

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет біології, географії та екології**  
**Кафедра біології людини та імунології**

**БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ МІНЕРАЛЬНИХ РЕЧОВИН ПРИ**  
**РУХОВІЙ АКТИВНОСТІ**

**Кваліфікаційна робота**

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконала: студентка 411 групи

Спеціальності: 091 Біологія

Освітньо-професійної програми Біологія

Франєвич Яна

Керівник к.б.н., доцент Головченко І.В.

Рецензент д.б.н., професор Чорноморського  
національного університету імені Петра  
Могили Чернозуб А.А.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>3</b>
<b>РОЗДІЛ 1. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РУХОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....</b>	<b>5</b>
1.1. Структура та функції скелетних м'язів.....	5
1.2. Роль нервової системи в регуляції рухів.....	12
<b>РОЗДІЛ 2 МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ...</b>	<b>19</b>
2.1. Роль мінеральних речовин.....	19
2.2. Обмін води та мінеральних речовин під час м'язової діяльності	26
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>29</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>62</b>

## ВСТУП

На сьогоднішній день велика кількість людей у світі веде активний спосіб життя. Одні люди відвідують різні тренажерні зали для підтримання / покращення морфометричних показників свого тіла. Інші для безпечних умов існування, в зв'язку з поширенням COVID-19, обирають не громадський транспорт та маршрутні таксі, а саме піші прогулянки або ж їзду на велосипеді. Не говорячи вже про людей-спортсменів, так, як в сучасних умовах спортивна діяльність призводить до значного напруження фізичних, розумових та емоційних сил. Кожному спортсмену хочеться досягнути кращих результатів (перебити рекорд, перемогти в очній зустрічі, зайняти вище місце). Реалізація всього цього призводить до необхідності підвищувати об'єм навантажень, освоювати нові технології і т.д. На сьогоднішній день проведено велику кількість досліджень зміни мінерального статусу організму людини в умовах різних видів навантаження. В більшості випадків дані дослідження стосувалися людей зрілого віку та спортсменів [5, 12, 13, 20, 21, 22, 23].

Для багатьох людей, рухова активність - забезпечується тільки активною роботою наших м'язів. Але це не так, для виконання елементарних рухових актів потрібна взаємодія всіх систем організму. Нервово-ендокринна регуляція забезпечує включення в роботу всіх систем організму; дихальна – поглинання кисню для окисно-відновних реакцій та виділення вуглекислого газу; серцево-судина – рух крові (поживних речовин) до кожної клітини організму і т.д. При активній руховій діяльності в тканинах та біологічних рідинках організму утворюються різні продукти (метаболіти), як наслідок зміненого обміну речовин. Всі ці метаболіти можуть бути визначенні за допомогою біохімічних методів дослідження. В більшості випадках клініцисти

(лікарі) розглядають найважливіші з них – це ті, що вже показують патологічний стан організму, або зміни органу, систем організму. Рідко при цьому приділяють увагу кількісному стану мікроелементів в крові, лімфі, слині, сечі.

Майже всі люди за своє життя, хоча б раз, після активної рухової діяльності відчували, як «піт заливає обличчя» в цих випадках чітко проявляються симптоми напруженого енергетичного обміну, водно-сольового і мінерального обміну, що свідчить про активну роботу іонного балансу всередині і поза клітинами.

В теперішній час фармакологічні компанії пропонують кожного дня новий комплекс вітамінів, мікроелементів, більшість людей заангажовані даними новинками, купують та вживають і не до кінця розуміють для чого це потрібно, і чи, взагалі, потрібно вживати дані комплекси. Все це і зумовило обрати тему дослідження, згідно цього і було сформовано мету дослідження.

Метою дослідження було вивчення біохімічних змін мінеральних речовин при руховій активності.

Об'єкт дослідження: рухова активність.

Предмет дослідження: біохімічні зміни мінеральних речовин.

Завдання дослідження:

1. Ознайомитися з будовою та функціями систем забезпечення рухової діяльності.
2. Розглянути основну роль мінеральних речовин в організмі людини.
3. Ознайомитися зі змінами мікроелементів при активній руховій діяльності.

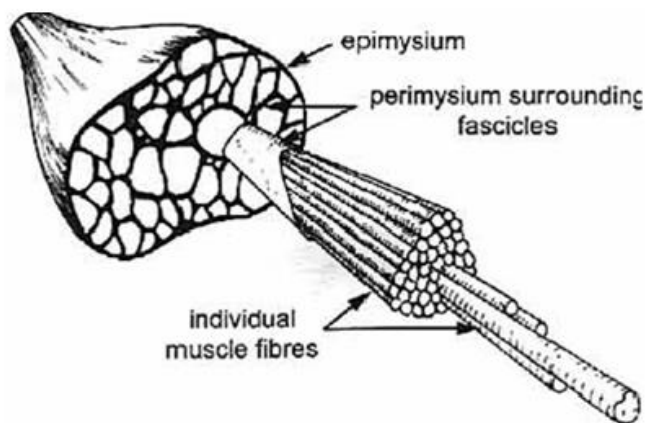
## РОЗДІЛ 1. БУДОВА ТА ФУНКЦІЇ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РУХОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

### 1.1. Структура та функції скелетних м'язів

Скелетний м'яз діє як єдине ціле, зовнішня оболонка сполучної тканини - епімізій. Він оточує м'яз і надає їй форму. Середня оболонка, яка складається зі сполучної тканини та покриває маленькі пучки волокон, називається перимізій. При розгляді під лупою, можна побачити м'язові клітини у вигляді м'язових волокон. І власне внутрішня оболонка, також складається зі сполучної тканини та має назву ендомізій, що покриває м'язові волокна. Ці м'язові волокна мають незначний діаметр (до 80 мікрометрів) та проходять по всій довжині м'яза. Кількість волокон у м'язі значно коливається в залежності від його розміру та функції (рис. 1.1.).

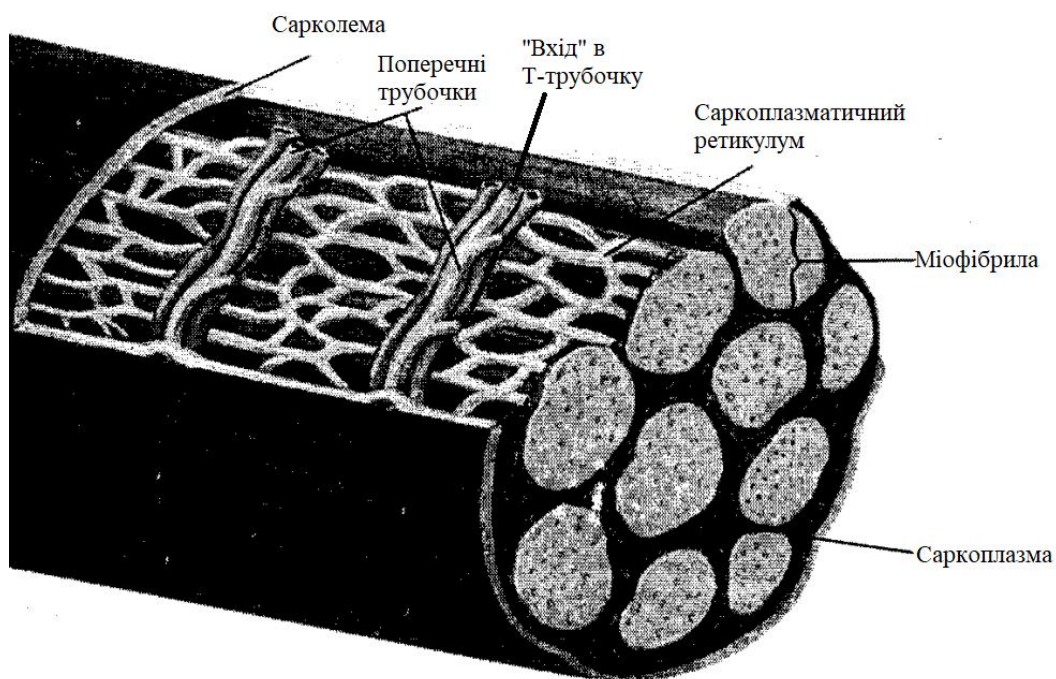
Кожне окреме м'язове волокно покрито плазматичною мембраною - сарколемою. В кінці кожного м'язового волокна його сарколема з'єднується з сухожиллям, прикріпленим до кістки. Сухожилля є щільною сполучнотканинною структурою, яка передає зусилля, вироблене м'язовими волокнами, кісткам, тим самим здійснюючи рух.

