МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ

КАФЕДРА МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістр

за спеціальністю 091 Біологія

освітньою програмою «Спортивна дієтологія»

на тему: **«Особливості нутритивної підтримки спорстменів у відновлювлювальному періоді після травми»**

здобувача вищої освіти

другого (магістерського) рівня

Ковальової Анни Віталіївни

Науковий керівник: Палладіна О.Л.

доцент, кандидат медичних наук

Рецензент: Моторна Н.В., кандидат біологічних наук, старший викладач кафедри фізіології

НМУ ім. О.О. Богомольця

Рекомендовано до захисту на засіданні

Кафедри (протокол № 8 від 21.02. 2024 р.)

Завідувач кафедри: Пастухова В.А.

професор, доктор медичних наук

**Київ** – **2024**

**ЗМІСТ:**

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ………………………

ВСТУП………………………………………………………………….….......

РОЗДІЛ 1 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ………………………...

1.1. Загальна характеристика травматизму у спорті та його класифікація..

1.2. Патофізіологічні особливості спортивної травми……………………

## 1.3. Індукована травмою атрофія м'язів……………………………………

Висновок до розділу 1………………………………………………………..

РОЗДІЛ 2 Матеріали і методи……………………………………………….

2.1. Організація дослідження………………………………………………..

2.2. Методи дослідження……………………………………………….……

РОЗДІЛ 3……………………………………………………….

3.1. Загальна характеристика раціонального харчування спортсмена після травми……………………………………………………………………..

3.2. Особливості енергетичного забезпечення після спортивної травми….

## 3.3. Потреби в макроелементах в період відновлення після спортивної травми……………………………………………………………………

## 3.3.1. Ключова роль білків і амінокислот у процесах відновлення після спортивної травми…………………………………..

3.2. Особливості енергетичного забезпечення після спортивної травми…

## 3.3. Потреби в макроелементах в період відновлення після спортивної травми………………………………………………….

## 3.3.1. Ключова роль білків і амінокислот у процесах відновлення після спортивної травми………………………………………….

3.3.2. Роль вуглеводів у процесах відновлення після спортивної травми…

3.3.3. Роль жирів у процесах відновлення після спортивної травми….

3.4. Роль мінералів у процесах відновлення після спортивної травми….

3.5. Роль рослинних продуктів у процесах відновлення після спортивної травми………………………………………………………………..

3.6. Роль інших есенціальних нутрієнтів у процесах відновлення після спортивної травми……………………………………………………

## Висновок до розділу 3……………………………………

ВИСНОВКИ……………………………………………………………….....40

ЛІТЕРАТУРА………………………………………………….……………..42

ДОДАТКИ……………………………………………………………………48

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ**

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров’я

ГМБ - гідроксиметилбутират

ОРА - опорно-руховий апарат

ООН -рагнізація обєднаних націй

ЦНС – центральна нервова система

ШКТ - шлунково-кишковий тракт

**ВСТУП**

**Актуальність теми**. Сучасний професійний спорт з постійно зростаючими фізичними і психоемоційними навантаженнями супроводжується значними фізичними і емоційними навантаженнями, потребує збільшення обсягу і інтенсивності тренувальних навантажень, що загрожує спортсменам високим ризиком отримання травми [1 - 3]. Згідно з даними ВООЗ і ООН, за рік відбувається 3–5 мільйонів спортивних травм, затрати на лікування та реабілітацію яких спричиняють витрати на мільярди доларів у всьому світі [4, 5]. У сучасному професійному спорті травмовані спортсмени змушені повертатися до змагань якомога раніше, що часто є вимогою як для спортсмена, так і для керівництва команди. Таким чином, порівняно з традиційною реабілітацією після травм, реабілітація спортивних травм потребує скорочення тимчасових витрат без втрати ефективності [6, 7].

У сучасному лікуванні спортивних травм критично важливим є комплексний підхід за участю спортивного лікаря, фізіотерапевта, тренерів з фізичної підготовки, спортивного психолога, дієтолога, тренера. Необхідне розуміння психології спорту та його біомеханічних, фізіологічних вимог до спортсмена [8].

Одну з важливих ролей у процесах відновлення і реабілітації спортсмена після травм відіграє адекватне і збалансоване харчування. Організму людини потрібна енергія, особливо білок і ненасичені жирні кислоти, щоб компенсувати запалення, а також велика кількість поживних мікроелементів, які сприяють загоєнню. Порушення стану харчування після операцій та інших лікувальних втручань і маніпуляцій, може призвести до несприятливих результатів, включаючи ускладнення, інфекції та тривале перебування в лікарні. Таким чином, метою оптимізованої дієти є максимізація відповіді на травму/хірургічне лікування, підтримка рекомендованої маси тіла та стану жиру в організмі відповідно до виду спорту та забезпечення швидкого повернення до графіка тренувань і продуктивності.

Адекватне і збалансоване харчування має велике значення для відновлення і реабілітації після травмувань, отриманих при заняттях спортом. «Реабілітаційне харчування» для відновлення після травм спортсменів подібне до спортивного харчування, за винятком відмінностей, які стосуються запобігання ризику або наявності саркопенії, гіпотрофії або дисфагії [9 - 11] Подібне харчування з метою покращання відновлення і реабілітації після спортивної травми має на меті, у поєднанні з тренуваннями, адекватний довгостроковий харчовий статус спортсмена, а також покращення фізичного стану з точки зору витривалості та стійкості.

Детальний аналіз відмінних особливостей харчування і дотримання принципів оптимального для відновлення режиму харчування після отримання спортивних травм є актуальним викликом сьогодення для сучасної науки, що актуалізувало появу нашого дослідження.

**Мета дослідження** – визначити особливості нутритивної підтримки спорстменів у відновлювлювальному періоді після травми.

**Завдання дослідження:**

1. визначити актуальну дефініцію обраної наукової проблематики та напрямів її вивчення із подальшим поглибленням і конкретизацією предмета та об’єкта дослідницької діяльності.

2. проаналізувати наявний масив вітчизняної та закордонної наукової літератури щодо сучасних тенденції та особливостей розвитку системи знань з теми магістерської роботи.

3. узагальнити проаналізовані сучасні наукові відомості щодо ролі органічних мако- і нутрінутрієнтів у процесах відновлення після спортивної травми.

4. встановити роль неорганічних речовин у реабілітаціійному періоді після спортивної травми.

*Об'єкт дослідження*: стан здоров’я спортсмена у реабілітаційному періоді після спортривної травми.

*Предмет дослідження*: роль органічних і мінеральних речовин у забезпеченні нутритивної підтримки спорстмена у період відновлення після спортивної травми.

*Методи дослідження:* контент-аналіз, метод системного аналізу, метод порівняльного аналізу, бібліосемантичний метод, морфологічні методи (антропометрія), фізіологічні методи (біоімпедансний аналіз складу тіла), статистичні методи.

**Структура роботи**. Кваліфікаційна магістерська робота викладена на 53 сторінках, з них – 43 сторінки основного тексту, і складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел (всього 85 бібліографічних описів).

**РОЗДІЛ 1**

Незважаючи на той факт, що спортивний травматизм становить доволі невеликий відсоток від загального травматизму (побутового, вуличного, виробничого тощо), проблема швидкого і ефективного відновлення пошкодженої кінцівки або частини тіла спортсмена є актуальним викликом для сучасної медицини і реабілітації.

**1.1. Загальна характеристика травматизму у спорті та його класифікація**

Спорт завжди пов'язаний із ризиком отримати травму. Імовірність отримати спортивну травму підвищується за відсутності належної розминки (легких вправ і розтяжки на різні групи м'язів перед інтенсивним тренуванням). М'язи та зв'язки пошкоджуються під впливом сил, що перевищують їх внутрішній запас міцності [12]. Наприклад, їх можна пошкодити, якщо вони занадто слабкі або занадто затиснуті. Якщо м'язи і зв'язки, які підтримують суглоб, ослаблені, наприклад, після розтягування, зростає ймовірність пошкодити суглоб [13, 14]. Схильність до спортивних травм, пов'язаних із нерівномірним навантаженням на ті чи інші частини тіла, визначається індивідуальними особливостями будови організму. Наприклад, якщо в людини одна нога коротша за іншу, то сили, що діють на стегна і коліна, розподіляються нерівномірно, перевантажуючи один бік тіла.

