, для відновлення виділяється недостатньо часу (табл. 3.1). На думку багатьох фахівців, спортсмени сьогодні досягли результатів, які близькі до граничних для організму людини. Ще 1986 року російські тренери зауважили, що надмірні фізичні навантаження зумовлюють зміни в організмі спортсмена, які можуть негативно впливати не тільки на його працездатність, але й здоров'я. У зв'язку з цим, першочерговим є застосування різних сучасних засобів, які б стимулювали та сприяли процесам відновлення. Це допоможе у підготовці спортсмена і підвищуватиме ефективність тренувань.

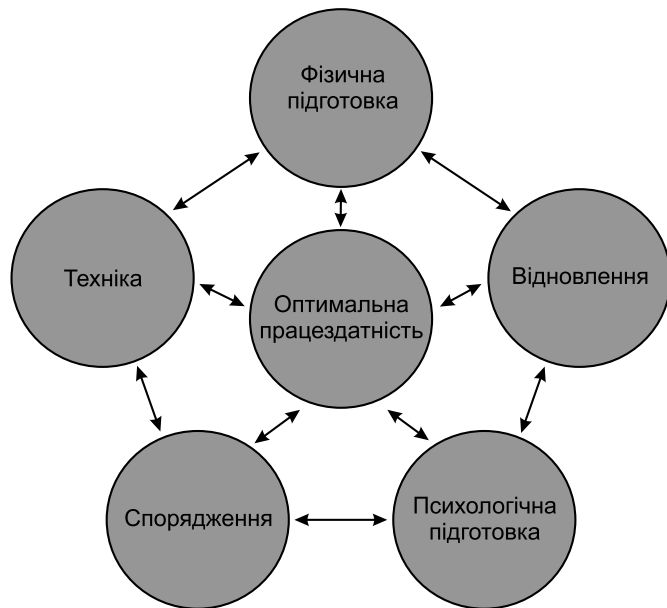


Рис. 3.1. Чинники спортивної працездатності

Спортсмени і тренери часто недооцінюють роль відновлення, не враховують під час його планування характер попередньої фізичної роботи, психоемоційні і стресові чинники повсякденного життя, пов'язані із роботою, навчанням, особистими проблемами тощо. Хибним є також уявлення, що для повноцінного відновлення достатньо добре виспатися вночі і зробити перерву між тренуваннями. Тренування й відновлення повинні сприяти фізичній і психологічній підготовці та допомагати

уникнути перетренованості. Її можуть викликати різні причини – недостатнє відновлення спортсмена під час тренувального циклу, занадто великий обсяг навантажень, що виконуються із максимальною або близькою до неї інтенсивністю, надмірна кількість змагань, неправильне планування підготовки, незадовільне харчування, постійні стреси на роботі та в особистому житті (табл. 3.2).

Таблиця 3.1

Тривалість процесів відновлення після навантажень різного спрямування (за В.М. Платоновим, 1986)

Спрямування	Тренувальні навантаження	Відновлення фізичної працездатності		
		Швидкісно-силові можливості, год	Швидкісна витривалість, год	Витривалість, год
Швидкісно-силове	Велике	36–48	12–24	6–12
	Значне	18–24	6–12	3–6
	Середнє	10–12	3–6	1–3
	Мале	Кілька хвилин або годин		
Швидкісна витривалість	Велике	12–24	36–48	6–12
	Значне	6–12	18–24	3–6
	Середнє	3–6	10–12	1–3
	Мале	Кілька хвилин або годин		
Витривалість	Велике	4–6	24–36	60–72 (або до 5–7 діб*)
	Значне	2–3	12–18	30–36
	Середнє	до 1	6–9	10–12
	Мале	Кілька хвилин або годин		

Примітка. \* – після напружених тренувань, що спричиняють вичерпання вуглеводних ресурсів організму людини

У спорті засоби відновлення застосовують у двох напрямках. Перший передбачає їх використання у період змагань, другий – протягом навчально-тренувального процесу (Захаров Е.Н., 1994; Зотов В.П., 1990; Слімейкер Р., Браунінг Р., 2007). При цьому варто враховувати, що відновні засоби можуть також бути додатковим фізичним навантаженням.