Всередині сарколеми м'язове волокно містить послідовно менші субодиниці. Найбільші з них - міофібрили, які представляють собою паличкоподібні структури, що тягнуться по всій довжині волокон. Простір між ними заповнений драглистою рідиною, яка має назву саркоплазма (цитоплазма). Подібність саркоплазми до желе забезпечується глікогеном, розчиненими білками та наявністю органел. Вона відрізняється від цитоплазми більшості клітин великою кількістю накопиченого глікогену, а також міоглобіном, що подібний до гемоглобіну [1, 7, 9, 17, 33, 37].



**Рис. 1.1. Будова м'язу.**

Продовженням плазматичної мембрани (сарколеми) є велика мережа поперечних трубочок (Т-трубочок), яка перетинає саркоплазму (рис. 1.2.). Завдяки тому, що дані Т-трубочки з'єднуються та знаходяться серед міофібрил, забезпечуючи при цьому швидку передачу нервових імпульсів, які сприймаються сарколемою, передаючи на міофібрили. Крім того, трубочки забезпечують надходження у внутрішні частини м'язового волокна поживних речовин, які надходять з позаклітинного простору (електроліти, глюкоза, кисень) [11, 36, 40].



**Рис. 1.2. Поперечні трубочки та саркоплазматичний ретикулум**

Для забезпечення мязового скорочення велике значення має мікроелемент – кальцій. Накопичується кальцій у мембранних каналцях, які розташовані паралельно міофібрилам, утворюючи петлі навколо них. Ця мережа поздовжніх трубочок називається саркоплазматичний ретикулум.

М'язові волокна містять від декількох сотень до декількох тисяч міофібрил. Це скоротливі елементи скелетного м'яза. При розгляді під мікроскопом дані волокна мають посмугований вигляд, саме тому всі скелетні м'язи, до речі і серцевий також, називають поперечно-посмугованими.

При розгляді міофібрили чітко видно ділянки. Темні ділянки, так звані А-диски чергуються зі світлими, які називаються І-дисками. У центрі кожного темного А-диска є більш світла ділянка - Я-зона, яку можна побачити тільки при розслабленні. Темна Z-лінія перетинає світлі І-диски. Основною структурно-функціональною одиницею міофібрили є саркомір. Саркоміром буде являтися частина міофібрили від однієї Z-лінії до іншої, за рахунок чого одна міофібрила буде складатися з великої кількості саркомірів (рис. 1.3.) [4, 16, 35, 37].

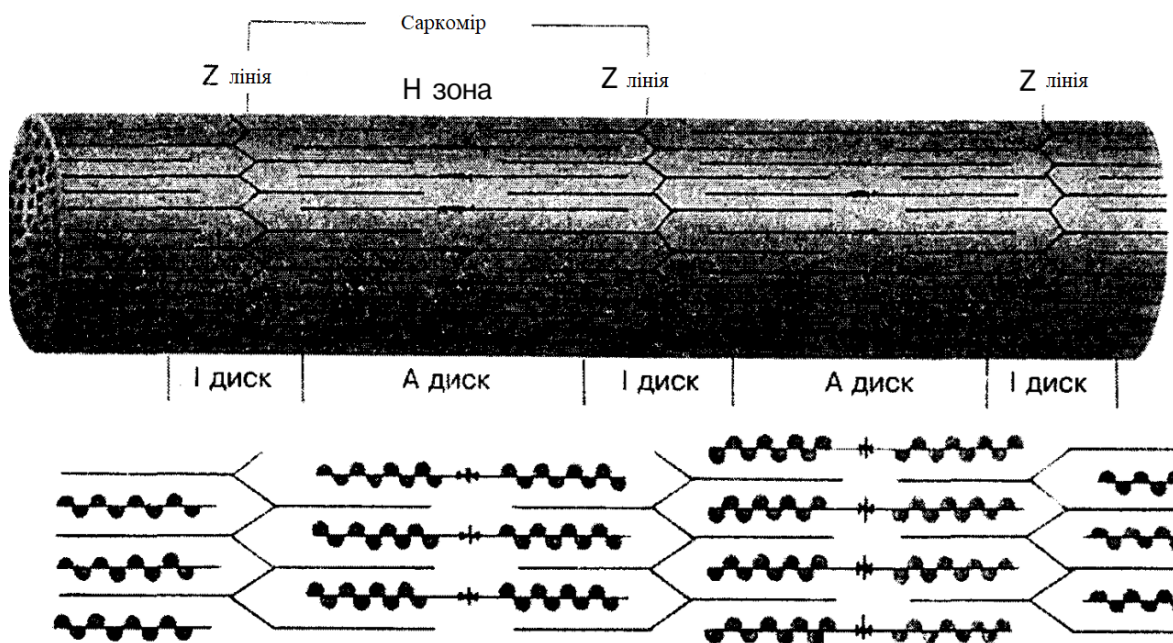
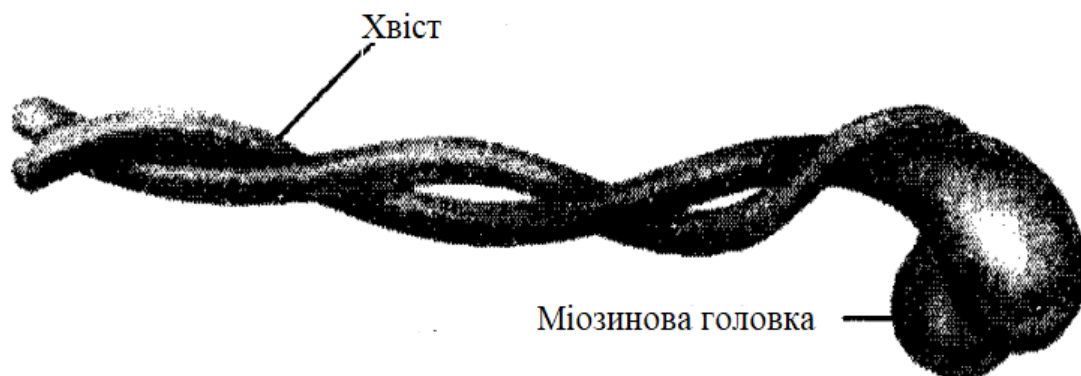


Рис. 1.3. Будова саркоміру

Під електронним мікроскопом можна побачити, що кожна міофібрила складається з двох видів тонких протеїнових філаментів, що відповідають за м'язове скорочення. Більш тонкі утворені актином, більш товщі - міозином. Відомо, що саркомір має світлу (I-диск) та темну (A-диск) ділянки. Тому світла ділянка саркоміра містить тільки актинові філаменти, а темна ділянка, крім актинових, ще містить і міозинові філаменти.

Я-зона - центральна частина А-диска видима тільки тоді, коли саркомір знаходиться в спокої. Вона складається виключно з товстих філаментів. Більш світле забарвлення Н-зони в порівнянні з сусіднім А-диском обумовлене відсутністю в ній філаментів. Я-зону можна побачити тільки при розслабленому саркомірі, оскільки він коротшає при скороченні, і «втягується» в цю зону, роблячи її забарвлення такою, як і решта А- диска.