Надмірна пронація – повертання тильної поверхні стопи назовні при ударі об землю – може спричинити біль у стопі та коліні. До певної межі пронація є нормою та захищає ноги від травм, сприяючи рівномірному розподілу ударного навантаження на всю стопу [15]. Однак при надмірній пронації стопа стає настільки гнучкою, що її склепіння випрямляється, внаслідок чого внутрішня частина стопи при ходьбі та бігу майже стосується землі та створює враження плоскостопості. У бігунів з надмірною пронацією при бігу на довгі дистанції можуть хворіти коліна, тому що при підгортанні стопи всередину колінні чашки вивертаються назовні. Таке положення, у свою чергу, створює надмірний тиск передньої поверхні коліна.

Протилежна проблема - недостатня пронація - виникає у людей з жорстким гомілковостопним суглобом. При цьому склепіння стопи виявляється занадто високим і недостатньо добре амортизує ударне навантаження, збільшуючи ризик виникнення дрібних тріщин (стресові переломи) у кістках стоп та гомілок [16].

Відносне положення ніг також може викликати біль, особливо у жінок із широкими стегнами. Колінні чашечки таких жінок мають тенденцію вивертатися назовні від середньої лінії. Сили, що діють на колінні чашечки в такому положенні, викликають біль.

У структурі спортивного травматизму понад 50% всіх пошкоджень припадають на нижні кінцівки. Слід зазначити, що травми та травматичні захворювання опорно-рухового апарату (ОРА) становлять 44,05% усієї патології у спорті. У патології ОРА до 40% становлять травми суглобів, 7,1% – переломи всіх локалізацій, близько 6% – ушкодження м'язів та сухожиль. На забиті місця припадає 6,2%, вони частіше спостерігаються в циклічних та ігрових видах спорту [1 - 3]. Травма/захворювання розглядаються як поліетіологічний варіант синдрому системної запальної реакції, пов'язаний із формуванням «патологічних» систем та їх подальшою динамічною зміною.

По ступеню тяжкості травми діляться на важкі, середнього ступеня тяжкості та легкі [17, 18]. Важкі травми - це травми, що викликають різко виражені порушення здоров'я і призводять до втрати навчальної та спортивної працездатності на строк понад 30 днів. Постраждалих госпіталізують чи тривалий час лікують у травматологів-ортопедів у спеціалізованих відділеннях чи амбулаторно.

Травми середнього ступеня тяжкості - це травми з вираженою зміною в організмі, що призвели до навчальної та спортивної непрацездатності на строк від 10 до 30 днів. Спортсмени з травмами середньої тяжкості також мають лікуватись у травматологів-ортопедів.

Легкі травми - це травми, які не викликають значних порушень в організмі та втрати загальної та спортивної працездатності. До них відносяться садна, потертості, поверхневі рани, легкі забиті місця, розтягнення 1-го ступеня тощо, при яких постраждалі потребують надання першої лікарської допомоги. Можливе поєднання призначеного лікарем лікування (терміном до 10 днів) з тренуваннями та заняттями зниженої інтенсивності.

Крім того, виділяють гострі та хронічні травми. Гострі травми виникають в результаті раптового впливу того чи іншого фактора, що травмує. Хронічні травми є результатом багаторазового дії однієї й тієї ж травмуючого чинника певну область тіла.

Існує ще один вид травм – мікротравми. Це ушкодження, одержані клітинами тканин внаслідок одноразового (чи іншого) впливу, трохи перевищує межі фізіологічного опору тканин і викликає порушення їх функцій і структури (тривалі навантаження на неокріплий організм дітей та підлітків).

Усі спортивні травми можна розділити на чотири категорії [17, 18]:

1. перенапруження;

2. травми від удару тупим предметом (наприклад, при падіннях та зіткненнях);

3. переломи та вивихи;

4. розтягнення зв'язок та м'язів.

Зупинимось на більш детальній характеристиці кожної з наведених категорій спортивних травм.

1. Перенапруження (надмірний зношення) - одна з найпоширеніших причин спортивних травм. Травми через надмірну перенапругу часто виникають через неправильну техніку, але люди з надмірною масою тіла та ожирінням можуть зазнавати підвищеного ризику травм, викликаних підвищеним навантаженням на кістки та суглоби. Прикладом такої неправильної техніки може служити біг по одній стороні доріжки з нахилом. Постійне зіткнення однієї стопи з вищою поверхнею призводить до того, що на праве та ліве стегно та коліно діють різні сили. Ця різниця сил збільшує ризик травми ноги, яка постійно зникає з вищою поверхнею, і змінює сили, що діють на іншу ногу, внаслідок чого її також можна травмувати.

Деякі спортсмени дуже швидко збільшують швидкість або інтенсивність тренувань, перевантажуючи м'язи. Наприклад, бігуни, які надто швидко збільшують швидкість або відстань під час тренувань, перевантажують гомілки, стегна та стопи. Такі надлишкові навантаження часто призводять до розтягування м'язів та стресових переломів кісток. Деякі спортсмени тренують лише одні групи м'язів, не зміцнюючи належним чином протилежні групи м'язів, що створює дисбаланс та може сприяти травматизму.

Ще одним фактором травматичного перенапруження є недотримання режиму відновлення після тренування. Крім того, деякі спортсмени не припиняють занять, відчувши біль (тренуються «через біль»). Продовження тренування, незважаючи на наявність болю, посилює травми м'язів і сполучної тканини, призводить до більших уражень і збільшує час одужання, тоді як своєчасний відпочинок сприяє відновленню.

2. Травма від удару тупим предметом. Спортивні травми від удару тупим предметом призводять до синців, струсів мозку та переломів. Зазвичай такі травми пов'язані з потужними зіткненнями з іншими спортсменами чи предметами (наприклад, в американському футболі чи хокеї на льоду, де спортсмена можуть притиснути до стінки), падіннями та прямими ударами (наприклад, у боксі чи єдиноборствах).

3. Переломи кісток та вивихи суглобів – це серйозні травми, які потребують негайної медичної допомоги. У постраждалих з такими травмами часто виникає деформація кінцівки, сильний біль і порушення функцій кінцівки або суглоба, і їм потрібне подальше обстеження, наприклад, рентгенологічне. При підозрі на перелом чи вивих потрібно зафіксувати кінцівку «у тому положенні» (не переміщаючи) і звернутися у відділення невідкладної допомоги.

Стресові переломи - це дрібні тріщини в кістки, викликані ударними навантаженнями, що повторюються. Вони найчастіше виникають у стопах чи довгих кістках ніг. Вони можуть не викликати жодних видимих ознак ураження і не завжди помітні на рентгенівських знімках. Єдиним симптомом є біль при спробі перенести вагу на травмовану стопу (див. стресові переломи стопи).

4. Розтягнення зв'язок і м'язів зазвичай відбуваються при раптовій і сильній фізичній напрузі, найчастіше під час бігу, зокрема, при раптовій зміні напрямку руху (наприклад, ухиляючись від суперників під час гри в американський футбол). Такі травми також часто трапляються під час силових тренувань, коли спортсмен швидко кидає або смикає обтяження замість того, щоб переміщати його повільно та плавно, постійно контролюючи напругу.

Великий відсоток захворювань у кваліфікованих спортсменів значною мірою пов'язаний із передчасним відновленням тренування після травми, швидким розширенням засобів тренування – ще до настання необхідного ступеня анатомічного та функціонального відновлення. До таких захворювань можна віднести хронічні захворювання суглобів, остеохондрози хребта, захворювання стоп тощо.

Класифікація видів спорту за рівнем травматизму:

І група – з найбільшим травматизмом: футбол, хокей, боротьба, бокс.

ІІ група – з вираженим травматизмом: велоспорт, лижі, баскетбол, волейбол, легка атлетика, ковзани, гімнастика, акробатика, важка атлетика, фігурне катання.

III група – малотравматична: плавання, веслування, фехтування (захист).

Всі перераховані вище порушення здоров'я сприяють значному зниженню працездатності та швидкості відновлення спортсмена після навантажень, тривалим періодам втрати спортивної форми і, зрештою, можуть призвести до його професійної дискваліфікації.

