ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ ІМ. ІВАНА БОБЕРСЬКОГО

КАФЕДРА АНАТОМІЇ та ФІЗІОЛОГІЇ

“Фізіологія фізичного виховання ”

ЛЕКЦІЯ № 3
Тема: ФІЗІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВТОМИ

План

1. Вступ. Сучасне уявлення про втому.
2. Теорії втоми. Фази втоми. Біологічне значення втоми.
3. Роль змін функціонального стану ЦНС в розвитку втоми.
4. Роль змін функціонального стану нервово–м’язового апарату в розвитку втоми.
5. Роль змін показників вегетативних функцій в розвитку втоми.
6. Особливості розвитку втоми при напруженій м’язовій роботі різного характеру і потужності.

Склала: доц. Бергтраум Д.І.
Затверджено на засіданні
кафедри анатомії і фізіології
"___27_" __серпня____ 2025 р.
протокол № ___1___
Зав. кафедри _____Вовканич Л.С.

Львів 2025

В загальному розумінні втома визначається як сукупність змін в фізичному і психічному стані людини і тварини, що розвивається в результаті діяльності та приводить до тимчасового зниження її ефективності. Суб”активне відчуття втоми називається втомленістю.

Втома – це теоретична і практична проблема фізіології при трудовій, спортивній, підводній, високогірній, космічній діяльності, так як вони пов”язані з питаннями фізичної працездатності, максимального використання резервних можливостей організму людини.

Висвітленню різних сторін проблеми втоми відведено значне місце в роботах таких вчених: І.М. Сеченова, І.П. Павлова, Л.О. Ухтомского, А.А. Орбелі, Г.В. Фольборта та їх учнів. Основні сучасні положення і великий фактичний матеріал з проблеми втоми викладений в монографіях, оглядових статтях зарубіжних та вітчизняних дослідників (див. список літератури).

І.М.Сеченов обґрунтував нервову природу втоми і намітив шляхи подальших досліджень цієї проблеми. Він прийшов до висновку, що “джерело відчуття втоми поміщають звичайно в працюючі м”язи, я ж поміщаю його ... виключно в ЦНС”. Ці висновки І.М. Сеченова були неправильно сприйняті і зрозумілі рядом фізіологів і біохіміків. Причини втоми шукали виключно тільки в ЦНС, відкинувши значення периферичних механізмів втоми.

Г.Фольборт, спираючись на основні положення і методи І. Павлова довів, що в різних органах при інтенсивній або тривалій діяльності наступають зміни, які в основному характеризуються послабленням функцій органу, зниженням його ефективної роботи.

М. Яковлєв вважає, що втома – це стан організму, що виникає внаслідок напруженої або тривалої діяльності. Вона характеризується зниженням працездатності і суб”єктивно сприймається людиною як відчуття місцевої або загальної втоми. Втома, відзначав М. Яковлєв, це цілісна реакція організму, що розвивається при ведучій і інтегруючій ролі ЦНС.

В питанні про фізіолого-біохімічні механізми м”язової втоми було запропоновано багато різних теорій. Причини втоми можуть бути як центральні так і периферичні. В одних теоріях пов”язували причини виникнення втоми тільки з діяльністю нервової системи, зокрема кори великих півкуль – це так

звані центрально нервові теорії (І. Сеченов). В інших теоріях, причини виникнення втоми безпосередньо локалізувались в працюючих м”язах :

1. теорія “виснаження” енергетичних субстратів
2. теорія “забруднення” м”язів при неповному окисленні енергетичних субстратів
3. теорія “отруєння” в результаті накопичення “кенотоксинів” (т.з. м”язових ядів) в м”язах при фізичній роботі
4. теорія гіпоксична (“удушення”) в результаті наростання нестачі кисню в працюючих м”язах.

На сьогодні одержані експериментальні дані не дають підстав для локалізації причин втоми в будь-якому одному органі або системі органів, в т.ч. і нервовій системі. В багатоланковій ж системі, що забезпечує продуктивність м”язової роботи, зниження працездатності може бути викликано недостатньою роботою не тільки нервової системи, але і різних інших робочих ланок: скелетних м”язів, органів дихання, серця, залоз внутрішньої секреції та інших.

Згідно сучасним уявленням про м”язову втому, вона пов”язана: по-перше, з наявністю “багато системних “ змін показників функцій, тобто змін не в якомусь конкретному органі чи системі органів, а в багатьох із них, по-друге, з різним співвідношенням діяльності органів, погіршення показників функцій яких спостерігається при виконанні тієї чи іншої фізичної роботи.