Одна молекула міозину містить два протеїнових пучка, які тісно переплелися, на кінцях яких утворюється глобулярна головка, так звана «міозінова головка». Кожен філамент має кілька таких головок, які видаються вперед і утворюють поперечні містки, за рахунок яких відбувається взаємодія з активними ділянками актину, під час м'язового скорочення (рис. 1.4.) [10, 14, 26, 41].

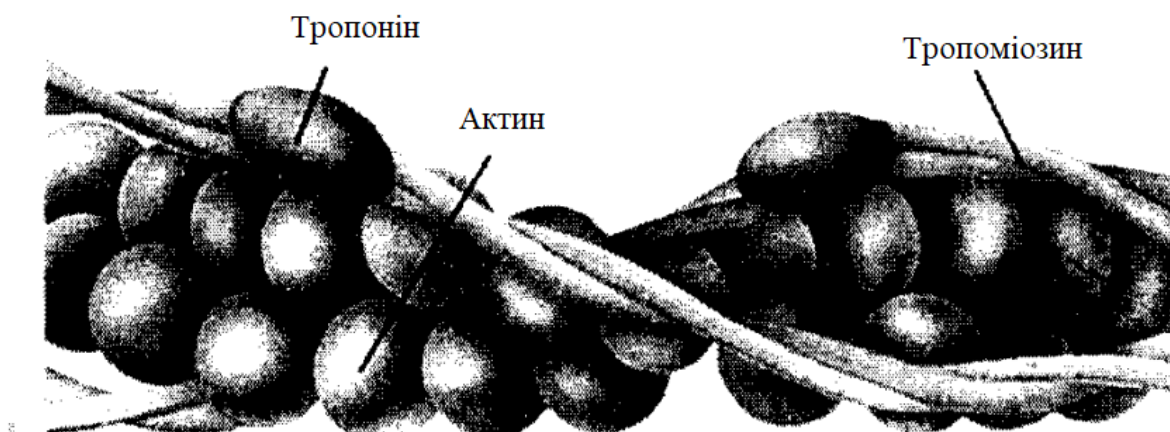


**Рис. 1.4. Молекула міозина**



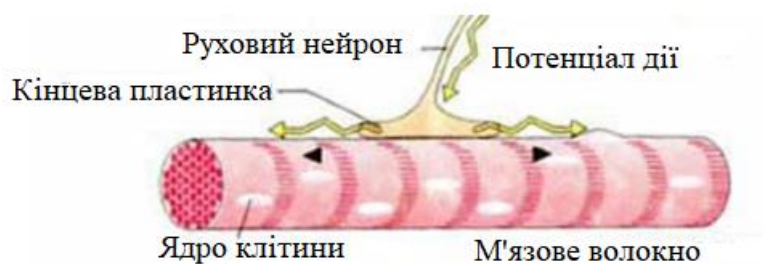
Один кінець кожного актинового філамента входить в Z-лінію, інший тягнеться до центру саркоміра, проходячи між міозиновими філаментами. Кожен актиновий філамент має активну ділянку, до якої може "прив'язатися" міозинова головка і складається з трьох різних протеїнових молекул: актину, тропоміозину та тропоніну.

Окремі актинові молекули є глобулярними та, з'єднуючись разом, утворюють нитки актинових молекул. Дві нитки оповиті одна навколо іншої у вигляді спіралі подібно двом ниткам перлів, скручених разом. Тропоміозин - білок, який має форму трубки; він обвиває актинові нитки, заповнюючи поглиблення між ними. Тропонін - більш складний білок, який через рівні проміжки прикріплений до ниток актину і до тропоміозину (рис. 1.5.).



**Рис. 1.5. Актиновий філамент**

Кожне м'язове волокно іннервується окремим руховим нервом, що закінчується в середній частині волокна. В фізіології використовують поняття рухова одиниця до складу якої будуть входити руховий нерв та волокна, який саме цей нерв іннервує. В залежності від цього і синапс між цими структурами буде називатися нервово-м'язовим синапсом в якому будуть об'єднані між собою нервова та м'язова системи (рис. 1.6.) [2, 11, 15, 18].

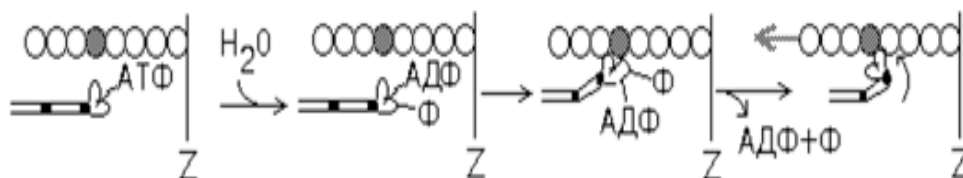


**Рис. 1.6. М'язове волокно, що інервується мотонейроном**

Закінчення аксонів, які знаходяться біля сарколеми, під час надходження нервового імпульсу будуть виділяти нейромедіатори. Сарколема, в свою чергу, містить рецептори до даних медіаторів. При достатній кількості медіатора буде розвиватися потенціал дії, виникати електричний заряд, який буде передаватися на волокна. Даний електричний заряд буде передаватися у внутрішню частину волокна, при цьому буде збуджуватися саркоплазматичний ретикулум все це призведе до виділення кальцію в саркоплазму.

Кальцій, який виділився після процесу деполяризації м'язового волокна починає взаємодіяти з тропоніном на актиновому філаменті, який має виражену спорідненість до іонів кальцію. Комплекс тропонін та кальцій починають впливати на молекули тропоміозину, відриваючи молекули тропоміозину з активних ділянок актину. Сам по собі тропоміозин блокує активні ділянки, завдяки цьому не може відбутися взаємодії між міозином та актином. Але після того, як тільки тропоміозин перестає блокувати активні ділянки, одразу починається взаємодія міозину та актину – це явище в фізіології відоме під назвою теорія ковзаючих ниток. Обидва філаментів (актин та міозин) ковзають один відносно одного. Між гілкою поперечного містка і міозиною головою виникає значна міжмолекулярна взаємодія, в результаті якої головка нахиляється до гілки і тягне актинові та міозінові філаменти в протилежні сторони (рис. 1.7.) [11, 25, 29, 33].

Відразу ж після нахилу міозинова головка відривається від активної ділянки, повертається у вихідне положення і прикріплюється до нової активної ділянки далі вздовж актинового філамента. Процес ковзання буде тривати до поки міозин своїми кінцями не дійде до Z-ліній.



**Рис. 1.7. Механізм ковзання філаментів**

М'язове скорочення - активний процес, для якого потрібна енергія. Крім ділянки, що зв'язує актин, міозинова головка містить таку ж ділянку для аденозинтрифосфату. Виділення енергії сприяє взаємодія міозину та аденозинтрифосфорної кислоти. Дана взаємодія можлива за рахунок ферменту АТФ-аза, який розташований на головках міозину. Під дією даного ферменту аденозинтрифосфорна кислота розщеплюється до аденозиндифосфорної кислоти, неорганічного фосфору та виділяється енергія, яка забезпечує процес взаємодії актину та міозину.

Процес м'язового скорочення не постійний, а триває до тих пір, поки не закінчиться запас кальцію. Далі за рахунок кальцієвого насоса саркоплазматичний ретикулум поповнюється запасами кальцію, де він буде знаходитися поки не надійде новий нервовий імпульс. До речі робота кальцієвого насоса також відбувається з затратою енергії, джерелом якої, знову ж таки є аденозинтрифосфорна кислота. Таким чином процеси, як скорочення так і розслаблення, досить енергомісткі [2, 17, 38].

Мінімальна величина стимулювання для виникнення реакції в нервово-м'язовому синапсі називається пороговою. Якщо величина стимуляції нижче даного порога, м'язове скорочення не відбувається.