У західній літературі (Kjær M. et al., 2003; Tessitore A. et al., 2008; Viru A., 2001) відновлення поділяють на:

- активне – відбувається під час фізичного навантаження – це заминка (короткотривалі вправи після тренувань чи змагань), зміна типу роботи, регідратація, харчування (під час і після навантажень), повільний біг, ходьба тощо;

- пасивне – не вимагає активних фізичних дій – це сон, масаж, гідротерапія (ванни, душі), самогіпноз, метод візуалізації, метод напруження і розслаблення м'язів, а також специфічні методи, що потребують втручання спеціаліста.

Російські науковці пропонують дещо іншу класифікацію. Так, згідно з Г.А. Макаровою (Макарова Г.А., 2003) методи відновлення можна поділити на три групи (рис. 3.2): педагогічні, психологічні і медико-біологічні.

Таблиця 3.2

## Причини перетренованості (за Р. Слімейкером і Р. Браунінгом, 2007)

Причини перетренованості	Методи та наслідки тренувань
1	2
Нераціонально побудований процес спеціальної підготовки	
Нераціональна структура тренувань	Упродовж мікро- і макроциклу не використовуються жодні із засобів відновлення Велика кількість і інтенсивність тренувань Забагато тренувань, інтенсивність яких максимальна або близька до такої Висока інтенсивність аеробних тренувань Забагато змагань, що супроводжуються зміною режиму дня та великою кількістю тренувальних навантажень Часті поразки, що є наслідком надскладних завдань
Незмінний план тренувань	Невміння змінити схему тренувань чи інтенсивність навантажень, щоб урахувати різні стресові чинники, пов'язані з роботою, навчанням, сімейним життям тощо. Надмірні навантаження після вимушеної перерви, які була наслідком травми чи хвороби
Неправильне планування підготовки чи помилковий вибір методики навчання	Недостатні знання про процеси відновлення та гігієну (тобто про чинники, що впливають на фізичне і психічне здоров'я) Слабка надія на процес тренування та тренера Складне одноманітне тренування без елементів гри
Спосіб життя	
Неправильний розпорядок дня	Квапливий спосіб життя Відсутність (недотримання) режиму дня Недостатність часу для розваг і дозвілля Неповноцінний сон
Нераціональне харчування	Незбалансоване харчування (неправильне співвідношення білків, жирів і вуглеводів, дефіцит вітамінів і мінералів) Недостатня гідратація організму Надмірне споживання алкоголю чи кофеїну

## Продовження таблиці 3.2

1	2
Некомфортні житлові умови	Незадовільні житлові умови – перенаселеність, слабе освітлення, шум Несприятливий психологічний мікроклімат у родині
Оточення	
Чинники, що сприяють дратівливості	Постійні конфлікти із членами сім'ї, тренером тощо Роздратування від телепередач, фільмів тощо
Проблеми на роботі або у навчанні	Незадоволення роботою Ненормований робочий день Конфлікти з колегами Надмірні навантаження на роботі, в школі, інституті Незадоволення результатами роботи та навчання
Нерозв'язані проблеми в особистих стосунках	Напружені стосунки в сім'ї Невпорядковане особисте життя Сімейні обов'язки
Негаразди із здоров'ям	Алергії, астма, застуди, гострі респіраторні захворювання, проблеми із шлунково-кишковим трактом, гострі інфекційні і хронічні захворювання

Педагогічні засоби вважають найбільш важливими. Якими б ефективними не були медико-біологічні і психологічні засоби, їх вважають додатковими у стимулюванні відновлення та покращення спортивних результатів лише за умови раціональної побудови тренувального процесу. Для досягнення відповідного ефекту необхідно:

- раціонально планувати тренування на основі застосування принципу відповідності між фізичним навантаженням і функціональними можливостями організму;
- раціонально поєднувати загальні і спеціальні засоби відновлення;
- оптимально будувати тренувальні та змагальні мікро-, макро- і мезоцикли;
- поєднувати різні види вправ під час тренування спортсмена;
- вводити відновні мікроцикли у річний цикл;
- використовувати для тренування спортсменів умови високогір'я та середньогір'я;
- раціонально організувати загальний режим життя;
- правильно планувати кожне окреме тренувальне заняття і створювати позитивне емоційне тло тренування;
- добирати розминання і заключну частину занять для кожного спортсмена індивідуально;
- використовувати активний відпочинок.