В процесі напруженої м”язової діяльності, втома може бути до певної степені подолана за рахунок активації нервових і гуморальних механізмів, що забезпечують донесення кисню і поживних речовин до працюючих органів.

Іще в 1935 році Е.Сіменсон виділив період подолання втоми. В подальшому стали розрізняти два періоди (фази) в складному процесі розвитку втоми при напруженій м”язовій діяльності: перший - скритий (доланий) або компенсована втома і другий - явно виражений або некомпенсований, або період прогресуючого зниження працездатності.

І на сьогодні накопичилась значне число наукових даних, щоб позначити перший період (фазу), період передвтоми, терміном “компенсуєма втома” (але не компенсована), підкреслюючи цим, що повної компенсації діяльності функціональних елементів, що знижуються в цей період немає, а компенсаторні

механізми активно і ефективно функціонують лише якийсь нетривалий час, після якого працездатність знижується, втома стає явною. Приклади…..

При виконанні будь-якої вправи проходять функціональні зміни в стані нервових центрів, що керують м”язовою діяльністю і регулюють її вегетативне забезпечення. При цьому найбільш “чутливими” до втоми є коркові нервові центри. Проявами центрально нервової втоми являється порушення в координації функцій (зокрема рухів), виникнення відчуття втоми.

Механізми центрально нервової втоми залишаються іще далеко не виясненими. Згідно теорії І. Павлова, втома нервових клітин є проявами поза граничного , охоронного гальмування, що виникає внаслідок їх інтенсивної (тривалої) активності.

Отже, дуже важлива роль при втомі належить процесам, що проходять в ЦНС. Діяльність ЦНС, як і інших систем організму, може погіршуватись як первинно, так і вторинно. При розумовій роботі, при важких для спортсмена ситуаціях, при боязні суперника і в деяких інших ситуаціях зміни в діяльності нервової системи являються первинними факторами, що викликають втому. Вторинно діяльність нервової системи пригнічується при збільшені в крові вмісту недоокисленних метаболітів при обміні речовин, виникнення гіпоксії, гіпоксемії, зміни концентрації гормонів в крові і т.д. В результаті погіршується програмування і координація рухових і вегетативних функцій, що приводить до зниження продуктивності роботи спортсмена і виникнення відчуття втоми.

Кожна клітина, кожний орган володіє здатністю до певної міри, протистояти втомі. Але особлива роль в цьому відношенні належить нервовій системі, яка, програмуючи і координуючи всі рухові і вегетативні функції, може змінювати форми координації, замінюючи в роботі клітини і органи, що втомились – не втомленими або менш втомленими, підвищувати степінь мобілізації ресурсів в працюючих органах і тканинах і т.д. В наслідок чого значно віддаляється момент виникнення втоми і зниження працездатності.

Втома може бути зв”язана із змінами в самому виконавчому апараті – працюючих м”язах. При цьому м”язова (периферична) втома являється результатом змін, що виникають або в самому скоротливому апараті м”язових волокон, або в нервово м”язових синапсах, або в системі електромеханічного

зв”язку м”язових волокон. При будь-якій із цих локалізацій м”язова втома проявляється зниженням скоротливої здатності м”язів. Приклади....

Іще в минулому столітті були сформульовані три основні механізми (теорії) м”язової втоми, про які вже згадувалось вище, це – виснаження енергетичних ресурсів, забруднення, отруєння, гіпоксичний. На сьогодні вияснено, що роль цих механізмів в розвитку втоми неоднакова при виконанні вправ різної потужності та різного характеру.

Втома може бути пов”язана із змінами в діяльності вегетативної нервової системи і залоз внутрішньої секреції. Роль залоз внутрішньої секреції (гормонів) особливо велика при довготривалому виконанні фізичних вправ. Зміни в діяльності ендокринної системи може привести до порушення регуляції вегетативних функцій, енергетичного забезпеченні м”язової діяльності і т.д.

Причиною розвитку втоми можуть бути зміни в діяльності систем вегетативного забезпечення, перш за все дихальної і серцево – судинної систем. Головні наслідки таких змін - зниження киснево - транспортних можливостей організму працюючої людини.

Втома при напруженій м”язовій діяльності – це складний процес, що зачіпає всі рівні функціонування організму (починаючи від молекулярного, субклітинного, клітинного, органного, системного і до рівня реакцій цілісного організму), тому поява зовнішніх ознак зниження працездатності буде залежати від кількості і маси найбільш активно функціонуючих елементів, від інтенсивності і тривалості навантаження.