Якщо ж вона відповідає або перевищує поріг, м'язове волокно максимально скорочується. Ця реакція реалізується за типом "все або нічого". Руховій одиниці також властива реакція типу "все або нічого". Величина сили знаходиться в прямій залежності від кількості активованих м'язових волокон.

М'язовий рух можна розділити на три типи скорочення: динамічне (концентричне), статичне та ексцентричне. Ці всі типи скорочення характерні для багатьох видів діяльності, наприклад, бігу або стрибків, при виконанні плавного координованого руху.

Основним типом скорочення м'яза - є концентричне, яке вважається динамічним. При динамічному скороченні змінюється кут суглоба та довжина м'яза. При статичному скороченні все навпаки: кут суглоба не змінюється; при збільшенні сили м'яза, довжина його не змінюється. Але статичне скорочення може змінитися в динамічне, коли буде залучено більша кількість рухових одиниць для подолання опору. Ексцентричне скорочення – це коли м'яз створює силу під час збільшення своєї довжини. Прикладом такого скорочення буде являтися робота біцепса, під час опускання важкого предмета, випрямивши руку в лікті.

Ще одним показником м'язової роботи буде – сила. Даний показник буде залежати: по перше від кількості та типу рухових одиниць; по друге товщині та довжині м'яза; по третє кута суглоба та швидкості дії м'яза [3, 22, 29, 36].

## **1.2. Роль нервової системи в регуляції рухів**

Нервова система планує, починає і координує всі рухи людини. Нерви утворюють своєрідну мережу, через яку електричні імпульси передаються практично в усі ділянки тіла, а також приймаються від них. Головний мозок діє як комп'ютер, інтегруючи інформацію, що надходить, генерує реакцію-відповідь та надсилає дану реакцію до

робочих органів. Тобто, нервова система забезпечує взаємодію всіх органів між собою, як єдине ціле так і координує взаємодію організму із зовнішнім середовищем.

Як відомо, нервово-м'язове з'єднання – це взаємодія нейронів з м'язовими волокнами і виконує ту ж функцію, що і синапс. Навіть проксимальна частина нервово-м'язового з'єднання така ж: вона починається закінченнями аксона рухового нейрона, які виділяють нейротрансмітери в простір між двома клітинами. Закінчення аксона в нервово-м'язовому з'єднанні переходять в плоскі диски - кінцеві пластинки.

У нервово-м'язовому з'єднанні імпульс приймає м'язове волокно на якому у місці взаємодії наявна спеціальна увігнутість. Утворена таким чином западина називається синаптичним жолобом. Простір між нейроном і м'язовим волокном розділене синаптичною щілиною.

На закінченні аксона виділяється нейромедіатор, які далі шляхом дифузії проходять через синаптичну щілину та починає приєднуватися до мембрани м'язового волокна на якій розміщуються спеціальні рецептори. Після цього починають на мембрані волокна відкриваються спеціальні натрієві канали і в клітину потрапляє велика кількість іонів натрію, все це і призводить до деполяризації. Якщо досягається поріг деполяризації, утворюється потенціал дії, який поширюється через саркомеру, викликаючи скорочення м'язових волокон [25, 28, 34].

Виявлено понад 40 нейромедіаторів. Їх можна розділити на швидко- і повільнодіючі, або, нейропептиди (таблиця 1.1.).

Після зв'язування нейромедіатора з рецепторами хімічний сигнал, що перетнув синаптичну щілину, знову стає електричним сигналом. При цьому в постсинаптичній мембрані генерується диференційований потенціал. Імпульс може бути або збудливим, або гальмуючим. Перший викликає деполяризацію, так званий збудливий постсинаптичний

потенціал. Другий - гіперполяризацию - гальмуючий постсинаптичний потенціал [7, 11].

Таблиця 1.1.

### Класифікація нейромедіаторів

Група медіаторів	Медіатори
<b>Швидкодіючі медіатори</b>	
Клас I	Ацетілхолін
Клас II	Аміни: норадреналін, адреналін
Клас III	Амінокислоти: гама-аміномасляна кислота, гліцин, глютамат, аспартат
<b>Повільнодіючі медіатори</b>	
Гіпоталамо-збуджуючі	Тиротропін, соматостатин
Гіпофізарні пептиди	Тиротропін, вазопресин, ендорфіни
Пептиди, що діють на мозок та кишківник	Холецистокінін, нейротензин, лейцин-енкефалін
Пептиди інших тканин	Ангіотензин II, брадикінін, кальцитонін

Якщо в один і той же час розряджаються численні пресинаптичні закінчення або кілька по черзі, виділяється більше нейромедіаторів. Чим більше зв'яжеться збуджуючих нейромедіаторів, тим вище збудливий постсинаптичний потенціал.

За різною класифікацією будови головного мозку людини він складається з таких частин: стовбур мозку (проміжний, міст, середній та мозочок); проміжний мозок; кінцевий мозок.

Дві півкулі (ліва та права), які об'єднані між собою мозолистим тілом і формують кінцевий мозок.

Сукупність тіл нейронів, які не мають мієлінової оболонки складають сіру речовину, яка формує кору головного мозку. Кора головного мозку - центр свідомості. Тут здійснюються розумові процеси, усвідомлюються сенсорні стимули, реалізується довільний

контроль рухів. Три основні області кори головного мозку, які беруть участь в русі: лобова частка (рухова область кори головного мозку); базальні ядра; тім'яна частка (чутлива (аферентна) зона кори головного мозку) [9, 10].

Проміжний мозок. Ця ділянка мозку складається в основному з таламуса і гіпоталамуса. Таламус - важливий сенсорний інтегративний центр. У нього надходять всі сенсорні сигнали (за винятком запахів) і передаються в відповідну ділянку кори головного мозку. Таламус відіграє важливу роль в руховому контролі. Гіпоталамус, що знаходиться під таламусом та об'єднаний з гіпофізом, формує гіпоталамо-гіпофізарну систему, яка забезпечує взаємодію нервової та гуморальної систем, завдяки цьому забезпечується гомеостаз. Нервові центри гіпоталамуса регулюють: автономну нервову систему; температуру тіла; емоції; відчуття спраги; споживання їжі; цикли сну.

Мозочок. Мозочок знаходиться позаду стовбура мозку та через верхні, середні та нижні ніжки (нервові волокна) з'єднується з усіма відділами стовбура мозку та бере активну участь у контролі руху.

Стовбур мозку складається з середнього мозку, варолієвого моста та довгастого мозку і являє собою частину мозку, яка з'єднує головний мозок зі спинним. Через нього проходять всі сенсорні і рухові нерви, що забезпечують обмін інформацією між частинами центральної нервової системи. Саме в стовбурі мозку найбільша кількість черепних нервів беруть свій початок (10 з 12 пар). В стовбурі мозку, по всій його довжині, формується сітчасте утворення (ретиккулярна формація) – це об'єднання нейронів між собою у вигляді сітки, яка впливає практично на всі інші відділи центральної нервової системи, являється при цьому пейсмейкерами (водіями) нервової діяльності. Ці нейрони впливають на рухову діяльність: а) визначення свідомого стану (пробудження і сон); б) підтримання м'язового тону; в) контролю діяльності серцево-судинної і дихальної систем; г) координації функції скелетних м'язів [9].

Спинний мозок. Сама нижня частина стовбура мозку - довгастий мозок переходить в спинний мозок (довгастий мозок, навіть, зберігає незначну сегментарність, так, як і спинний мозок). Через спинний мозок проходять волокна: сенсорні (аферентні) волокна – висхідні; рухові (еферентні) волокна – низхідні. За рахунок цього відбувається повне об'єднання та взаємодія спинного та головного мозку.

Периферична нервова система складається з 43 пар нервів: 12 пар черепних та 31 пара спинномозкових нервів. Спинномозкові нерви безпосередньо впливають на скелетні м'язи. Кожен спинномозковий нерв містить в собі чутливий нейрон, який розміщується на дорсальному корінці ганглія та руховий нейрон, який розміщується на вентральному корінці, два нейрони об'єднані між собою вставним. Рухові корінці є останньою ланкою в ланцюзі контролю м'язової діяльності, і закінчуються у нейром'язових з'єднань.

