

Практичне заняття 16

Енергозабезпечення м'язової діяльності. Системи енергозабезпечення м'язової діяльності і їх функціонування

План:

1. Енергозабезпечення м'язової діяльності.
2. Загальна характеристика аеробної системи енергозабезпечення.
3. Здійснення діяльності аеробної системи енергозабезпечення.
4. Етапи здійснення діяльності аеробної системи енергозабезпечення.
5. Лактатна система енергозабезпечення.
6. Ємність лактатної анаеробної системи.
7. Адаптаційні реакції лактатної анаеробної системи.
8. Алактатна система енергозабезпечення.

З усіх видів енергії, що утворюється і використовується в різних фізичних процесах (теплова, механічна, хімічна, гравітаційна, електромагнітна, ядерна та ін.) стосовно м'язової діяльності, основна увага має бути сконцентровано на хімічній енергії організму, джерелом якої є харчові продукти, і її перетворенні в механічну енергію рухової діяльності людини (хоча в ряді випадків у спорті доводиться стикатися з проблемою використання теплової, гравітаційної, сонячної та інших видів енергії). Відповідно до закону збереження енергії, хімічна енергія організму людини не зникає і не виникає «з нічого», а переходить з одного виду в інший: вона утворюється в результаті споживання багатих енергетичними субстратами продуктів харчування і передається навколишньому середовищу у вигляді роботи і теплоти.

Енергія, що вивільнюється під час розчеплення харчових продуктів, використовується для виробництва аденозинтрифосфату (АТФ), який депонується в м'язових клітинах і є своєрідним паливом для виробництва механічної енергії м'язового скорочення.

АТФ у процесі скорочення поставляє необхідну енергію для утворення актоміозинового комплексу, а в процесі розслаблення м'яза – забезпечує енергією активний транспорт іонів кальцію в ретикулум. Для підтримки скорочувальної функції м'яза концентрація АТФ у ній повинна знаходитися на постійному рівні від 2 до 5 ммоль/кг. Тому при м'язовій діяльності аденозинтрифосфорна кислота повинна відновлюватися з тією ж швидкістю, з якою розщеплюється в процесі скорочення, що здійснюється окремими біохімічними механізмами її ресинтезу. Енергетичні джерела ресинтезу АТФ у скелетних м'язах та інших тканинах – багаті енергією фосфатвмісні речовини. Вони є присутніми в тканинах (креатинфосфат, аденозіндифосфат) або утворюються в процесі катаболізму глікогену, жирних кислот та інших

енергетичних субстратів. Крім того, у результаті аеробного окислення різних речовин виникають енергії протонного градієнта на мембрані мітохондрій.

Ресинтез аденозінтрифосфату може здійснюватися в реакціях без участі кисню (анаеробні механізми) або за його участі (аеробний механізм). У звичайних умовах ресинтез АТФ у м'язах відбувається переважно аеробним шляхом. При напруженій фізичній роботі, коли доставка кисню до м'язів ускладнена, включаються і анаеробні механізми ресинтезу АТФ. У скелетних м'язах людини виявлено три види анаеробних і один шлях аеробного відновлення аденозінтрифосфату.

До анаеробних механізмів відносяться креатинфосфокіназний (фосфогенний або алактатний), гліколітичний (лактатний) і міокіназний механізми.

Аеробний механізм ресинтезу АТФ полягає в окислювальному фосфорилуванні, що протікає в мітохондріях, кількість яких у скелетних м'язах при аеробних тренуваннях суттєво збільшується. Енергетичними субстратами аеробного окислення служать: глюкоза, жирні кислоти, частково амінокислоти, а також проміжні метаболіти гліколізу (молочна кислота) і окислення жирних кислот (кетонові тіла).

Кожен механізм має різні енергетичні можливості, які оцінюються за такими критеріями: максимальна потужність, швидкість розгортання, метаболічна місткість і ефективність.

Максимальна потужність – це найбільша швидкість утворення АТФ у цьому метаболічному процесі. Вона лімітує граничну інтенсивність роботи, що виконується за рахунок використововуваного механізму.