**1.2. Патофізіологічні особливості спортивної травми**

Отримана при спортивних тренуваннях травма супроводжується виникненням щонайменше трьох сполучених між собою ознак – характерна клінічна симптоматика, ознаки переважного катаболізму обміну речовин та ознаки пригнічення імунологічної реактивності організму. Ця тріада, зазвичай, супроводжується різким зниженням спортивної працездатності [19, 20].

При спортивній травмі нерухомість пошкодженої ділянки призводить до втрати м'язової маси та зниження м'язової сили, зниження (місцевого) метаболізму [21, 22], зниження чутливості до інсуліну та збільшення локального відкладення жиру [23]. У перші два тижні знерухомлення відбувається найбільша втрата м'язової маси [24]. Отже, розуміння механізмів, відповідальних за (короткочасну) атрофію м'язів під час травми та розробка ефективних контрзаходів є надзвичайно важливим напрямом у реабілітаційній медицині [25].

Здоров'я м'язів можна охарактеризувати як сукупність кількості м'язів (вимірюється як м'язова маса, площа поперечного перерізу м'язів тощо), а також якості м'язів (фізичні та метаболічні функції скелетних м'язів). У критичному стані після травм здоров'я м'язів може підтримуватись при оптимальній дієтотерапії на додаток до ранньої фізичної реабілітації. Вправи, як відомо, покращують приплив крові до скелетних м'язів, що сприяє покращенню засвоєння поживних речовин та кисню для підтримки їх цілісності та функціонування.

Відсутність грамотної реабілітації може призвести до того, що функціональні недоліки можуть зберігатися багато років після травми. Враховуючи, що скелетний м'яз містить >75% глюкози, ймовірно, може статися дисрегуляція обміну глюкози та жиру. Наприклад, виявлено, що атрофія м'язів внаслідок нерухомості була пов'язана з порушенням толерантності до глюкози і порушеннями її засвоєння, а також зниженням жирового окислення [26].

Одним із найбільш яскравих проявів синдрому системної запальної реакції при спортивній травмі є виражені метаболічні порушення зі зсувом метаболічних процесів у бік гіперметаболізму – гіперкатаболізму.

Метаболічна відповідь на травму в основному характеризується збільшенням рівня базального метаболізму, негативним балансом азоту, збільшенням глюконеогенезу та збільшенням синтезу білків гострої фази. Ці реакції спрямовані на синтез ендогенних субстратів для загоєння ран, тоді як синтез білків гострої фази посилює процес очищення та сприяє процесам відновлення. Однак якщо цей процес є надмірним або продовжується занадто довго, це призводить до прогресуючого виснаження частин тіла з подальшим несприятливим результатом. Очевидно, що серйозність такого виснаження збільшується, якщо пацієнт голодує або виснажений, і це ніяк не компенсується екзогенною поставкою поживних речовин.

Катаболічний тип обмінних процесів характеризується розвитком вираженої білково-енергетичної недостатності, порушенням харчування та неможливістю забезпечити організм необхідними поживними речовинами природним шляхом. Характерними проявами метаболічних порушень є:

- значне підвищення енерговитрат;

- невідповідність між одержуваною та необхідною енергією;

- зниження можливості утилізації основних ендогенних субстратів;

- несприятлива зміна нейрогуморальної регуляції.

Відповідно до сучасних уявлень, травма, хірургічне втручання, захворювання та обумовлений ними комплекс захисних та патологічних процесів мають причинно-наслідковий взаємозв'язок [27, 28]. Метаболічні зміни при травмі зумовлені послідовністю нейроендокринних реакцій, кількісним співвідношенням активності анаболічних та катаболічних гормонів. Це знаходить свій відбиток у регуляторних реакціях лише на рівні вуглеводного обміну.

Характерний клінічний прояв розладів вуглеводного обміну – стресорна (спонтанна) гіперглікемія. При цьому вироблення глюкози в печінці збільшується у відповідь на викид адреналіну, норадреналіну, глюкагону та кортизолу. Відзначають збільшення активності не тільки глікогенолізу, а й глюконеогенезу, при цьому введення екзогенної глюкози та інсуліну не впливає на швидкість біохімічних реакцій. Основні субстрати для глюконеогенезу - лактат, глутамін, аланін, гліцин, серин і гліцерол. Незважаючи на підвищену продукцію гепатоцитів глюкози, синтез інсуліну не збільшується. Це призводить до спонтанної гіперглікемії. Амінокислоти внаслідок прогресування м'язового протеолізу мобілізуються зі скелетної мускулатури та транспортуються до печінки для синтезу глюкози та медіаторів системного пошкодження.

Збалансована програма харчування дозволяє попередити розвиток білково-енергетичної недостатності, прискорити реабілітацію травмованих та хворих, підвищити ефективність лікування. Водночас, незважаючи на посилений розвиток спортивної медицини, у тому числі спортивного харчування, реабілітації, дієтології, ціла низка питань щодо раціональної нутритивно-метаболічної підтримки висококваліфікованих спортсменів при лікуванні захворювань та травм в умовах стаціонару залишаються не вирішеними.

## 1.3. Індукована травмою атрофія м'язів

У здорової людини м'язова маса залишається постійною завдяки динамічному балансу між анаболізмом і катаболізмом м'язового білка [25]. Харчування, зокрема споживання білка, збільшує швидкість синтезу м'язового білка і гальмує його розпад, це призводить до позитивного білкового балансу в м'язах [23]. Стимуляція синтезу м'язового білка після їди переважно зумовлена збільшенням концентрації незамінних амінокислот у плазмі крові, зокрема зростанням концентрації лейцину [24]. Для кількісної втрати м'язової маси необхідне постійне та хронічне порушення обміну білка у м'язах. Нещодавно було продемонстровано, що крім зниження базального синтезу білка, іммобілізація кінцівок також зменшує синтетичну відповідь м'язового білка на споживання білка з їжею – виникає т.зв. «анаболічна резистентність» [24].

 Зниження швидкості синтезу м'язового білка нині вважається основною причиною атрофії м'язів, що спостерігається під час нерухомості кінцівок. Це свідчить про те, що стратегія харчування має бути спрямована на компенсацію катаболізму, а також забезпечувати організм травмованого спортсмена поживними речовинами та енергією, необхідними під час фізичних вправ при реабілітації.

Отримано дані, згідно з якими найсильніша атрофія м'язів відбувається в перший тиждень знерухомлення [24]. Це наголошує на важливості грамотної нутритивної підтримки травмованого спортсмена в перші дні після отримання травми, націленої на скорочення протеолізу та збільшення синтезу м'язових білків [25].

Спортивні травми та операції вимагають тривалого періоду іммобілізації постраждалої людини, що включає уникнення скорочення скелетних м’язів або навантаження на уражені м’язи протягом початкової фази відновлення (приблизно 6 тижнів). Це призводить до атрофії м’язової недостатності зі швидкістю 0,5% на день, що супроводжується зниженням маси м'язових білків в такому м’язі на 50% [29] і втратою м’язів, яка може дорівнювати 150–400 г м’язової тканини на ранніх стадіях (1– 2 тижні) [30.]. У цей період також відбувається швидка втрата абсолютної і відносної м'язової сили. Наприклад, втрата м’язів квадрицепса на 8% може спричинити зниження м’язової сили на 23% [31]. Ступінь атрофії м'язів впливає на тривалість необхідної реабілітації.

Етіологія атрофії м’язів є багатофакторною і може бути частково пов’язана з гострою запальною та гормональною реакцією. Підвищення кількості цитокінів, які посилено синтезуються одразу після отримання травми, індукують процеси атрофії, можуть сприяти уповільненому відновленню міцності та зниженню функціональності [32]. Крім того, паралельно з вищезазначеними процесами, відбувається втрата кальцію кістковою тканиною [33], швидкість метаболізму знижується [34], знижується чутливість до інсуліну, а відкладення жиру збільшується [35].

Втрата кальцію відбувається внаслідок зменшення механічного навантаження на структуру кісток, що призводить до активації остеокластів і пригнічення функціонування остеобластів. Таким чином, процеси резорбції кісткової тканини починають переважати над процесами мінералізації, наслідком чого є зниження вмісту кальцію у скелетних тканинах.