Чутливі (аферентні) нейрони беруть початок в кровоносних і лімфатичних судинах; внутрішніх органах; органах чуття; шкірі, а також м'язах і сухожиллях. Таким чином, центральна нервова система має повне уявлення про те, що відбувається у всіх частинах тіла [8, 9].

Виділяють п'яти основних видів рецепції: механорецепція - рецептори, які реагують на механічну силу; терморецепція - реагують на зміну температури; больова рецепція - реагують на больові стимули; фоторецепція - реагують на електро-магнітне випромінювання; хеморецепція - реагують на хімічні стимули. Деякі з цих рецепторів грають важливу роль в м'язовій діяльності. Вільні нервові закінчення виявляють грубий дотик, тиск, біль, спеку і холод. Отже, вони функціонують як механорецептори больової рецепції та терморецептори.

Нервові закінчення пропріорецепції (рецептори м'язів та суглобів) бувають різних видів і виконують безліч функцій, кожен вид реагує на певний стимул: кінестетичні рецептори суглобів, наявні в суглобових



капсулах, чутливі до кута суглоба і швидкості зміни кута; нервово-м'язове веретено - ступінь розтягнення м'яза; нервово-сухожильні веретена - ступінь розтягування сухожиль м'язом. Всі ці рецептори, таким чином забезпечують інформацію про силу, швидкість м'язових скорочень та про положення тіла в просторі [9, 28, 35].

Рухові (еферентні) нейрони передають інформацію від центральної нервової системи про реакцію-відповідь на сенсорний стимул. За складної мережі нейронів, що йдуть від спинного і головного мозку у всі частини тіла, передаються докладні інструкції в ділянки-мішені, в даному випадку - в м'язи. Складні координовані рухові реакції беруть свій початок в руховій зоні кори головного мозку.

Рухова область кори головного мозку здійснює контроль тонких і розрізнених м'язових рухів. Вона знаходиться в лобовій частці в передній центральній звивині. Знаходяться тут нейрони, так звані пірамідальні, дозволяють свідомо контролювати рух скелетних м'язів та який рух потрібно виконати. Тіла пірамідних нейронів знаходяться в руховій області кори головного мозку, та їх аксони утворюють екстрапірамідні шляхи - це так звані кірково-спинномозкові шляхи.

Базальні ядра являють собою скупчення нейронів підкіркових утворень. Відомо, що базальні ядра відіграють важливу роль в ініціації рухів тривалого, а також повторюваного характеру (таких, як руху рук при ходьбі), отже, вони контролюють складні напівхаотичні рухи, наприклад, ходьбу і біг. Крім того, вони беруть участь в підтримці м'язового тону та пози.

Мозочок відіграє найважливішу роль в контролі всіх видів м'язової діяльності. За рахунок своїх ніжок (верхні, середні, нижні) мозочок об'єднаний майже з усіма відділами головного мозку і тому допомагає синхронізувати рухову діяльність вносить необхідні зміни в рухову діяльність. Він ніби «пом'якшує» структуру рухів, які були запрограмовані в корі головного мозку та базальних ядрах, за рахунок

цього рухи стають плавні та чіткі, в іншому випадку вони б були малокординованими та різкими. Окрім того в мозочок надходить аферентна імпульсація, і він має здатність обробити її та надіслати реакцію відповідь, яка буде спрямована і імпульси на виконання необхідного руху [8, 9, 34, 38].

## РОЗДІЛ 2 МІНЕРАЛЬНІ РЕЧОВИНИ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

### 2.1. Роль мінеральних речовин

Вміст мінеральних речовин в організмі людини становить 4-10 % сухої маси тіла і залежить від функціонального стану організму, віку, умов навколишнього середовища, харчування тощо.

Мінеральні речовини у тканинах організму містяться у вигляді солей, наприклад, у кістках багато фосфатів кальцію  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ; кислот ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HCl}$ ); катіонів ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ , ін.) та аніонів ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ); У складі органічних сполук (Fe - у гемоглобіні, міоглобіні та цитохромах, Zn - в інсуліні, а J - у тироксині).

Вміст окремих мінералів неоднаковий у різних тканинах, а також у середині клітин і поза ними. Так, Ca, P, Mg у великій кількості містяться у кістках, J - в щитовидній залозі, де використовується для синтезу тироксину, а F - в емалі зубів.

Усередині клітин, наприклад, еритроцитів крові, міститься багато іонів  $\text{K}^+$ , але мало  $\text{Na}^+$ , а у плазмі навпаки - багато  $\text{Na}^+$  і мало  $\text{K}^+$ , кількість яких у ммоль  $\text{л}^{-1}$  становить:  $\text{Na}^+$  4:140;  $\text{K}^+$  110:3

Така різна концентрація іонів усередині клітини та поза нею, яку називають іонним градієнтом концентрації, підтримується завдяки роботі спеціальних іонних каналів та АТФ-залежних насосів і є необхідною умовою існування клітин. Завдяки цьому створюється електричний потенціал на мембранах електророзбудливих клітин нервової та м'язової тканин [11, 31, 32, 42]

Потреба людини в окремих мінеральних речовинах залежить від віку, стану організму, виконуваної роботи тощо. Так, для дитячого організму необхідно більше Ca, P, Mg та інших речовин, які використовуються для побудови організму в процесі росту. їх вміст

зменшується у похилому віці. Під час фізичних навантажень вміст багатьох мінеральних речовин знижується через втрату їх із сильним потовиділенням. Тому після фізичних навантажень для поповнення вони мають надходити до організму з надлишком.

За допомогою раціонального харчування забезпечується добове надходження всіх мінеральних речовин до організму дорослої людини (табл. 2.2.). Але саме під час активної рухової діяльності, хворобі (патологічним станом) потреба в електролітах збільшується. На даний час, навіть, існують методи лікування мінеральними речовинами (мінералотерапія) [32].

Таблиця 2.2.

**Мінеральні речовини, їх добова потреба, біологічне значення та вміст у деяких продуктах (усереднені величини)**

<b>Реч-на</b>	<b>Добова потреба, г, мг</b>	<b>Біологічне значення</b>	<b>Вміст у 100 г продукту, г, мг</b>
<i>Макроелементи (1-0,1 % маси тіла), г</i>			
Са	1-2	Компонент кісток, зубів. Бере участь у: передачі нервових імпульсів на м'язові волокна, запуску скорочення м'язів, зсіданні крові, засвоєнні Fe та B <sub>12</sub>	Сир твердий - 1 Халва - 0,8 Сир - 0,15 Молоко - 0,12 Яйце - 0,05
Р	1-2	Компонент кісток, зубів. Складова джерел енергії: АТФ, АДФ, креатин-фосфату. Входить до складу нуклеїнових кислот. Компонент фосфатних буферних систем, що підтримують КОР	Гриби білі-0,7 Сир твердий-0,5 Бобові-0,3 Вівсяна крупа-0,36 Молоко згущене - 0,21
Сl	3-7	Підтримує осмотичний тиск у біологічних рідинах. Регулює обмін води та транспорт іонів, КОС. Використовується для утворення HCl у шлунку	NaCl - харчова сіль Хліб чорний - 0,8