Швидкість розгортання – час досягнення максимальної потужності цього шляху ресинтезу аденозінтрифосфату від початку роботи.

Метаболічна місткість – загальна кількість АТФ, яка може бути отримана у використововуваному механізмі ресинтезу АТФ за рахунок величини запасів енергетичних субстратів. Місткість лімітує об'єм виконуваної роботи. *Метаболічна ефективність* – це та частина енергії, яка накопичується в макроергічних зв'язках аденозінтрифосфату. Вона визначає економічність виконуваної роботи і оцінюється загальним значенням коефіцієнта корисної дії, що представляє відношення всієї корисно витраченої енергії до її загальної кількості, виділеної при поточному метаболічному процесі.

Загальний коефіцієнт корисної дії при перетворенні енергії метаболічних процесів на механічну роботу залежить від *двох показників*:

- ефективності фосфорилування;
- ефективності хемомеханічного спряження (ефективності перетворення АТФ на механічну роботу).

Ефективність хемомеханічного спряження в процесах аеробного і анаеробного метаболізму приблизно однакова і складає 50%.

Ефективність фосфорилування найвища в алактатному анаеробному процесі – близько 80%, і найменша в анаеробному гліколізі – у середньому 44%. В аеробному ж процесі вона складає приблизно 60%.

Таким чином, анаеробні механізми мають велику максимальну потужність і ефективність утворення АТФ, але короткий час утримання і невелику місткість через малі запаси енергетичних субстратів. Наприклад, максимальна потужність креатинфосфокіназної реакції розвивається вже на 0,5-0,7 с інтенсивної роботи і підтримується 10-15 с у нетренованих людей та до 25-30 с у високотренованих спортсменів і складає 3,8 кДж/кг за хвилину.

Гліколітичний механізм ресинтезу АТФ відрізняється невисокою ефективністю. Велика частина енергії залишається в молекулах молочної кислоти, що утворюється. Концентрація останньої знаходиться в прямій залежності від потужності і тривалості роботи, і може бути виділена тільки шляхом аеробного окислення.

Гліколіз – це основний шлях енергоутворення у вправах субмаксимальної потужності, гранична тривалість яких складає від 30 с до 2,5 хв (біг на середні дистанції, плавання на 100 і 200 м та ін.). Гліколіз – процес розщеплювання вуглеводів у відсутності кисню під впливом ферментів. Кінцевим продуктом є молочна кислота. Енергія, звільнена при гліколізі, використовується в процесі життєдіяльності.

Кисневий борг – кількість кисню, необхідна для окислення накопичених в організмі при інтенсивній м'язовій роботі продуктів обміну.

Розрізняють дві частини:

- 1) поповнення кисневих запасів і ресинтез АТФ;
- 2) усунення молочної кислоти.

Молочна кислота – джерело енергії. Вуглеводи з їжею потрапляють у кров, потім у м'язи, перетворюються на лактат, потім повертаються в кров і потрапляють у печінку, і перетворюються на глікоген. Лактат з ШМВ потрапляє до ПМВ і служить для них енергетичним паливом (75% паливо + 25% перетворюється на глюкозу в печінці та нирках). Гліколітичний механізм енергоутворення є біохімічною основою спеціальної швидкісної витривалості організму. Міокіназна реакція відбувається в м'язах при значному збільшенні концентрації АДФ у саркоплазмі. Така ситуація виникає при вираженому м'язовому стомленні, коли інші шляхи ресинтезу вже не можливі. Таким чином, анаеробні механізми є основними в енергозабезпеченні короточасних вправ високої інтенсивності. При адаптації до інтенсивних навантажень підвищується активність ферментів анаеробних механізмів і запасів енергетичних механізмів: вміст креатинфосфату в скелетних м'язах може збільшуватися в 1,5-2 рази, а вміст глікогену – майже в 3 рази.

Ресинтез АТФ забезпечується як в анаеробних, так і в аеробних реакціях із залученням в якості енергетичних джерел запасів креатинфосфату (КФ) і АДФ, що містяться в м'язових тканинах, а також багатих енергією

субстратів (глікоген м'язів і печінки, живі запаси ліпозної тканини і м'язів, окремі білки, різні метаболіти).

