Лекція 4

Адаптативні процеси

План лекції

1. **Вступ.**
2. **Адаптивність та адаптивні можливості.**
3. **Ефект розминки.**
4. **М’язовий тонус**
5. **Біль та ушкодження м’язів**
6. **Відновні процеси**

1. Вступ

Працездатність при постійному обсязі тренування істотно зростає вже в початковому періоді. Надалі працездатність підвищується ще в деякій мірі, поки не досягне стабільного стійкого рівня (плато) - межі працездатності. І подальше підвищення працездатності можливо лише в тому випадку, якщо наростає обсяг тренувань. Стабільний рівень, який досягається шляхом граничного збільшення обсягу тренувань, відображає максимум працездатності; продовження тренування не дає більшого ефекту. Ця тимчасова крива може бути застосована в принципі до всіх форм тренування. Фізіологічні зрушення, викликані адаптацією в період тренування, можуть змінюватися в зворотному напрямку після її припинення.

Процеси адаптації, пов'язані з тренуванням, істотно варіюють в залежності від її змісту. Може відбуватися адаптація скелетних м'язів (метаболічні зміни або збільшення площі поперечного перерізу), серця або дихальної системи (збільшення максимальної дихальної здатності) або нервової системи (внутрішньо-і міжм'язової координація). Велика частина цих змін дуже істотна для підвищення працездатності.

Для того, щоб оцінити ступінь адаптації (тренованості), необхідно знати початковий стан тренованості. Ступінь (стан) адаптації до фізичної роботи має індивідуальний характер. У одного і того ж людини вона залежить від характеру і величини (обсягу) фізичного навантаження.

Тренування на витривалість викликає виразні зміни багатьох фізіологічних показників. З них найбільш різко виражене збільшення серцевого обсягу (дилатація серця) і маси серця (гіпертрофія мускулатури стінки). У спортсменів, що тренуються на витривалість, відбувається також виразне підвищення життєвої ємності легень (ЖЕЛ). Головний фактор у працездатності, вимагає витривалості, - це адекватне надходження кисню в м'язи, яке визначається максимальним серцевим викидом.

2. Адаптивність та адаптивні можливості

Ефективність адаптації людини пов'язується з такими поняттями як адаптивність та адаптаційні можливості. В узагальненому вигляді співвідношення адаптивності та адаптаційних можливостей є таким: адаптивність - це сама спроможність людини до адаптації, а адаптаційні можливості - це ті властивості, які цю спроможність забезпечують.

Адаптивність - це природжена та набута здатність до адаптації, тобто пристосування до всієї багатоманітності життя при будь-яких умовах (В.І. Гарбузов).

Адаптаційні можливості людини являють собою стійкі резистентні характеристики індивідуально-типологічного та особистісного рівня людської індивідуальності, які забезпечують спроможність успішно адаптуватись до різноманітних вимог життєдіяльності і виявляються як у фізіологічному плані (від біохімічного рівня до рівня безумовно- та умовно-рефлекторної регуляції діяльності), гак і (найголовніше) у психологічному плані, спрямовуючи поведінку особистості.

Наприклад, до адаптаційних можливостей відносять: інстинкти, темперамент, конституцію, емоції, рівень природжених властивостей інтелекту, спеціальні здібності, зовнішні дані і фізичний стан організму; а до проявів високої чи нормальної адаптивності - сприятливі психофізичні дані, високу працездатність, витривалість, стресотолерантність, психічну і фізичну гармонійність, гармонійність природжених і сформованих за життя особистісних якостей. При цьому рівень адаптивності підвищується чи знижується під впливом виховання, навчання, умов і способу життя, а полегшують чи утруднюють адаптацію людини у реальному житті її особистісні особливості, орієнтації, вибір, ієрархія систем цінностей, цілей і потреб, рівень вербального інтелекту і культури, емоціональної експресії і міжособистісних стосунків. (В.І. Гарбузов).

В якості суттєвого компоненту адаптаційних можливостей людини можна розглядати поняття особистістю адаптаційного потенціалу, який характеризує рівень розвитку взаємопов'язаних психологічних характеристик, що найбільш значущі для регуляції психічної діяльності й процесу адаптації, і зумовлює величину діапазону факторів зовнішнього середовища, до яких організм може пристосуватись (А.Г. Маклаков).