## Продовження таблиці 2.2.

Mg	0,3-2	Компонент кісток. Регулює функцію скелетних м'язів, серцеву діяльність (за відсутності спостерігаються часті судоми). Впливає на процеси синтезу білка; є кофактором багатьох ферментів. Сприяє виведенню холестерину	Бобові - 0,1 Хліб пшеничний - 0,8 Лісові горіхи - 0,13 Банани - 0,04
Na, K	1-3 2-6, але надходить до 15-30	Регулюють функцію нервової системи, процеси збудження. Забезпечують збудження скелетних м'язів. Підтримують осмотичний тиск у рідинах. Регулюють обмін води: Na - затримує воду і створює набряки, K - підвищує виведення води та іонів Na	Харчова сіль - 20-30 Курага - 1-2 Сир твердий - 0,9 Бобові - 0,8 Хліб житній - 0,6 Картопля - 0,6
<b>Мікроелементи (менше 0,01 % маси тіла), мг</b>			
Fe	10-15	Компонент гемоглобіну та міоглобіну - білки, що транспортують O <sub>2</sub> . Компонент цитохромів, що беруть участь в утворенні АТФ	Шипшина - 30 Печінка - 20 Гречка - 8 Жовток яйця - 6 Хліб - 4
Zn	15	Компонент інсуліну. Активатор ряду ферментів, у тому числі карбоангідрази, а також лактатдегідрогенази. Прискорює синтез білка. Проявляє антиоксидантні властивості. Впливає на імунітет	Печінка - 5 Жовток яйця - 3 Хліб чорний - 2 Риба - 0,5
S	200	Входить до коферменту А (CoA-SH), вітаміну Ві, амінокислот, білків	Хліб чорний - 85 М'ясо, риба, яйце
Cu	3	Потрібна для процесів кровотворення та енергоутворення (компонент цитохромів)	Печінка - 3,8 Боби - 1,1 Хліб - 0,2

<i>Продовження таблиці 2.2.</i>			
Mn	1-5	Активатори ферментів обміну вуглеводів	Печінка - 0,32 М'ясо - 0,15 Риба - 0,06
Co	0,02-0,04	Використовується для побудови вітаміна В <sub>12</sub> , еритроцитів	Печінка - 0,008 М'ясо - 0,005 Хліб - 0,002
J	0,150	Компонент гормону щитовидної залози — тироксину, який підтримує інтенсивність усіх ланок метаболізму	Тріска - 0,26 Овочі - 0,05 Молоко - 0,03 Яйце - 0,02
F	2-4	Компонент зубів, надлишок викликає - (флуороз) плямистість емалі захворювання зубів	Риба - 1,4 Борошно - 0,7 М'ясо - 0,5
Se	0,05-0,2	Компонент ферментів антиоксидантної системи. Підсилює імунну систему. Протираковий	М'ясо Риба Молоко

Біологічна роль макроелементів. Кальцій в організмі людини становить близько 40% загальної кількості всіх мінеральних речовин. Він входить до складу кісток і зубів, надаючи їм міцність, депонується в мембранах ретикулума скелетних м'язів, бере участь у запуску скорочення м'язів, передачу нервових імпульсів, регуляції проникності мембран клітин, у процесах згортання крові, активує обмінні процеси, в тому числі розпад АТФ, сприяє засвоєнню організмом заліза та вітаміну В<sub>12</sub>. Недостатнє надходження кальцію в тканини організму призводить до виходу його з кісток, що викликає зниження їх міцності (остеопороз), а також порушення функції нервової системи, кровообігу, в тому числі і м'язової діяльності [10, 11].

Фосфор становить 22% від кількості всіх мінеральних речовин. Близько 80% його кількості знаходиться в кістках у вигляді фосфату кальцію Са<sub>3</sub>(Р<sub>04</sub>)<sub>2</sub>. Фосфор відіграє важливу роль в процесах енергоутворення, так як в вигляді залишків фосфорної кислоти входить до складу джерел енергії - АТФ, АДФ, креатинфосфату, різних

нуклеотидів, а також до складу переносників водню НАДФ і деяких продуктів обміну. Крім того, фосфор бере участь в побудові та обміні багатьох органічних сполук (нуклеїнових кислот, білків, ферментів, ліпідів, вітамінів). Солі фосфорної кислоти ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  і  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ) виконують функцію буферної системи і беруть участь в підтримці кислотно-лужної рівноваги організму. Недостатність фосфору рідко зустрічається у людей при дотриманні збалансованого харчування.

Натрій і калій містяться у всіх тканинах і рідинах організму: калій - переважно всередині клітин, натрій - у позаклітинному просторі. Обидва вони беруть участь в проведенні нервового імпульсу, порушення тканин, створення осмотичного тиску крові (осмотично активні іони), підтримці кислотно-лужної рівноваги (компоненти буферних систем), а також впливають на активність ферментів, наприклад  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , АТФ-ази. Ці елементи регулюють обмін води в організмі: іони натрію утримують воду в тканинах і викликають набухання білків (утворення колоїдів), що призводить до появи набряків; іони калію, навпаки, посилюють виведення натрію і води з організму. Недостатність натрію і калію в організмі викликає порушення діяльності ЦНС, скорочувального апарату м'язів, серцево-судинної та травної систем, що призводить до зниження фізичної працездатності [10, 11, 28, 29, 32].

Магній в тканинах організму знаходиться в певному співвідношенні з кальцієм. Він впливає на енергетичний обмін, синтез білка, оскільки є кофактором або активатором багатьох ферментів, які називаються кіназами і виконують функцію перенесення фосфатної групи від молекули АТФ на різні субстрати. Магній впливає також на збудливість м'язів, сприяє виведенню холестерину з організму. Недостатність його призводить до підвищення нервово-м'язової збудливості, появи судом і м'язової слабкості.

Хлор відноситься до осмотично активних речовин і бере участь в регуляції осмотичного тиску і водного обміну клітин організму,

використовується для утворення соляної кислоти (HCl) - обов'язковий компонент шлункового соку. Недостатність хлору в організмі може привести до зниження артеріального тиску, сприяє захворюванню на інфаркт міокарда, викликає стомлюваність, подразливість, сонливість.

Біологічна роль мікроелементів. Залізо відіграє дуже важливу роль в процесах аеробного енергоутворення в організмі. Воно входить до складу білків гемоглобіну, міоглобіну, які здійснюють транспорт  $O_2$  і  $CO_2$  в організмі, а також до складу цитохромів - компонентів дихального ланцюга, на якій протікають процеси біологічного окислення і утворення АТФ. Недостатність заліза в організмі призводить до порушення утворення гемоглобіну і зниження його концентрації в крові. Це може привести до розвитку залізодефіцитної анемії, зниження кисневої ємності крові і різкого зниження фізичної працездатності.

Цинк входить до складу багатьох ферментів енергетичного обміну, а також ферментів карбоангідази, яка каталізує обмін  $H_2CO_3$ , і лактатдегідрогенази, яка регулює окислювальний розпад молочної кислоти. Він бере участь у створенні активної структури білка інсуліну - гормону підшлункової залози, підсилює дію гормонів гіпофіза (гонадотропного) та статевих залоз (тестостерону) на процеси синтезу білка. Останнім часом доведено позитивний вплив цинку на імунну систему, його антиоксидантну дію. Недостатність цинку може призвести до ослаблення імунітету, втрати апетиту, уповільнення процесів росту.

Мідь сприяє росту організму, підсилює процеси кровотворення, впливає на швидкість окислення глюкози і розпад глікогену. Вона входить до складу ферментів дихального ланцюга, підвищує активність ліпази, пепсина та інших ферментів. Для дорослих людей недостатність міді; не характерна [10, 11, 22, 29, 31].

Марганець, кобальт, хром використовуються організмом як кофактор або активатори багатьох ферментів, які беруть участь в обміні вуглеводів, білків і ліпідів, синтезі холестерину, впливають на процеси



кровотворення, підвищують захисні сили організму. Хром також підсилює синтез білків, проявляючи анаболістичну дію. Марганець бере участь в синтезі вітаміну С. Недостатність цих мікроелементів в організмі супроводжується злоякісною анемією. Йод необхідний для побудови гормонів щитовидної залози - тироксину та його похідних. Недостатність його в організмі призводить до захворювань щитовидної залози (ендемичний зоб): 150 мкг задовольняють добову потребу організму в йоді.