Системи енергозабезпечення м'язової діяльності і їх функціонування

Хімічні реакції, які призводять до забезпечення м'язів енергією, протікають в трьох енергетичних системах: 1) анаеробній алактатній (АТФ_КФ- термін дії до 25 с.), 2) анаеробній лактатній (гліколітичній)- термін дії від 25 с до 5-6хвилин., 3) аеробній – термін дії до декілька годин..

Система АТФ – КФ – забезпечує організм енергією шляхом використання АТФ м'язів і розщеплення креатин фосфату (КФ) з відновленням запасу АТФ у м'язових клітинах.

У лактатній системі енергозабезпечення ресинтез АТФ відбувається за рахунок розщеплення глюкози і глікогену за відсутності кисню. Цей процес прийнято позначати як анаеробний гліколіз. У процесі анаеробного гліколізу використовується глюкоза, що знаходиться в крові, а також утворюється в наслідок розщеплення глікогену, що міститься в м'язах і печінці. Анаеробний гліколіз забезпечує неповне розщеплення глюкози – утворення АТФ супроводжується накопиченням побічного продукту метаболізму – молочної кислоти.

Аеробна система енергозабезпечення значно поступається алактатній і лактатній по потужності енергопродукції, швидкості включення в забезпеченні м'язової діяльності, однак багатократно перевершує по ємності і економічності.

Особливістю аеробної системи є те, що утворення АТФ в клітинних органелах – мітохондріях, що знаходяться в м'язовій тканині і примикають до міофібрил, або розкиданих по саркоплазмі, відбувається за участю кисню, який доставляється киснево-транспортною системою, чим зумовлюється висока економічність аеробної системи, а достатньо великі запаси глікогену в м'язовій тканині й печінці, а також практично необмежені запаси ліпідів у адіпозній та м'язовій тканинах – її ємність.

Виникнення енергії в перших двох системах здійснюється в процесі хімічних реакцій, які не потребують наявності кисню. Третя система передбачає енергозабезпечення м'язової діяльності в результаті реакцій окислення, що протікають за участю кисню.

Питання для самоперевірки та контролю знань

1. Назвіть, у яких умовах може здійснюватися ресинтез АТФ?
2. Які механізми аеробного і анаеробного ресинтезу АТФ?
3. Що таке гліколіз?
4. Дайте визначення молочної кислоти і охарактеризуйте її роль в енергозабезпеченні м'язової діяльності.

Список використаної літератури:

1. Шамардіна Г.М. Основитеорії та методики фізичноговиховання / Г.М. Шамардіна. – 2-ге вид., перероб. та доп., - Дніпропетровськ: Пороги, 2007. – 425 с.
2. Круцевич Т. Ю. Теорія і методика фізичного виховання / Круцевич Т. Ю. – Т. 1, 2. – К. :Олімпійська л-ра, 2008. – 392 с.
3. Озолин Н.Г. Настольная книга тренера. / Н.Г. Озолин. – М.: ООО «Издательство Астрель», 2002. – 864с.
- 4.Платонов В.Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и ее практическое применение / В.Н. Платонов. – К.: Олимп. лит., 2013. – 624 с.
5. Платонов В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В.Н. Платонов. – К.: Олимпийская литература, 1997. – 583с.
6. Теория и методика физической культуры: учебник /Под ред. проф. Ю.Ф. Курамшина. – М.: Советский спорт, 2003. – 464с.
7. Холодов Ж.К. Теория и методика физического воспитания и спорта / Ж.К. Холодов, В.С. Кузнецов. – М.: Издательский центр «Академия», 2002. – 480с.
8. Сокирко О. С., Клопов Р.В. Теорія спортивного тренування: Навчальний посібник для факультету фізичного виховання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямів підготовки «Фізичне виховання», «Спорт», «Здоров'я людини» / О.С. Сокирко, Р.В. Клопов – Запоріжжя: ЗНУ, 2014. – 113 с.