Адаптаційні можливості людини характеризує здатність швидко ії ефективно ліквідувати або компенсувати дію несприятливих факторів оточуючого середовища.

3. Ефект розминки

Мета розминки – підвищення внутрішньої температури тіла та руйнування тимчасових зв’язків сполучної тканини.

Підвищення температури в наслідок розминки може:

- збільшити дисоціацію кисню з гемоглобіну і міоглобіну;
- збільшити м'язовий кровотік;
- збільшити метаболічні реакції;
- знизити в'язкість м'язів;
- збільшити розтяг сполучної тканини;
- підвищити швидкість передачі потенціалів дії.

Підвищення температури мязу на $3,1^0$C зменшує тривалість його скорочення на 7% і часу напіврелаксації відповідно на 22%. Зниження температури мязу на $8,4^0$C збільшує тривалість скорочення на 38% та напіврелаксації до 93%. Такі дані свідчать що релаксація в більшій мірі залежить від температури ніж від зусилля м'язу.

Вважається що найкращою стратегією забезпечення зміни температури м'язу являється активне його скорочення. Більша частина загальної затрати енергії забезпечується аеробними процесами якщо є активна розминка.

Середня тривалість розминки повинна складати 5 хв. тобто достатньою для появи потовиділення і підвищення ЧСС у нетренованої особи. Температура м'язу знижується приблизно через 15 хв. після розминки.

Чим більший розтяг тим більший пасивний опір м'язу. Під час розминки руйнуються тимчасові актин-міозинові зв'язки які збільшують пасивну жорсткість м'язу. (жорсткість – це нахил графіка сили-довжини, зміна сили на одиницю вимірювання довжини. Наприклад: щоб піддати розтягу жорстку пружину хоча би на декілька міліметрів необхідно прикласти неабияку силу).

4. М'язовий тонус

Тиксотропія – це якість, якою наділені різноманітні гелі, у тому числі м'яз і характеризується в перетворенні на рідку субстанцію при встряхуванні. Гелі робляться рідкими при встряхуванні, перемішуванні та інших фізичних зрушень. І застигають при відносному спокої.

М'язовий тонус – це опір релаксованого м'язу на розтяг. Опір може бути доповнений рефлексом розтягу. Але рефлекс розтягу не проявляється у осіб які релаксовані, під час швидкості розтягу є в межах малої та середньої амплітуди. Зміну м'язового тонусу можна використовувати для визначення патологічного стану.

Зниження м'язового тонусу (гіпотонус) з'являється у осіб з паталогічними змінами в півкулях мозочка та периферичним ураженням. Як правило гіпотонус обумовлений зниженням рівня збудливості рефлексу розтягу.

Підвищення м'язового тонусу (гіпертонус) обумовлюється стійким станом активності рухових нейронів.

Формами гіпертонусу є:

- м'язова спастичність
- ригідність

М’язова спастичність – паталогічний стан збудливості рефлексу розтягу м’язу. Рефлекс розтягу спастичного м’язу більш сильніший ніж у нормі. При патології рефлекс розтягу підсилюється при збільшенні швидкості розтягу м’язу.

В основі м’язової спастичності лежать багато механізмів:
- зміна у бік підвищення збудливості рухових нейронів;
- постсинаптичне підвищення чутливості до нейромедіатора;
- збільшення ділянок рухових одиниць;
- підвищення пасивних тиксотропних властивостей м’язу.

Симптоми м’язової спастичності:
- підвищений пасивний опір до руху в одному напрямку;
- підвищена активність сухожилкового рефлексу;
- вимушене положення кінцівки;
- нездатність релаксувати відповідний, конкретний м’яз;
- неможливість виконати рух у суглобі в обидвох напрямках.

Ригідність м’язу – це стан, який включає опір до пасивного руху в обидвох напрямках, і не залежить від швидкості руху. Підчас ригідності не проявляється підвищення сухожилкових рефлексів. Найбільший прояв ригідності можна спостерігати при хворобі Паркінсона. При пасивних рухах у суглобі відчувається опір протягом всього руху (феномен “олов’яної трубки”) або періодичне збільшення опору (феномен “зубчатого колеса”).