Фтор входить до складу зубної емалі та дентину. Надлишок його пригнічує процеси тканинного дихання і окислення жирних кислот. Недостатність фтору викликає захворювання зубів (карієс), а надлишок - плямистість емалі (флуороз).

Біологічна роль ультрамікроелементів. Селен має антиоксидантну дію, тобто захищає клітини від надмірного перекисного окислення ліпідів, що призводить до накопичення в тканинах шкідливих перекисів водню, так як він входить до складу ферменту глутатіонпероксидази. При фізичних навантаженнях ці процеси інтенсифікуються і мають негативний вплив на організм. Тому селен часто вводиться до складу спеціального спортивного харчування. Дані останніх років свідчать про те, що селен зміцнює імунну систему і перешкоджає виникненню ракових клітин, бере участь у передачі генетичної інформації. Добова потреба в селені складає 100-200 мкг. В організм селен надходить з водою і продуктами харчування.

Ванадій є кофактором ферментів тканинного дихання і впливає на процеси енергоутворення [10, 31, 32, 42].

## **2.2. Обмін води та мінеральних речовин під час м'язової діяльності**

Найбільша втрата організмом води та мінеральних речовин спостерігається під час довготривалих фізичних навантажень. Така робота може призвести до втрати 5-7 л рідини, що є одним із основних факторів зниження працездатності та стомлення. Разом із потом виділяються мінеральні речовини, особливо Na, Cl, K та Mg, а також Fe, Cu та ін. Вміст Na та Cl в організмі знижується на 5-7%. Порушення водно-електролітного балансу впливає на процеси збудження нервових та м'язових клітин і прояви їхніх функцій. Тому, згідно з сучасними рекомендаціями, під час виконання такої роботи для запобігання зневоднення організму необхідно споживати воду перед роботою, під час роботи в невеликих кількостях, якщо це можливо, та у перші години відпочинку. Для контролю втрат рідини під час роботи потрібно зважуватися перед роботою та після неї. Зменшення маси тіла на 1 кг супроводжується втратою близько 0,7-0,8 л води [15, 19, 26].

Для запобігання порушення роботи серцево-судинної та нервової систем через зневоднення рекомендується за 30 хв перед виконанням довготривалої роботи випити 200-400 мл напою (сік розведений чи вуглеводно-сольовий розчин). Поповнення води під час роботи сприяє нормалізації концентрації Na, Cl та K у плазмі крові та відносного об'єму плазми крові. Тому рекомендується через кожні 10-15 хв роботи випивати по 100-250 мл, або через одну годину такої роботи близько 1-2 склянки охолодженої води чи спеціальних напоїв. Охолоджені напої (до 10-15<sup>0</sup>C) сприяють поліпшенню терморегуляції та всмоктуванню рідини. Швидкість всмоктування рідини у шлунку збільшується майже вдвічі, якщо пити не чисту воду, а 8-10% розчин глюкози та фруктози. Об'єм всмоктуваної рідини обмежений роботою травної системи. Він здатний засвоїти близько 800 мл протягом години.

У разі швидкого поповнення великої кількості втраченої води чи значному потовиділенні, вміст  $\text{Na}^+$  в одиниці об'єму плазми зменшується. Такий стан називають гіпонатріємією. Зниження  $\text{Na}^+$  в крові нижче норми (136-146 ммоль  $\text{л}^{-1}$ ) викликає порушення орієнтації, епілептичні напади, чи навіть коматозний стан. Тому підчас м'язової діяльності, для запобігання виникнення стану гіпонатріємії, споживають не чисту воду, а мінеральну з певним вмістом  $\text{Na}$  та інших елементів невеликими об'ємами [11, 18, 31, 39].

Для спортсменів, особливо тих, які спеціалізуються з видів спорту з проявами витривалості важливо підтримувати необхідний вміст заліза в організмі. Дефіцит його веде до розвитку анемії, що погіршує аеробні процеси енергозабезпечення та діяльність імунної системи. За такого стану вміст гемоглобіну (Hb) в крові знижується нижче нижньої межі норми чи навіть до 100 г  $\text{л}^{-1}$  і нижче. Відновити вміст  $\text{Fe}$  та  $\text{Hb}$  в крові за рахунок збалансованого харчування досить складно.  $\text{Fe}$  погано засвоюється організмом. Так, негемінові формули  $\text{Fe}$  (в молочних та мучних продуктах) засвоюються приблизно на 5 %. Під час лікування залізоалежної анемії використовуються фармакологічні препарати заліза, яких досить багато.

Зміна мінерального балансу в організмі залежить від специфіки виду діяльності, умов навколишнього середовища і взаємопов'язане з водним обміном. При невеликих фізичних навантаженнях, які не довготривалі, рівень електролітів в організмі знижується тільки на 5-7%, що не робить істотного впливу на м'язову діяльність, тим більше що при фізичній роботі спостерігається перерозподіл мінеральних речовин між активно працюючими (м'язи) і неактивними тканинами. Істотні порушення мінерального обміну відбуваються в організмі, під час роботи на витривалість. При цьому через значне збільшення потовиділення знижується вміст натрію, калію і хлору в плазмі крові. При анаеробних фізичних навантаженнях втрачається багато фосфору,

так як частина його не встигає використовуватися для ресинтезу АТФ і виводиться з організму [7, 8, 10, 11].

На електролітичний обмін дуже впливає навколишнє середовище, а саме показник температури. В умовах підвищеної температури повітря фізична діяльність призводить до значних втрат мінеральних речовин. Так, при тривалих навантаженнях (до 3-4 год.) концентрація натрію в крові може знизитися до  $112 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$  (при нормі близько  $140 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ ). Втрати натрію, калію, хлору та інших речовин повинні заповнюватися під час роботи і після її закінчення. Якщо людина протягом доби втрачає рідину не більше ніж 3% маси тіла, такі втрати електролітів незначні та можуть бути заповнені за рахунок мінеральних речовин в їжі. Якщо ж втрати рідини складають понад 8% маси тіла на добу, то слід приймати спеціальні препарати і напої, що містять ці речовини [11, 17, 21, 28, 34].

## ВИСНОВКИ

1. Системами забезпечення рухової діяльності є м'язова та нервова. Завдяки формуванню рухомої одиниці, яка складається із окремого мотонейрона і всіх м'язових волокон, які він іннервує. М'язове скорочення відбувається за рахунок імпульсів центральної нервової системи на руховий нейрон, який в свою чергу виділяє нейромедіатор за рахунок якого відбувається деполяризація клітини та виникнення потенціалу дії. Нервова система є основним контролюючим органом в руховій діяльності.

2. Значення мінеральних речовин для розвитку та функціонування організму людини досить велике. Вони є складовими всіх важливих біологічно активних речовин (ферменти, вітаміни, білки, гормони). Впливають на процеси життєдіяльності в клітині, підтримують гомеостаз, підтримують іонну сталість, яка впливає на кислотно-основну рівновагу. Так, як входять до складу ферментів, беруть участь в обмінних процесах

3. Інтенсивна рухова діяльність викликає значні зміни в мінеральному балансі організму. Великі навантаження, можуть призвести до порушення електролітичного обміну, що в свою чергу буде впливати на фізичну працездатність. Проте слід зауважити, що споживання надмірної кількості мінеральних речовин не веде до суттєвого підвищення фізичної працездатності людини, у якої не було їх дефіциту.