Надмірні навантаження під час тренувального процесу можуть викликати порушення адаптації спортсмена до дедалі більших навантажень. Тому необхідно створити умови для нормалізації психічного стану спортсмена та відновлення. Щоби

зменшити нервово-психічне перенапруження під час тренувань (особливо змагань), потрібно використовувати психологічні засоби відновлення – навіювання, сон-відпочинок, аутогенне тренування, м'язову релаксацію, спеціальні дихальні вправи, уникати негативних емоцій, планувати цікаве дозвілля з урахуванням індивідуальних захоплень спортсмена.



Рис. 3.2. Класифікація засобів відновлення

Надмірні навантаження під час тренувального процесу можуть викликати порушення адаптації спортсмена до дедалі більших навантажень. Тому необхідно створити умови для нормалізації психічного стану спортсмена та відновлення. Щоби зменшити нервово-психічне перенапруження під час тренувань (особливо змагань), потрібно використовувати психологічні засоби відновлення – навіювання, сон-відпочинок, аутогенне тренування, м'язову релаксацію, спеціальні дихальні вправи, уникати негативних емоцій, планувати цікаве дозвілля з урахуванням індивідуальних захоплень спортсмена.

Таблиця 3.3

Характеристика груп медико-біологічних засобів відновлення за типом дії (за О.М. Мирзоєвим, 2000)

Тип дії	Засоби відновлення	Дія засобу
Загальна	Лазня (суха і парна), масаж руками, апаратний масаж, аероіонізація, ванни	На найважливіші системи органів спортсмена
Тонізувальна	Ультрафіолетове опромінення, деякі електропроцедури, аероіонізація повітря, місцевий масаж	Діють зміцнювально
	Перлинна, сольова, хвойна ванни, ванна із натрій хлоридом, відновлювальний масаж	Засоби мають заспокійливу та седативну дію
Вибіркова	Вібраційна ванна, контрастний душ, тонізувальний масаж	Засоби мають збуджувальну та стимулювальну дію
	Тепла чи гарячі ванни (евкаліптова, хвойна, морська, киснева, вуглекисла), ультрафіолетове опромінення, теплий душ, масаж, аероіонізація	Впливають на певні органи і системи

У спортивному тренуванні, крім педагогічних і психологічних, широко використовуються і медико-біологічні засоби відновлення (табл. 3.3), до яких належать: рациональне харчування, фізіо- та гідропроцедури; різні види масажу; приймання білкових препаратів і спеціальних напоїв; використання бальнеотерапії, від'ємного тиску, лазні, оксигенотерапії, кисневих коктейлів, адаптогенів і препаратів, які впливають на обмін речовин (дозволені фармакологічні препарати), електростимуляції, аероіонізацію тощо. Вони відновлюють витрачені при навантаженнях енергетичні та пластичні ресурси організму, вітаміни, мікроелементи, поліпшують терморегуляцію і кровопостачання, підвищують ферментну й імунну активність, не тільки пришвидшують процеси відновлення, але і підвищують захисні сили організму, його стійкість до дії різних несприятливих чинників. Використовуючи медико-біологічні засоби, необхідно враховувати, що будь-які дії, спрямовані на пришвидшення процесів відновлення після навантаження й підвищення фізичної працездатності,

неефективні чи малоефективні при передпаталогічному стані і захворюваннях у спортсмена, а також якщо під час та після тренувальних навантажень немає валідного медико-педагогічного контролю. Медико-біологічні засоби відновлення можна розглядати у двох аспектах:

- відновлення спортсменів під час навчально-тренувального процесу;
- відновлення працездатності після перенесених захворювань, травм, перевтоми (медична реабілітація).

Природному підвищенню фізичної працездатності і пришвидшенню процесів відновлення після навантажень сприяє позбавлення дефіциту рідини й електролітів, міцний сон, збалансоване харчування.

На спортивну працездатність впливають також кліматичні й погодні умови, стан спортивного інвентарю та одягу, режим дня, опірність хворобам, повноцінне і збалансоване харчування, а також багато інших умов та чинників. Використання засобів відновлення ґрунтується на загальних механізмах розвитку захисних реакцій організму спортсмена під час тренувань і після їх припинення.