Гнучкість

Існують відмінності у визначенні нормальної гнучкості. Для дисциплін таких як фізичне виховання, спортивна медицина характерне найбільш просте тлумачення гнучкості: це амплітуда можливого руху суглоба або групи суглобів. В інших дисциплінах гнучкість виражається дещо інше.

Під гнучкістю розуміють розтяг довкола суглобових тканин, які забезпечують нормальний або фізіологічний рух суглоба або кінцівки. Гіпермобільність або надмірна рухливість суглоба в основному характеризують рух який перевищує нормальний або фізіологічний.

Види гнучкості:
- статична гнучкість – характеризує амплітуду руху суглоба без акценту на швидкість (наприклад повільний нахил тулуба вперед і досягання пальцями рук підлоги)
- балістична гнучкість – в основному стосується з стрибаючими та ритмічними рухами
- динамічна гнучкість – це можливість використовувати амплітуду руху суглоба при руховій активності з нормальною або високою швидкістю.

Мета гнучкості – довготривала зміна амплітуди руху.

Збільшення амплітуди руху можна виконувати шляхом статичного (пасивного розтягу) або динамічного навантаження.

Найкращим способом збільшення амплітуди руху вважається розтяг який поєднується із задіянням м’язів антагоністів. Одним з най розповсюджених способів є фіксаційно-релаксаційний розтяг, який має 2 види:

- виконується спочатку максимальне ізометричне напруження м’язів (антагоністів), які підлягають розтягу із наступним розслабленням їх і збільшенням до можливої амплітуди руху.
- виконується напруження м’язів агоністів з розтягом антагоністів. Такий вид розтягу потребує партнера.

Цей метод в основному застосовується для розтягу м’язів, тому що після напруження м’язу зменшується збудливість м’язового веретена та відповідно α – мотонейрону, і цей ефект приблизно триває протягом 10 сек. Також спостерігається зменшення проявів сухожилкових рефлексів до 30 сек.

В основному вправи на розтяг скеровані на зміну довжини структур сполучної тканини. Сполучна тканина найбільше піддається розтягу при більш високих температурах, а збільшення довжини м’язу найкраще зберігається коли розтяг відбувається при охолодженні м’язової тканини.

5. Біль та ушкодження м’язів

Біль – це неприємне сенсорне і емоційне переживання асоційоване з дійсним або потенціальним ушкодженням тканин або описане в термінах такого ушкодження. Біль є завжди суб’єктивним. Кожен індивідуум довідується значення цього слова завдяки набутого досвіду, який був пов'язаний з травмою чи ушкодженням отриманим в ранньому віці. Цей термін не використовується для організмів, які не можуть повідомити про нього (новонародженні, хворі в коматозному стані, вербально обмежені, тварини, рослини).(з лекції курсу неврологів).

Біль м’язів може проявитись по різному, одразу, підчас рухової активності, так і після від декількох годин до 4-х і більше діб. Біль який проявляється одразу свідчить про м’язовий розтяг, деформацію, а біль який з’явився після навантаження свідчить в основному про внутрішньоклітинне ушкодження, яке обумовлено запальним процесом.

Біль який не проявляється по проходженні 24 – 48 год. після виконання рухової активності описується, як **біль м’язів із затримкою прояву**, і він є найбільш вираженіший протягом цього періоду

Проявами або симптомами цього явища є:

- підвищення вмісту в плазмі крові ферментів (креатинкіназа);
- підвищення вмісту міоглобіну;
- підвищений вміст білкових метаболітів;
- структурне пошкодження внутрішньо клітинних компонентів м’язових волокон (світловий чи електронний мікроскоп);
- тимчасова поява м’язової слабкості.

Однією з причин виникнення такого ефекту є виконання вправ ексцентричного характеру.