Депресія синтезу білків, в першу чергу, спричинена атрофією м’язів, у той час як процеси протеолізу (розщеплення білків) може не посилюватися. Зниження швидкості біосинтезу м'язових білків у пост-абсорбційному та постпрандіальному станах викликає розвиток явища, яке називається «анаболічна резистентність» до споживання їжі, тобто зниження відповіді постпрандіального синтезу білка [29]. Таким чином, анаболічна резистентність може бути частково відповідальною за «невикористання» скелетних м’язів і їх атрофію. Окрім анаболічної резистентності, бездіяльність також може призвести до системного запалення, резистентності до інсуліну, зниження активації, залучення сателітних клітин і зниження щільності капілярів, що призводить до втрати м’язової маси та сили [36, 37].

Однак слід зазначити, що фактор запалення, який супроводжує травму чи операцію, відіграє одну з вирішальних ролей у зниженні маси скелетних м’язів. Остаточно патогенетичні шляхи цього процесу ще не встановлені. Але, безсумнівно, існує потреба в чітких доказах того, яким чином зміни в системному та м’язовому запаленні пов’язані зі змінами м’язової маси, м’язової сили, а також в м’язовій молекулярній сигналізації (анаболічний, катаболічний, окислювальному стресі, механізмах утворення кінцевих продуктів глікації тощо) [38]. З цієї причини слід пояснити, що загальноприйняті норми споживання ессенціальних нутрієнтів для здорових людей і спортсменів, не можна вважати репрезентативними та корисними тому, що вони не враховують того факту, яким чином травма, хірургічне втручання чи запальна реакція впливають на механізми індукції атрофії м’язів. Існує потреба у створенні харчових стратегій, які є ефективними для компенсації анаболічної стійкості (доповнення лейцину до субоптимального споживання білка тощо).

**Висновок до розділу 1.**

Спортивна травма є одним з найважчих і най неприємніших аспектів у житті спортсменів-професіоналів та любителів внаслідок випадіння з процесу тренувань на невизначений термін часу, виникнення небезпечних ускладнень, подібних дій травми тощо. Харчовий контроль у відновлювальному періоді після травми має особливе значення для підтримки таких пацієнтів. В реабілітаційному періоді після травми відбувається зниження рівня витрат енергії, що актуалізує завдання досягнення оптимального надходження макроелементів, необхідних для підтримки скелетних м'язів без збільшення маси жиру. Раціон харчування, побудований адекватно потребам організму, є одним із способів, завдяки якому можна оптимізувати перебіг процесу відновлення у реабілітаційному періоді після травми.

При побудові лікувальних раціонів - аліментарному забезпеченні, сучасна дієтологія стикається з дилемою: з одного боку, необхідно обмежити обсяг споживаної їжі з метою досягнення відповідності між калорійністю раціону та зниженими енерговитратами організму, а з іншого - значно розширити асортимент споживаних продуктів харчування для ліквідації наслідків травми. У зв'язку з цим лікувально-профілактичне харчування стає важливим компонентом комплексного лікувально-реабілітаційного процесу і включає харчові раціони, які мають встановлений хімічний склад, енергетичну цінність, складаються з певних продуктів, у тому числі спеціалізованих продуктів лікувального харчування.

Втім, означена проблематика ще не знайшла свого остаточного вирішення у науковій літератури, що актуалізує появу нових фундаментальних досліджень.

**РОЗДІЛ 2**

**Матеріали та методи**

**2.1. Організація дослідження.**

Представлене дослідження було проведено у декілька етапів.

На першому етапі було визначено тематику, проблематику та мету дослідження. Згідно поставленої мети були сформульовані завдання дослідження, визначено її актуальність і особливості наукової дефініції, були окреслені основні напрями вивчення обраної проблематики із подальшим поглибленням і конкретизацією предмета та об’єкта дослідницької діяльності;

Далі було проаналізовано наявний в мережі Інтернет масив вітчизняної та закордонної наукової літератури щодо специфіки сучасних тенденції та особливостей розвитку системи знань з теми магістерської роботи.

На підставі отриманих результатів літературного аналізу було проведено систематизацію сучасних наукових відомостей щодо особливостей раціону харчування спортсменів у відновлювальному періоді після отримання травми, для побудови базового підґрунтя кваліфікаційної магістерської роботи.

На наступному етапі було проведено теоретичне узагальнення опрацьованих наукових матеріалів з наукометричних баз даних щодо проблематики ролі окремих макро- і мікронутрієнтів у процесах відновлення після отримання спортивної травми.

Надалі було проведено структурування отриманих результатів наукового пошуку, на завершальному етапі було проведено узагальнення та систематизацію отриманих даних із подальшим письмовим оформленням кваліфікаційної магістерської роботи.

**2.2. Методи дослідження**

При підготовці кваліфікаційної магістерської роботи використовували наступні методи дослідження:

-контент-аналіз;

- метод системного аналізу;

- метод порівняльного аналізу;

- бібліосемантичний метод.

Нами були опрацьовані актуальні наукові дослідження щодо питання особливостей раціону харчування спортсменів у відновлювальному періоді після отримання травми у наступних базах даних - Web of Science, Scopus, PubMed, Google Scholar за період останніх років.

**РОЗДІЛ 3**

**3.1. Загальна характеристика раціонального харчування спортсмена після травми**

Для підвищення темпів відновлення після травми спортсмену потрібні різноманітні та якісні продукти харчування, які забезпечать організм усім необхідним набором поживних речовин. Не можна видаляти із раціону певні групи продуктів; всі вони працюють разом для досягнення синергетичного результату.

Спеціальне, «реабілітаційне» харчування після спортивних травм повинно сприяти якнайшвидшому відновленню постраждалого спортсмена, покращити психічні та фізичні функції, полегшуючи повсякденну діяльність [39]. Під час реабілітації першочерговою метою є досягнення якнайшвидшого загоєння ран та повернення до змагань, з використанням найефективніших ресурсів, де харчування є важливою складовою. Після травми чи хірургічного втручання настає критичний час для покращення харчової стратегії і харчової поведінки спортсменів, що веде до процесу загоєння та/або покращує продуктивність після нього [40].

Створення подібного раціону харчування має включати оцінку ризику або наявності саркопенії, недоїдання або дисфагії. При цьому нутритивна підтримка повинна бути спрямована, у поєднанні з тренуваннями, на адекватний довгостроковий харчовий статус спортсмена, а також на покращення його фізичного стану з точки зору витривалості та стійкості.

До основних чинників, спрямованих на подолання ризику незбалансованості харчування після травм, відносять:

− уникнення переїдання, а при надмірній масі тіла знижувати енергетичне споживання та збільшувати енерговитрати;

− збільшення споживання складних вуглеводів та «натуральних» цукрів (фруктози, лактози) до 48% загальної калорійності;

− зниження споживання рафінованих цукрів до 10% у загальній калорійності, або ще менше;

− зменшення споживання жиру до 30% у загальній калорійності за рахунок обмеження споживання м'яса, яєць, використання знежиреного молока;

− зниження споживання насичених жирів до 10% загального енергетичного споживання, або менше;

− зменшення споживання холестерину на день до 300 мг;

− обмеження споживання натрію, знизивши прийом солі до 5 г на день.

Лікувальне харчування повинне сприяти впливу на обмін речовин та запобіганню загостренню захворювання. Підтримка енергетичного балансу має ключове значення під час реабілітації спортсменів. Надходження надлишкової енергії призведе не до зменшення м'язової втрати, а до підвищення відкладення жиру.

**3.2. Особливості енергетичного забезпечення після спортивної травми**

Після травмування у багатьох спортсменів виникає побоювання набрати зайву масу тіла під час вимушеної іммобілізації, що у подальшій перспективі може загрожувати зниженням ефективності тренувань, набором надмірної кількості жирової тканини тощо. Багатьом «тимчасово бездіяльним» внаслідок травми атлетам здається, що вони не заслуговують на те, щоб поїсти, якщо вони не мають можливості відразу спалити калорії на тренуванні. Така думка є невірною тому, що навіть в умовах тимчасової вимушеної гіпокінезії і гіподинамії, інші органи залишаються метаболічно активними та вимагають надходження енергетичних субстратів. Близько двох третин калорій, які споживаються протягом доби людиною з помірною активністю, йдуть на підтримку метаболізму – забезпечують енергію функціонування дихальних м’язів, міокарду та інші потреби основного обміну.