Отже, для різних фізичних вправ характерна специфічна комбінація ведучих систем (локалізація втоми) і механізмів, що викликають втому.

При виконані вправ максимальної анаеробної потужності найбільш важливу роль в розвитку втоми відіграють процеси, що проходять в ЦНС і в нервово - м”язовому апараті. Під час виконання цих вправ вищі рухові нервові центри повинні активувати максимально можливе число спинальних мотонейронів працюючих м”язів і забезпечити максимально можливу високочастотну імпульсацію. Така інтенсивна “рухова команда” може підтримуватись лише на протязі декількох секунд. Особливо швидко знижується частота імпульсів і відбувається виключення швидких мотонейронів. Дуже швидко

використовуються фосфагени в працюючих м”язах, особливо креатин фосфат, так що одним із ведучих механізмів втоми при виконанні таких вправ є виснаження фосфагенів. Анаеробне окислення розвивається повільно, тому за декілька секунд роботи концентрація лактату в м”язах , що скорочуються, зростає незначно. Системи вегетативного забезпечення в силу їх інертності не відіграють вирішальної ролі в виконані таких вправ і відповідно як причина розвитку втоми.

При виконанні анаеробної роботи субмаксимальної потужності ресинтез фосфагенів здійснюється досить швидко і тому в кінці роботи не виявлено помітного їх зменшення. Головна причина втоми при виконані таких вправ пов”язана з інтенсивним гліколізом, накопиченням лактату в м”язах і крові та зумовлене ним зниження pH в м”язових клітинах (міозитах) і крові. Ці обидва фактори приводять до зменшення швидкості глікогенолізу в м”язах і здійснюють негативний вплив на діяльність ЦНС. При анаеробній роботі субмаксимальної потужності додатковим фактором, що лімітує працездатність служать функціональні можливості киснево транспортної системи.

Вправи аеробного характеру субмаксимальної потужності здійснюють велике навантаження на серцево-судинну систему. Енергозабезпечення працюючих м”язів при виконані таких вправа забезпечується за рахунок аеробного окислення глікогену м”язів і глюкози крові. Головним механізмом розвитку втоми при виконані таких вправ служить виснаження запасів глікогену в працюючих м”язах і печінці. Певну роль в розвитку втоми відіграє необхідність підтримання певної температури тіла по мірі виконання роботи (робоча гіпертермія).

Вправи аеробного характеру малої потужності в значній мірі характеризуються тією ж локалізацією і механізмами розвитку втоми, як і вправи аеробного характеру середньої потужності. Відмінність полягає лише в більш повільному наступі описаних процесів і в більшому використані жирів, а недоокисленні продукти обміну, які можуть поступати в кров, будуть важливим фактором розвитку втоми.

При ациклічних видах фізичних вправ відмічаються різні форми втоми. У всіх спортивних іграх в результаті необхідності постійного нового

програмування гравцями своїх дій при вирішені складних рухових завдань спостерігається втома вищих відділів ЦНС. Це приводить до зниження швидкості і координації рухів і погіршення функціонування деяких аналізаторів. В таких видах спорту як хокей, футбол суттєву роль відіграє (як і при циклічних вправах субмаксимальної потужності) недостатнє забезпечення киснем і накопичення кисневого боргу.

При гімнастичних і важкоатлетичних вправах втома відбивається перш за все на функціональному стані м"язів. Знижується їх збудливість, зменшується сила, змінюється твердість, в"язкість, скоротливість та розслаблення м"язів.

При статичних зусиллях із значним напруженням однієї із причин виникнення втоми є зниження сили внаслідок виключення діяльності деяких найменш стійких м"язових волокон (РО).

Література

1. Вовканич Л.С. Фізіологічні основи фізичного виховання і спорту: навч. посібник для перепідготовки спеціалістів ОКР "бакалавр" / Вовканич Л.С., Бергтраум Д.І. – Л.: ЛДУФК, 2013. – Ч. 2. – 196 с.
2. Вілмор Дж.Х., Костіл Д.Л. Фізіологія спорту. – К.: Олімпійська література, 2003. – 655 с.
3. Методичний посібник до лабораторних занять з фізіології. / за ред. Є.О. Яремка . Л.: 1990. – 143 с.
4. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія. – Львів, Сполом, 2006.- 159 с.
5. Яремко Є.О. Фізіологія спорту та фізичних вправ. – Львів, ЛП, 2010. - 180 с.
6. Яремко Є.О.Фізіологія фізичного виховання і спорту: навч. посіб. для практичних занять / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич. – Л. : ЛДУФК, 2014.– 192 с.