Наслідком напруженого навантаження зокрема ексцентричного характеру біль м’язів із затримкою прояву, не обмежується декількома днями, набряк травмованого м’язу може тривати протягом до 10 діб, а підвищена інтенсивність сигналів на МРТ, УЗД протягом 60 діб.

Під час ексцентричного напруження м’язів у роботу включаються менше рухових одиниць з більш низьким споживанням кисню.

Існує думка що фізична активність, яка підсилює як метаболічні, так і механічні чинники можуть сприяти ушкодженню м’язу і таким чином викликати в ньому біль.

Метаболічні чинники:

- висока температура, яка може руйнувати білкові структури;
- недостане мітохондральне дихання, яке може знижувати рівні аденозинтрифосфата і відповідно енергії необхідної для утилізації кальцію з цитоплазми;
- понижений рівень pH, який обумовлений підвищеним рівнем молочної кислоти;
- утворення вільних радикалів O2 і пероксидне окислення ліпідів, яке можуть ініціювати м’язову травму.

Механічним чинником являється високе м’язове напруження. Загальним механізмом для метаболічний і механічних чинників являється втрата кліткового кальцієвого гомеостазу. Висока концентрація внутріклітинного кальцію збуджує протеолітичні та ліполітичні структури, які можуть запукати **автогенез** – процес руйнування кліткових структур.

Структурні порушення м’язу включають:

- руйнування сарколеми
- розширення поперечної трубкової системи
- деформації міофібрилярних компонентів
- фрагментацію саркоплазматичної ретикулярної тканини
- паталогічні зміни оболонки клітин
- ушкодження цитоскелету
- зміни внутрішньоклітинної міофібрилярної матриці
- набубнявнення мітохондрій

Такі зміни відбуваються безпосередньо одразу після тренування і тривають протягом післятренувального періоду і характеризуються збільшеною проникливістю клітин до різних ферментів. Рівень та вміст ферментів в м’язах пов'язаний з типом та інтенсивністю рухової діяльності. І цей рівень є більший при ексцентричному та інтенсивному напруженні.

Ушкодження м’язових волокон супроводжується і ушкодженням сполучної тканини. Одним з показників руйнування сполучної тканини підчас навантажень є зміна рівня оксипроліну, який виділяється з сечею і являється компонентом сформованого колагену.

6. Відновні процеси

Відновні процеси м'язу після навантаження мають 4 стадії:

- початкова стадія – це терапевтична процедура, яка викликає ушкодження
- автогенетична – запускає протеолітичну та ліполітичну системи для ініціювання руйнування кліткових структур (автогенез)
- фагоцитарна – включає запальну реакцію яка триває від 4 год. до 4 діб
- заключна стадія – характеризується відновленням м'язових волокон і починається приблизно через 4 доби.

Функціональними наслідками таких реакцій є:

- початкове зниження м'язової сили
- зменшення амплітуди руху внаслідок набряку та підвищеного тиску на больові рецептори.

Такі зміни мають короткочасний ефект і відновлення м'язових волокон відбувається, як правило в повному об'ємі. Систематичне, дозоване, окреме тренування приблизно протягом 6 тижнів вже не буде викликати ушкодження м'язу при фізичному навантаженні. Але розтяг та розминка перед тренуванням не мають впливу на рівень **болю м'язів із затримкою прояву.**

Також крім цього явища м'яз може мати короткочасне і больове відчуття.

М'язовий спазм – больове мимовільне скорочення м'язу, яке обумовлено периферичними стимулами або подразниками.

М'язова деформація – це суттєве ушкодження, яке визначають, як травма. М'язову деформацію також ще називають розтягом або розривом.

Відповідно клінічних досліджень такі деформації постійно відбуваються між м'язом та сухожилком. Найбільше деформуються двох суглобові м'язи. І найбільше це відбувається при ексцентричному напруженні. Як правило деформація супроводжується крововиливом і відповідно накопиченням її в підшкірних ділянках. Найбільш ефективним лікуванням є відпочинок м'язу, прикладання холодного компресу (льоду), потім вправи на амплітуду і функцію. Активне скорочення м'язу яке піддає розтягу сухожилок є у 2 рази більш травматичним ніж пасивне.