4. Компенсація втрат води і електролітів при виконанні тривалої роботи повинна бути своєчасною, з тим щоб запобігти зниженню їх концентрації в плазмі крові. Основною причиною дефіциту окремих мінеральних речовин в організмі є неповноцінне харчування. Однак додаткове введення в організм мінеральних речовин на тлі повноцінного

харчування не призводить до суттєвого підвищення фізичної працездатності.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агаджанян Н.А. Резервы нашего организма / Н.А. Агаджанян, А.Ю. Катков. М.: Знание, 1990. - 240 с.
2. Анисимов А. А. Основы биохимии [Текст]: учеб. для студентов спец. ун-тов / А. А. Анисимов . - М.: Высш. шк., 1996. - С. 551.
3. Бауман Э. Роль спорта в увеличении физической активности населения / Э. Бауман, С. Титзе, П. Ойа // Профилактическая медицина. – 2014. – 17, № 1. – С. 49–54.
4. Беляев Н.Г. Перетренированность и возможные механизмы ее коррекции / Беляев Н.Г. // Образование и молодежная политика в современной России: Материалы Всерос. научно-практ. конф. Санкт-Петербург, 2002. - С.520-524.
5. Бутова О.А. Адаптация к физическим нагрузкам: анаэробный метаболизм мышечной ткани / Бутова О.А., Масалов С.В. // Вестн. Нижегород. ун-та им. Н.И. Лобачевского. - 2011. - № 1. - С. 123-128.
6. Бышевский А.Ш. Биохимия для врача [Текст] / А.Ш. Бышевский, О.А. Терсенов. - Екатеринбург: «Уральский рабочий», 1994. - С. 25-31.
7. Вировец А.А. О повышенных потерях макро- и микроэлементов при занятии спортом и целесообразности их компенсации биологически активными добавками / Вировец А.А. // Вопросы питания, 2009. - Том 78 - №2, С. 67-73.
8. Виру А.А. Гормональные механизмы адаптации и тренировки / А.А. Виру. – Л. : Наука, 1981. – С. 39-41.
9. Вілмор Дж.Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. - К.: Олімпійська література, 2003. - 655 с.
10. Волков Н.И. Биохимия / Н.И. Волков. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 320-330.

11. Волков Н.И. Биохимия мышечной деятельности / Волков Н.И., Несен Э.Н., Осипенко А.А., Корсун С.Н. – М.: Олимпийская литература, 2000. - 503с.
12. Головченко І.В. Особливості змін електролітів у крові жінок 18–21 років під час занять різними видами фітнесу / І. Головченко, А. Бондар, О. Міненко, О. Петренко // Фізична активність, здоров'я і спорт. 2017. №3(29). С. 3-13.
13. Головченко І.В. Особливості обміну електролітів у крові жінок 18-21 років в умовах використання різних видів фітнесу / Головченко І.В., Шкуропат А.В. // Природничий альманах. Біологічні науки, випуск 28. Збірник наукових праць. – Херсон: Вид-во ПП Вишемирський В. С., 2020. – С. 33 - 43.
14. Головченко І.В. Особливості реагування концентрації хлоридів в крові жінок 18-21 років при різних фізичних навантаженнях / І.В. Головченко, А.В. Шкуропат, А.А. Чернозуб, М.І. Гайдай // Фізіологічний журнал. –Т.65, № 3 (додаток). – 2019. – С. 147-148
15. Грегор О. Не стареть – это искусство: Пер. с чешск. / Грегор О. – М.: Физкульт. и спорт, 1996. – 128 с.
16. Дегтярева О. Н. Адаптация и устойчивость к стресс-факторам [Текст] / О.Н. Дегтярева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 5. – С. 128–131.
17. Долгов В.В. Лабораторная диагностика нарушений водно-электролитного обмена и функционального состояния почек / Долгов В.В. - СПб., 2002.
18. Досон Р.Справочник биохимика / Р.Досон , Д.Эллиот .- М.: Мир, 1991. - 544 с
19. Дубровский В.И. Спортивная медицина / Дубровский В.И. - М.: «ВЛАДОС», 2002. – 512 с.
20. Иорданская Ф. А. Минеральный обмен в системе мониторинга функциональной подготовленности высококвалифицированных



- спортсменов / Ф.А. Иорданская, С.Н. Португалов, Н.К. Цепкова - М.: Советский спорт, 2014 - 96с.
21. Иорданская Ф. А. Мониторинг функциональной подготовленности юных спортсменов – резерва спорта высших достижений (этапы углубленной подготовки и спортивного совершенствования) [Текст]: монография / Ф. А. Иорданская. – М.: Советский спорт, 2011. – 142 с.: ил.)
  22. Иорданская Ф.А. Диагностическое и прогностическое значение микроэлементов крови в мониторинге функциональной подготовленности высококвалифицированных спортсменов / Иорданская Ф.А., Цепкова Н.К., Кряжева С.В. - М.: ООО «Скайпринт», 2013. - 112 с.
  23. Иорданская Ф.А. Кальций в крови: диагностическое и прогностическое значение в мониторинге функционального состояния высококвалифицированных спортсменов / Ф.А. Иорданская, Н.К. Цепкова // Вестник спортивной науки. - 2009.- № 3. - С.33-36.
  24. Исаев А.П. Полифункциональная мобильность и вариабельность организма спортсменов олимпийского резерва в системе многолетней подготовки: монография/ А.П. Исаев, В.В. Эрлих. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 502 с.
  25. Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / Камышников В.С. - М.: МЕДПресс-информ, 2004. - 920 с.51
  26. Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.Г. Рем. - М: Мир, 2004. - 469 с.
  27. Косяков К.С. Клиническая биохимия / Косяков К.С. // Медицина, 1967.
  28. Купер К. Аэробика для хорошего самочувствия: Пер. с англ. – 2-е изд. доп., перераб. – М.: Физкульт. и спорт, 1989. – 224 с.

29. Михайлов С.С. Спортивная биохимия / Михайлов С.С. - М.: Советский Спорт, 2013. - 348 с.
30. Мохан Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Мохан Р., Глессон М., Гринхафф П.Л. - Киев: Олимпийская литература, 2001.
31. Никулин Б.А. Пособие по клинической биохимии: учебное пособие. / Никулин Б.А. - М.: Изд-во «ГЭОТАР-Медиа», 2007. - 256 с.
32. Осипенко, Г. А. Основи біохімії м'язової діяльності : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізичного виховання і спорту / Г. А. Осипенко. – Київ : Олімпійська література, 2007. – 200 с.
33. Синдирева А.В. Влияние селена, содержащегося в кормах, на структурные и функциональные изменения в печени / Синдирева А.В., Зайко О.А. // Научная жизнь. - 2012. - № 2. - С. 88.
34. Скальный А.В. Физиологические аспекты применения макро- и микроэлементов в спорте / Скальный А.В. - Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ. - 2005. - 210 с.
35. Ткачук В.А. Клиническая биохимия: учебное пособие / В.А. Ткачук - М.: ГЭОТАР-медиа, 2008. - 264 с.
36. Ушакова Г.А. Гравидарный гомеостаз (гомокинез), методологические подходы и методы исследования / Г.А. Ушакова // Успехи современного естествознания. – 2011. – № 2 – С. 38-41.
37. Фізіологічні основи фізичного виховання та спорту: Навчальний посібник / Укладачі: Ляшевич А.М., Чернуха І.С. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2019. – 145 с.
38. Фомин Н.А. Физиологические основы двигательной активности / Н.А. Фомин, Ю.Н. Вавилов. - М.: Физкультура и спорт, 1991. - С. 41-109.
39. Цепкова Н.К. Показатели электролитов крови у велосипедистов / Цепкова Н.К. // Вестник спортивной науки. - 2004. - №1(3). - С. 30-

35.

40. Цыганенка А.Я. Клиническая биохимия / Цыганенка А.Я., Жуков В.И., Мясоедов В.В., Завгородний Н.В. - М.: Триада-Х., 2002. - 496 с.
41. Maughan Ron J. Role of micronutrients in sport and physical activity / Maughan Ron J. // Brit. Med. Bull. – 1995 – 55. - №3, - p.683-690.
42. Nuviala R. Magnezium, zink and cooper status in women involved in different sports. Hypertension / Nuviala R., Lapieza M, Bernal E. // Brit. Med. Bull. – 1999 - №3. - p.295-30.