Спортивна травма може супроводжуватися тимчасовою втратою апетиту внаслідок больового синдрому, стресових переживань тощо. Можливо, десь на задвірках свідомості постраждалого спортсмена навіть може з'явитися думка «Це навіть непогано – чудовий спосіб схуднути». Однак тому, що саме повноцінне і раціональне харчування сприятиме оптимальному перебігу відновлювальних процесів.

Реабілітаційний період після травмування характеризується зниженим споживанням калорій порівняно з умовами робочого обміну в умовах інтенсивних спортивних тренувань, втім, загальне енергонадходження має бути більшим за кількість кілокалорій основного обміну.

Загальна практика лікувального харчування, яку пропонують пацієнтам після травм на стаціонарному етапі, не враховує специфічні потреби спортсменів у макро- і мікронутрієнтах, а лише забезпечує загальну енергетичну цінність, тому що розрахований на 2000 ккал добових енерговитрат. Включення додаткових навантажень в ході реабілітаційного процесу, специфічного для фаст-трек реабілітації та як їх наслідки - найдшвидкого відновлення спортсменів збірних команд, супроводжується зростанням енерговитрат на 350-800 ккал на добу в залежності від етапу реабілітації та індивідуальних показників метаболізму. Означені енерговитрати мають бути поповнені за рахунок введення до раціону спортсменів, які проходять відновне лікування після перенесених травм та захворювань, спеціалізованих продуктів спортивного харчування, в першу чергу, для компенсації енергодефіциту та підтримки адекватної м'язової маси.

Енергетичний баланс займає важливе місце в підтримці м'язової маси, щоб амінокислоти не окислювалися, а використовувалися для біосинтезу м'язових білків [41]. Загалом травмований спортсмен знижує свою фізичну активність і, таким чином, його/її енергетичні потреби також зменшуються. Адекватне споживання енергії має бути першим питанням харчування, оскільки негативний енергетичний баланс прискорює втрату м’язової маси, особливо в період зниженої рухливості [42]. Для боротьби із саркопенією загальне споживання енергії має бути вищим, ніж енергетична норма для здорового стану, тобто 25–30 ккал/кг маси тіла [43, 44]. Однак, надлишок енергії не зменшує втрату м’язів, а може призводити до збільшення відкладення жиру [45].

Тренування з опором і тривалі вправи під час реабілітаційних заходів самі по собі є анаболічними, оскільки вони забезпечують найпотужніший анаболічний стимул для м'язових білків [46]. В умовах обмеження енергії або раптової бездіяльності в результаті хірургічного втручання або травми, підвищення споживання білка до 2,0 г/кг/день або навіть вище [47] може бути корисним для запобігання втрати безжирової маси [48].

Адекватне споживання їжі та рідини є життєво важливим для забезпечення спортивних результатів і відновлення. Макро- та мікроелементи відіграють важливу роль у метаболізмі, виробництві енергії, синтезі гемоглобіну, підтримці нежирової та кісткової маси, імунітеті, здоров’ї та захисті від окисного пошкодження [49].

## 3.3. Потреби в макроелементах в період відновлення після спортивної травми

## 3.3.1. Ключова роль білків і амінокислот у процесах відновлення після спортивної травми

Центральне місце у нутритивній підтримці травмованого спортсмена займає споживання білка. Білки є основним структурним, «будівельним» матеріалом у людському тілі, який використовується для відновлення ряду тканин, у тому числі м'язових. У більшості випадків, при отриманні травм під час тренувань, пошкоджена частина тіла спортсмена ізолюється від фізичних навантажень для більш швидкого відновлення. Однак це небезпечно розвитком посттравматичної саркопенії – дегенеративної зміни скелетної мускулатури, що призводить до поступової втрати м'язової маси та сили. Дослідники зазначають, що додавання до раціону продуктів з високим вмістом білка дозволяє мінімізувати втрату м'язової маси. Більше того, білкові дієти дозволяють знизити рівень запальних процесів та прискорити процес одужання.

Одним з ключових критеріїв харчової стратегії в період відновлення спортсмена після отримання травми, є компенсація анаболічної резистентності, яка спрямована на:

- оптимізацію анаболічної реакції на споживання білка;

- збереження м’язової маси

- уникнення збільшення жиру в організмі [31].

Значна кількість доказів вказує на те, що білок на основі молока після фізичних вправ силового характеру діє сприятливо на склад тіла та підтримку та відновлення параметрів м’язової сили [50, 51]. Збільшене споживання білка пов’язане зі збереженням м’язової маси. Крім того, надлишок білка метаболічно важко перетворити на жир, якщо немає надлишкового споживання енергії.

Тип, кількість, час і частота споживання білка мають ключове значення для обмеження темпів втрати м’язової маси під час відновлення після спортивної травми [31]. Екстракти сироваткового молочного протеїну мають суміжний вміст амінокислот і знаходяться в приблизному співвідношенні з тим, що міститься в скелетних м’язах людини [52, 53]. За даними авторів статті [54], саме кількість спожитого білка є більш важливою характеристикою раціону, ніж тип білка, оскільки не було виявлено суттєвих відмінностей у м’язовій масі чи силі під час силового тренування.

Враховуючи вікно накопичення білка від 2 до 4 годин, дозволене для кожного прийому їжі, стратегія харчування також є важливим фактором, який впливає на синтез тканини скелетних м’язів. Максимальна інтенсивність анаболізму білкових сполук всередині м’язів може бути досягнута за рахунок збільшення частоти прийому їжі, в поєднанні з адекватною та рівномірно розподіленою кількістю білка протягом усіх прийомів їжі [55].

Автори дослідження [24] виявили, що 24-годинний синтез білків м’язів був на 25% ефективнішим у жінок і чоловіків, коли їх годували білком, рівномірно розподіленим між сніданком, обідом і вечерею, порівняно з ізоенергетичними та ізоазотними дієтами з нерівномірним розподілом білка між прийомами їжі. Відповідно до цього, важливо уникати сніданку/перекусу з низьким вмістом білка або вечері/обіду з високим вмістом білка, щоб максимізувати накопичення білка. Таким чином, споживання білка 1,3–1,8 г/кг маси тіла, розподілене на 3–4 прийоми їжі, що містять ізоазот, викликає максимальний синтез м’язів [56].

У статті Wall з співавт. [48] наведені рекомендації навіть ще більшого споживання білка, що становить 1,6 – 2,5 г/кг, рівномірно розподілених протягом дня, 4–6 разів, кожні 3–4 години, у кількостях 20–35 г, які містять велику кількість лейцину (2,5– 3 г). Подібним чином Moore з співавт. [55] прийшли до вищевказаної пропозиції щодо 4-6 прийомів їжі з високим вмістом білка для спортсменів під час силових тренувань, щоб максимізувати м’язову силу та м’язову масу. Арета та ін. [56] повідомили, що споживання 20 г сироваткового протеїну кожні 3 години було краще, ніж більш часте (кожні 1,5 години) або менш часте (кожні 6 годин) схеми годування для стимуляції біосинтезу м’язових білків протягом дня.

Загальний метаболізм, як у короткостроковій, так і в довгостроковій перспективі, швидкість відновлення м’язів і біосинтез м’язових білків можуть бути покращені завдяки споживанню багатих білком напоїв через 2 години після обіду та за 30 хвилин до сну. Крім того, вказано, що прийом 30–40 г білка казеїну за 30 хвилин до сну зонд приносить користь для біосинтезу м’язових білків протягом ночі як у молодих, так і у літніх чоловіків відповідно [57]. Співавтори статті [55 ] дійшли висновку, що значне збільшення швидкості синтезу м’язового білка під час спокою та у відповідь на фізичне навантаження з силою може бути викликане споживанням джерел сироваткового білку, сої та казеїну.

Для того, щоб збільшити біодоступність амінокислот під час нічного сну, перед сном рекомендується вживати білок, оскільки він достатньо перетравлюється та засвоюється. Достатня кількість амінокислот під час сну є важливою для відновлення м’язів, оскільки було доведено, що вони стимулюють синтез м’язового білка та сприяють загальному білковому балансу всього тіла. Більш конкретно, щоб викликати надійну і достатню стимуляцію м’язового білка під час відновлення протягом ночі, рекомендується мінімальна кількість 40 г дієтичного білка [58].