Важливо дотримуватися режиму дня, чергувати різні види діяльності, відпочивати. Опираючись на ці дослідження, встановлено, що найвища працездатність спортсменів спостерігається між 10–13 і 17–20 годинами. Якщо чітко дотримуватися розпорядку дня, то це забезпечить високу працездатність у визначений час, нормальний денний і нічний відпочинок, своєчасно підготує органи травлення до приїмання і засвоєння їжі (Brukner P., Khan K., 2010).

Добір різних засобів та особливості їх використання обумовлюються станом організму спортсмена, його здоров'ям, рівнем тренуваності, індивідуальною здатністю до відновлення, видом спорту, етапом підготовки та методикою тренування, характером попередньої чи наступної тренувальної роботи, режимом спортсмена, фазою відновлення тощо. Варто враховувати такі загальні принципи використання засобів відновлення спортивної працездатності:

- використовувати різноманітні методи відновлення, для того щоб одночасно впливати на весь організм;
- враховувати індивідуальні особливості організму спортсмена;
- пам'ятати, що деякі засоби підсилюють дію один одного (сауна і гідромасаж), а інші, навпаки, нівелюють (прохолодний душ і електропроцедури);
- переконатися у безпеці і незначній токсичності (головно засобів фармакології);
- засоби відновлення повинні відповідати завданням і етапам підготовки, характеру попередньої і наступної роботи;
- неприпустимо впродовж тривалого часу систематично застосовувати штучні сильнодіючі засоби відновлення, оскільки можливими є негативні наслідки.

Правильне використання засобів відновлення спортивної працездатності пов'язане із розв'язанням таких завдань:

- визначенням систем організму, на які припадають основні навантаження і які лімітують працездатність;
- розробкою, підбором і комплексним використанням необхідних засобів для відновлення;

- вибором методів контролю, що дозволяє об'єктивно оцінювати ефективність впливу вибраних засобів.

Стратегія застосування засобів відновлення залежить від режиму тренувань. Для забезпечення ефективного відновлення необхідно дотримуватися таких вимог (Макарова Г.А., 2003; Мирзоев О.М., 2000; Brukner P., Khan K., 2010):

- річний обсяг тренувань повинен збільшуватися поступово – зазвичай на 5–15 % на рік, залежно від рівня підготовленості. Корисно попередньо планувати на тиждень не тільки різні види роботи, але й способи відновлення. Крос-тренінги (використання у тренувальному плані різних видів спортивної діяльності) можуть знизити навантаження на скелет та м'язи, зменшити ймовірність психологічного “перегорання” і підвищити здатність організму до відновлення;
- необхідно чітко дотримуватися плану тренувань і відпочинку, консультуватися із тренером, науковими і медичними працівниками, психологом;
- використовувати сучасні методи підготовки й обладнання. Не забувати про психологічну підготовку й ефективні методи відновлення після тренувань;
- якщо між тренуваннями є невелика перерва (4–6 годин), відновні процедури доцільно проводити відразу після тренування;
- засоби загальної дії повинні передувати локальним процедурам;
- не варто впродовж тривалого часу використовувати ті самі засоби відновлення. Засоби локальної дії необхідно змінювати ще частіше, ніж загальні;
- під час сеансу відновлення не рекомендують використовувати більше ніж три різні процедури.

Можна визначити головні чинники, що обумовлюють необхідність використання різноманітних засобів і методів відновлення під час тренувань спортсменів (Мирзоев О.М., 2000).

1. Різні засоби і методи по-різному впливають на відновлення працездатності організму спортсмена.
2. Ефективність використання засобів відновлення залежить від характеру, обсягу й інтенсивності виконуваних тренувальних навантажень.
3. Тривале використання тих самих засобів відновлення впродовж тривалого часу призводить до того, що організм спортсмена адаптується до них і ефективність заходів відновлення знижується.
4. Правильне поєднання та використання різних засобів відновлення у комплексі значно підвищує їх позитивний ефект.
5. Підвищення функціонального стану організму спортсмена залежить від стратегії і послідовності застосування засобів відновлення.
6. Планомірне використання засобів відновлення у системі спортивного тренування прискорює приріст спеціальних фізичних можливостей спортсменів.
7. Використання засобів відновлення зменшує ризик виникнення специфічних спортивних травм.
8. Велика кількість засобів відновлення, що можна використовувати до, у процесі і після виконання тренувальних навантажень, поліпшує тренувальний ефект занять, впливає на спортивну форму атлетів.