Такі чинники, як втома, слабкість які зменшують скоротливу функцію м'язу можуть також викликати деформацію.

Рекомендована література

Базова

1. Белова А. Н., Щепетова О. Н. Шкалы, тесты и опросники в медицинской реабилитации. – М.: Антидор, 2002. – 440 с.
2. Гэлли Р. Л., Спай Д. У., Симон Р. Р. Неотложная ортопедия.: Пер. с англ. – М.: Медицина, 1995. – 432 с.: ил.
3. Качесов В. А. Основы интенсивной реабилитации. Травма позвоночника и спинного мозга. ЭЛБИ-СПб.: Санкт-Петербург, 2003. – 128 с., ил.
4. Триумфов А. В. Топическая диагностика заболеваний нервной системы. – 4-е изд. Л.: Медгиз, 1959. – 276 с., ил.

5. Мухін В. М. Фізична реабілітація. – К.: Олімпійська література, 2000. – 424с., іл.
6. Окамото Г. Основи фізичної реабілітації. Перекл. з англ. – Львів: Галицька видавнича спілка, 2002. – 325 с.
7. Барден І., Фоґель А., Водражке Ґ. Домашня опіка хворих та немічних. Великий довідник видавництва "ТРІАС". – Львів: Стрім, 2000. – 316 с.
8. Герцик А. М. Можливості використання в Україні канадського досвіду організації клінічної діяльності фахівців фізичної реабілітації // Бюлетень львівської обласної асоціації фахівців фізичної реабілітації. Львів 2004. Вип. 11. С. 2 – 5.
9. Кобелєв С. Ю. Мануальний м'язовий тест – ефективний спосіб визначення сили м'язів для осіб з пошкодженням спинного мозку // Молода спортивна наука України: Зб. наук. праць з галузі фізичної культури та спорту. Вип. 8: У 4-х т. – Львів : НФВ "Українські технології", 2004. Т – 2. – 455 -459 с.
10. Основы физиологии человека: В 2 т. / Брин В . Б., Вартанян И. А., Данияров С. Б., Захаров Ю. М. и др. – СПб.: Международный фонд истории науки, 1994. Т.1 – 567 с., т.2 – 413 с.

Допоміжна

11. Кузнецов В. Ф. Вертеброневрология; Клиника, диагностика, лечение заболеваний позвоночника/ В. Ф. Кузнецов. – Мн.: Книжный Дом, 2004. – 640с., ил.
12. Мухін В. М. Фізична реабілітація. – К.: Олімпійська література, 2000. – 424с., іл.
13. Триумфов А. В. Топическая диагностика заболеваний нервной системы. – 4-е изд. Л.: Медгиз, 1959. – 276 с., ил.
14. Frederick M. Maynard, Jr., M. D., Chairman International Standarts for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury, Revised 1996// American Spinal Injury Association International Medical Society of Paraplegia ASIA/IMSOP – 1996. 21 – 23s.
15. Physical rehabilitation: assessment and treatment / [edited by] Susan B. O'Sullivan, Thomas J. Schmit. – 4th ed. 1153 2002
16. Susan B. O'Sullivan, Thomas J. Schmit. Physical rehabilitation: assessment and treatment / [edited by] – 4th ed. 2002. 1053p.

Перелік контрольних питань

1. Зміни яких фізіологічних показників викликає тренування на витривалість?
2. Визначення адаптивності.
3. Характеристика основних складових адаптаційних можливостей людини.
4. Фізіологічна відповідь організму на розминку.
5. Що таке м'язовий тонус і його основні види.
6. Основні клінічні симптоми гіпотонусу м'язів.
7. Основні клінічні симптоми м'язової спастичності та ригідності.
8. Характеристика основних видів гнучкості.
9. Визначення та механізм болю.

10. Основні симптоми болю м’язів із затримкою прояву.
11. Метаболічні чинники ризику ушкодження м’язу.
12. Механічні чинники ризику ушкодження м’язу.
13. Структурні порушення при ушкодженні м’язу.
14. Характеристика стадій відновного процесу м’язу після навантаження.
15. Клінічна ознаки м'язового спазму.
16. Клінічні ознаки м'язової деформації