Як високоякісний білок із споживання цілісних продуктів, так і дієтичні добавки із ізольованими білками (сироватковий, казеїновий, яєчний, м’ясний та соєвий) сприятливо впливають на збільшення постпрандіального білка та індукують біосинтез м’язового білка [59]. Однак сироватковий протеїн, здається, стимулює постпрандіальний приріст м’язового білка з більшою швидкістю порівняно з тим, як казеїн і гідролізат казеїну впливають на чоловіків. Цей ефект пояснюється поєднанням швидшого травлення та кінетики всмоктування сироватки та більш високого вмісту лейцину [60].

Ймовірно, здатність сироваткового протеїну утримувати м’язову масу і сприяти втраті жиру може бути пов’язана з його високим вмістом незамінних амінокислот і амінокислот з розгалуженим ланцюгом, і особливо лейцину. Лейцин може спричинити зменшення втрати азоту з сечею та, як було показано, впливає на анаболічну кінетику м’язового білка після 36 годин голодування, а насичений лейцином напій із сироваткового білка чітко активує шлях mTOR (мішень рапаміцину) [61]. Однак необхідні подальші дослідження [46].

Пізніше дослідження вищевказаних дослідників підтвердило, що амінокислоти з розгалуженим ланцюгом і, головним чином, лейцин, відіграють помітну роль у стимуляції біосинтезу м’язового білка. Більший вплив сироватки, порівняно з казеїном і гідролізатом казеїну, на накопичення м’язового білка після прийому їжі, пояснюється його швидшим перетравленням, кінетикою механізму всмоктування та його амінокислотним складом і особливо вмістом лейцину [62].

Проте два дослідження, проведені тією ж дослідницькою групою, прийшли до висновку, що у молодих і літніх людей споживання казеїну, який вважається повільно засвоюваним білком, до або під час сну (внутрішньошлунково) [63], може сприятливо вплинути на біосинтез м’язового білка у нічний час через гіпераміноацидемію, з наступними позитивними результатами щодо білкового балансу протягом нічного відновлення.

Для 80-кілограмових тренованих молодих чоловіків рекомендована доза сироваткового протеїну для досягнення оптимальної стимуляції біосинтез м’язового білка у відпочиваючих і тренованих м’язах становить 20 г. Більш високі дози стимулюють утворення сечовини та окислення амінокислот і не призводять до подальшої стимуляції міофібрилярного біосинтезу м’язового білка [64]. Таким чином, те саме припущення справедливе для травмованого спортсмена. Для того, щоб подолати анаболічну резистентність до споживання білка, спричинену невикористанням скелетних м’язів під час вимушеного зниження рівня рухової активності, тобто, наприклад, знижену реакцію на споживання білка, травмованим спортсменам також потрібно споживати 35–40 г білка, щоб збільшити постпрандіальний біосинтез м’язового білка [48].

У літературі є різні дані про добову дозу споживання білка, що рекомендується, для травмованих пацієнтів. Вживання великих доз білка спортсменами під час реабілітації після травм рекомендується у низці міжнародних документів. Наприклад, рекомендації Американського товариства з парентерального та ентерального харчування у критичному стані (2016) пропонують добову дозу білка 1,2 – 2,0 г/кг/добу. Європейське товариство парентерального та ентерального харчування рекомендує давати 1,3 – 1,5 г білка/кг на добу.

Протеїни з пісного м'яса, бобових, горіхів та знежирених молочних продуктів допоможуть для перебігу ефективного відновлення після травми. Протеїни (білок) розщеплюються в організмі до амінокислот, які є необхідними для відновлення пошкоджених м'язів, зв'язок і кісток. Після травми організм потребує стійкого надходження амінокислот для прискорення загоєння, зрощення переломів (особливо після фізіотерапії). Додатковий білок просто необхідний після травми або хірургічного втручання, в кількості приблизно від 20 до 30 грамів білка на кожен прийом їжі (це або 3 яйця, або 1 склянка сиру, близько 100 г пісного м'яса, птиці, або риби, 300 г тофу).

Враховуючи вищезазначене, під час відновлення після травми, вкрай необхідним є підтримання достатнього споживання білка. Варто зазначити, що при цьому обов’язково слід враховувати кількість та тип спожитих білків, а також різницею між білками, які швидко засвоюються, та білками, що засвоюються повільніше. Це може мати у плані харчування одне з вирішальних значень щодо компенсації потенційної саркопенії (втрати м’язової маси). Однак, спільне споживання інших макро- та мікроелементів також є обов’язковою умовою, і це буде обговорено нижче.

Підбиваючи проміжний підсумок, маємо зазначити, що вживання білка у великих кількостях під час відновлення дозволяє набагато швидше відновити рівень колишніх силових показників. Саме тому більшість лікарів рекомендує спортсменам для прискорення процесу відновлення при травмах включати до свого раціону такі продукти як м'ясо, риба, боби, насіння та горіхи.

При відновленні не менш важливо те, як усі вищезгадані продукти будуть розподілені протягом дня. Так, вченими було встановлено, що рівномірний розподіл багатого білком раціону на 4 рівноцінні прийоми їжі дозволяє більш ефективно стимулювати відновлення м'язових волокон порівняно з нерівномірним розподілом їжі. Крім того, вживання білкових добавок безпосередньо перед сном дозволяє ефективніше нарощувати м'язові обсяги.

Не можна оминати своєю увагою важливість вживання після травми продуктів з високим вмістом окремих амінокислот, наприклад, лейцину і гідроксиметилбутирату (ГМБ). В літературі наявні відомості про те, що лейцин може відігравати роль регулятора білкового метаболізму [80]. Для лікування травм, добавки додаткових поживних речовин, таких як амінокислоти з розгалуженим ланцюгом (включаючи лейцин), креатин, омега-3 жирні кислоти та ГМБ, були запропоновані як корисні для посилення процесів біосинтезу білків м’язової тканини [48].

Згідно з нещодавнім систематичним оглядом, високий (>200 мг/кг/день) і тривалий (>10 днів) щоденний прийом амінокислот з розгалуженим ланцюгом (включаючи лейцин, валін) може сприяти суттєвому зменшенню негативним наслідкам пошкодження м'язів внаслідок вимушеного зниження рівня рухової активності [81]. Інгібуюча дія лейцину на катаболізм білків також стосується концепції прийому їжі, збагаченої лейцином, під час відновлення травмованого спортсмена, головним чином на ранніх стадіях, коли катаболічні процеси зазвичай інтенсивні [48].

Цікавим є переважне трансамінування лейцину для синтезу ГМБ [48]. Рекомендована доза цієї амінокислоти - 3 г/добу. Використання добавок може посилити адаптаційну реакцію на фізичні вправи, оскільки це може уповільнити швидкість розпаду білка. З іншого боку, він сприяє синтезу білка, синтезу холестерину, секреції гормону росту та синтезу мРНК IGF-I (інсуліноподібний фактор росту-I). Ці фактори призводять до посилення проліферації та диференціювання м’язових клітин-сателітів та пригнічення апоптозу. Встановлено наявність позитивного впливу на силу і знежирену масу внаслідок споживання ГМБ. У дослідженні з молодими чоловіками ГМБ стимулює м’язову силу та зменшує розпад м’язового білка, демонструючи подібні ефекти з лейцином [82]. У здорових людей похилого віку прийом добавок ГМБ протягом 10 днів постільного режиму міг зберегти м’язову масу [83].

Досягнення рекомендованого споживання білка зі звичайного дієтичного білка або цілісних білкових добавок, швидше за все, може забезпечити оптимальні результати у швидкості відновлення м’язів.

Лізин, одна з незамінних амінокислот, також міститься у великих кількостях у м’язах і супутніх з м’язовою масою тканинах [84]. Під час метаболомічного аналізу було виявлено, що сироваткова піпеколінова кислота (метаболіт лізину), позитивно пов’язана з ростом м’язової маси та м’язовою силою. В експериментальних роботах показано, що уведення лізину може пригнічувати протеоліз у скелетних м’язах натще [84], тоді як безперервне годування дієтою з високим вмістом лізину могло збільшити м’язову масу [84]. Добавки лізину у щурів можуть зменшити посилену аутофагію скелетних м’язів, викликану дієтою з низьким вмістом білка, і активувати сигнальні шляхи Akt (протеїнкіназа B)/mTOR). Піпеколінова кислота також може стимулювати швидкість синтезу білка та сприяти зниженню деградації м’язового білка [84].

**3.3.2. Роль вуглеводів у процесах відновлення після спортивної травми**

Під час відновлювального періоду варто споживати вуглеводи, із зерен, фруктів, овочів. Вони потрібні як енергетичні субстрати, «паливо», а протеїни будуть використовуватися для відновлення структури постраждалих кісток, суглобів та м'язів. У випадку недостатнього надходження вуглеводів, організм буде вимушений здобувати необхідну енергію з білків, що буде сприяти посиленню катаболізма протеїнів, зниженню анаболічних реакцій та завадить перебігу відновлювальних процесів.

Відомо, що рівень доступності ендогенних вуглеводів впливає на синтез білка та скелетні м’язи під час фізичних вправ. Низькі рівні вуглеводів впливають на деградацію білка, збільшують розпад м’язового білка та знижують чистий білковий баланс, особливо в умовах низького вмісту глікогену в м’язах порівняно з високою наявністю глікогену [65].

Таким чином, роль вуглеводів у фазі відновлення після спортивних травм потребує подальшого дослідження для чітких висновків. Незважаючи на обмежені докази щодо переваг вуглеводів або жирних кислот у порівнянні зі споживанням білка [66], добре збалансована дієта, яка включає достатню кількість білків, вуглеводів, антиоксидантів і помірну кількість жиру, рекомендується для реабілітації травмованого спортсмена.

**3.3.3. Роль жирів у процесах відновлення після спортивної травми**

Одразу після отримання травми, у пошкодженій ділянці тіла виникає гострий запальний процес, якій є своєрідною захисною реакцією і необхідний подальшого загоєння. Однак, якщо процес запалення спостерігається протягом тривалого періоду, воно здатне уповільнити відновлення пошкодженої частини тіла. До найефективніших способів усунення запалення у пошкодженій області є включення до раціону Омега-3-поліненасичених жирних кислот. Вищезгадані кислоти містяться в таких продуктах як волоські горіхи, жирна риба, а також насіння льону та чіа.

Згідно з останніми науковими даними, омега-3 жирні кислоти, отримані з риб’ячого жиру, можуть бути вкрай корисними для травмованого спортсмена, внаслідок наявності потужних протизапальних властивостей [67]. Серед здорових людей різного віку [68, 69] довголанцюгові добавки з омега-3 жирними кислотами в дозі 4 г/день підвищували анаболічну чутливість до амінокислот і реакцію біосинтезу м’язового білка на гіперінсулінемію-гіпераміноацидемію, що призводило до збільшення розміру м’язових клітин. Окрім того факту, що омега-3 жирні кислоти вказують позитивний вплив на м’язову анаболічну дію внаслідок їх протизапальних властивостей, також, спостерігалося очевидне посилення сенсибілізуючого ефекту на молекулярну передачу сигналів, що регулює синтез м’язового білка. Слід зазначити, що суб’єктами вищезазначених досліджень були молоді та старші здорові дорослі люди, у яких на початку дослідження не було запалення чи інших пов’язаних із цим захворювань. Дефіцит жиророзчинних вітамінів D і K підвищує ризик розвитку та прогресування остеоартриту [70, 71]. Musumeci та інші підкреслили, що споживання середземноморської дієти та оливкової олії першого віджиму може допомогти послабити та подолати запалення після пошкодження суглобового хряща, запобігаючи остеоартриту [72].

Ненасичені жирні кислоти діють як антиоксиданти, покращуючи окислення ліпідів [73, 27.]. Найвищий вміст фенольних антиоксидантів міститься в оливковій олії першого віджиму порівняно з іншими звичайними оливковими оліями [74].

У здорових людей різного віку омега-3 жирні кислоти, отримані з риб’ячого жиру, регулюють синтез м’язового білка [66]. Зокрема, тривалий прийом омега-3 жирних кислот (4 г/день) підвищує анаболічну чутливість до амінокислот [68, 69], надаючи сенсибілізуючий ефект на молекулярні сигнальні шляхи. Ці результати свідчать про те, що споживання омега-3 жирних кислот, отриманих з риб’ячого жиру, також може бути корисним для травмованого спортсмена, хоча відповідних даних небагато і вони менш узгоджені порівняно зі споживанням білка [66].

У контексті травм, пов’язаних зі спортом, добавки омега-3 жирних кислот пропонуються для протизапальних ефектів, а також імуномоделюючих властивостей [73, 75]. Такі властивості також були оцінені для запобігання травмам. Якості омега-3 жирних кислот пов’язані з позитивним впливом проти запалення та порушення імунної системи, тоді як низьке споживання жиру може збільшити травми або серйозність травм, посилюючи запальну реакцію [76].

Відкриті рани потребують більше колагену та нового росту капілярів. Цей цикл залежить від сприятливого стану харчування пацієнта для утворення здорової тканини грануляції [77]. Що стосується іммобілізації або зниження активності після травми, дослідження показали, що харчування з високим вмістом риб’ячого жиру відчували меншу втрату м’язів під час вимушеної іммобілізації [78].  Добавки омега-3 у дозі 2 г/день протягом 15 днів сприяють модуляції окислювальних біомаркерів під час реабілітації пацієнтів, які перенесли операцію на коліні [79].

Згідно з наведеними вище висновками, споживання риб’ячого жиру, ймовірно, зменшує втрату м’язів під час іммобілізації, але, здається, воно не є ефективним для збільшення м’язів. Таким чином, пропозиції щодо прийому риб’ячого жиру у постраждалих при спортивних травмах повинні враховувати відповідну дозу [76]. Потрібні подальші дослідження, щоб отримати доказові результати щодо ефективності добавок омега-3 жирної кислоти та/або креатину на втрату м’язів або анаболічний опір у травмованих спортсменів.

Важливо відзначити, що знизити рівень запалення також можна, знизивши обсяг споживання Омега-6-поліненасичених жирних кислот, які характеризуються прозапальними властивостями, тобто, сприяють розвитку запальних процесів, особливо за умови низького рівня споживання Омега-3.

Незважаючи на всі корисні властивості жирних кислот, їх надмірне споживання здатне призвести до погіршення процесу відновлення м'язової маси. Саме тому лікарі рекомендують більше звертати увагу на натуральні продукти з високим вмістом цієї речовини, а не харчові добавки.

У відновлювальному періоді після спортивної травми слід вживати жири переважно рослинного походження. Жири з оливкової, лляної та горіхової олії, а також самі горіхи, насіння льону, кунжут тощо, а також такий фрукт з високим вмістом жирів, як авокадо, характеризуються корисною протизапальною дією.

Рекомендовано вживати не менше двох-трьох рибних страв на тиждень, переважно з жирної морської риби вільного вигулу, наприклад, тихоокеанський лосось, скумбрія, оселедець. Варто зменшити споживання омега-6-вмісних продуктів (продуктів, що містять кукурудзяну, соняшникову, сафлорову, бавовняну та соєву олію). Надлишок омега-6 поліненасичених жирних кислот, навпаки, сприятиме запаленню. Під час відновлення після травми варто відмовитися від продуктів, що містять «частково гідрогенізовані олії» (маргарин тощо), перероблене м'ясо.

**3.4. Роль мінералів у процесах відновлення після спортивної травми**

Вживання продуктів з високим вмістом кальцію та вітаміном D, є вкрай необхідним для оптимізації відновлення після травмування. Кальцій відноситься до найбільш значущих мікроелементів для людського тіла, так як він забезпечує міцність зубів і кісток, а також використовується для передачі нервових імпульсів [85]. Саме тому дуже важливо підтримувати нормальний рівень даної речовини у плазмі крові та стежити за її рівнем у період відновлення при різних травмах. Серед продуктів із найвищим вмістом кальцію фахівці виділяють молочні продукти, сардини, листову зелень, броколі, мигдаль, рослинне молоко та морські водорості.

Не менш важливим елементом при відновленні є вітамін D, який покращує засвоєння кальцію, прискорюючи процес загоєння при пошкодженні кісток [86]. Список продуктів, що містять вітамін D, дуже обмежений, проте варто пам'ятати, що людський організм здатний самостійно виробляти цю речовину за впливу на шкіру сонячних променів. Тим же, хто проживає в північних регіонах і знаходиться мало часу на відкритому повітрі, рекомендується включати до свого раціону добавки вітаміну D.

Продукти, що містять цинк, також повинні бути в щоденному раціоні спортсмена в реабілітаційному періоді після травми. Цинк є однією з найважливіших речовин для людського організму, він входить до складу більшості білків, бере участь в утворенні колагенових і еластинових волокон сполучної тканини, тобто, приймає активну участь у реакціях прискорення загоєння ран та відновлення тканин. За результатами досліджень, дефіцит цинку може спричинити низьку швидкість загоєння ран. У зв'язку з цим, для прискорення процесу відновлення при травмах до раціону рекомендується включати продукти з високим вмістом цинку, до яких належать риба, морепродукти, бобові, горіхи, насіння, м'ясо.

У деяких людей може виникнути бажання замінити всі вищезгадані продукти на спеціалізовані добавки. Однак у такому разі слід враховувати, що цинк здатний контактувати з міддю в організмі людини і знижувати її кількість в плазмі крові і ступень засвоєння. Таким чином, надлишок цинку, який можуть викликати добавки, може спричинити дефіцит міді.

Орім отримання необхідного обсягу кальцію та вітаміну D, процес зрощення кісток може бути прискорений за рахунок включення до раціону наступних елементів:

магній – сприяє зміцненню кісткової тканини (міститься у горіхах, шкірці картоплі, бобових та молочних продуктах);

кремній – необхідний для відновлення кісткової тканини на ранніх стадіях її формування (міститься у крупах, моркві, стручковій квасолі);

вітаміни K1 і K2 – використовуються для посилення мінералізації кісткової тканини (містяться у м'ясі, яйцях, чорносливі, листовій зелені, молочних продуктах);

бор – посилює дію вітаміну D, і затримує кальцій та магній у кістковій тканині (міститься у чорносливі);

Таким чином, всі вищезгадані мінерали є необхідними для споживання у реабілітаційному періоді після травми з метою для прискорення процесу загоєння кісток при переломах.

**3.5. Роль рослинних продуктів у процесах відновлення після спортивної травми.**

Відновлювальний процес як у спортсменів, так і у звичайних людей супроводжується вимушеною частковою, а в деяких випадках повною ізоляцією пошкодженої частини тіла, що призводить до її обмеженої рухливості. Наслідком цього процесу є утворення жирових відкладень навколо пошкодженої ділянки, уникнути якої можливо, знизивши обсяг споживаних калорій.

Одним з найбільш ефективних способів зниження обсягу калорій є включення до щоденного раціону продуктів з високим вмістом клітковини, які в поєднанні з білковою їжею дозволять значно знизити або зовсім усунути почуття голоду. Це пов'язано з тим, що клітковина, що міститься в таких продуктах як овочі, фрукти, бобові та злаки, дозволяє забезпечити відчуття ситості після вживання їжі.

Важливо відзначити, що крім даного ефекту, продукти з високим вмістом клітковини та інших рослинних волокон здатні забезпечити людський організм додатковими мікроелементами, включаючи цинк, магній та вітамін С, які здатні прискорити процес відновлення.

При включенні подібних продуктів до раціону важливо пам'ятати, що надмірне обмеження кількості калорій може негативно позначитися на здоров'ї. Суттєвий дефіцит калорій може уповільнити процеси регенерації тканин, а також може призвести до зниження обсягів м'язової маси.

Овочі та фрукти, що містять вітамін С, також є вкрай корисними для покращання перебігу відновлювальних процесів після травми. Вітамін С використовується людським організмом для генерації колагену, що сприяє зміцненню структури кісткової тканини, м'язових волокон, сухожилків та шкіри. Ґрунтуючись на цьому, можна стверджувати, що вживання вітаміну С з природних джерел в період після отримання травми дозволяє прискорити процес відновлення. Крім цього, вітамін C вважається сильним антиоксидантом, що дозволяє знизити рівень запалення та прискорити процес відновлення.

Станом на сьогоднішній день, цей вітамін вважається одним із найдоступніших елементів. Він міститься в цитрусових, жовтому та червоному перці, ківі, листовій зелені, помідорах, броколі, манго та ягодах.

Тим, хто не може отримати достатній обсяг вітаміну C при вживанні натуральних продуктів, фахівці рекомендується використовувати спеціалізовані харчові добавки.

**3.6. Роль інших ессенціальних нутрієнтів у процесах відновлення після спортивної травми**

До таких речовин слід віднести колаген, глюкозамін, креатин.

Глюкозамін є натуральною речовиною, яка міститься в людському тілі. Він має форму рідини, яка використовується для забезпечення захисту хрящів, суглобів та зв'язок від руйнування. Ця речовина виробляється в людському організмі природним способом, проте його рівень можна підвищити за допомогою спеціалізованих добавок, що виробляються з ферментованої кукурудзи або раковин молюсків. Включення до раціону харчування добавок глюкозаміну дозволяє прискорити процес зрощення кісток після переломів. Важливо враховувати, що вживання глюкозаміну протипоказане особам з підвищеним рівнем кров'яного тиску, людям, які страждають на діабет, жінкам у період вагітності, а також тим, у кого алергія на йод та морепродукти.

Креатин є речовиною, що дозволяє людському організму виробляти великі обсяги енергії для виконання вправ з великими вагами або високою інтенсивністю. Цей елемент виробляється в організмі людини самостійно в обсязі до одного грама на добу, проте його також можна отримати і з продуктів харчування, такі як риба і м'ясо. За останні кілька років креатин став однією з найпопулярніших добавок, що дозволяють підвищити рівень продуктивності тих чи інших видів спорту. Однак, нещодавно було встановлено, що ця речовина також дозволяє прискорити відновлення при отриманні травм. Вживання креатину дозволяє прискорити процес набору м'язової маси в період відновлення після отриманої травми у кілька разів. Вживання креатину в період ізоляції пошкодженої частини дозволяє скоротити рівень втрати м'язової маси. Проте, останні результати підтвердились не всіма дослідженнями. Під час вищевказаних досліджень спортсменам включали до раціону 20 грамів креатину на добу, які поділялися на 4 прийоми.

Незважаючи на те, що сьогодні ефективність креатину як засобу для прискорення процесу відновлення була підтверджена лише деякими дослідженнями, добавку можна використовувати у цій сфері, оскільки вона є абсолютно безпечною для організму.

**Висновок до розділу 3.**

Роль дієтолога у процесах відновлення після спортивної травми є однією з вирішальних. Планування індивідуальної програму харчування постраждалого спортсмена має враховувати тяжкість травми, потреби у макро- та мікронутрієнтах, харчові вподобання спортсмена.

Стратегії реабілітації обов’язково повинні включати фактор харчування, щоб посилити фізіологічну реакцію та прискорити повернення до активних тренувань. Небезпечним явищем, особливо на ранніх стадіях після травми, коли обсяг рухової активності значно знижений або вона взагалі відсутня, є втрата спортсменом м’язової маси. Ступінь втрати м’язів сильно впливає на тривалість процесу відновлення. Таким чином, підтримання м’язової маси без збільшення вмісту жирової тканини стає складним завданням для травмованого спортсмена.

Вирішальне значення для повноцінного відновлення після спортивної травми має адекватне споживання білка, оскільки воно пов’язане зі збереженням м’язової маси та сили, а також може захистити від відкладення надлишкового жиру. Дієтична стратегія повинна бути адаптована до потреб спортсмена, враховуючи кількість, частоту, тип і, головне, якість білка. Подібні стратегії також можуть бути застосовані до травмованого спортсмена для стимуляції синтезу м'язів.

Доступність вуглеводів впливає на синтез білка та скелетних м’язів. Вживання вуглеводів сприяє накопиченню білка і покращує відновлення. Під час реабілітації одночасне споживання вуглеводів та білків може пригнічувати розпад м’язів і атрофію м’язів.

Жирні кислоти і риб'ячий жир визнані антиоксидантами, які мають протизапальні властивості. Тривалий прийом омега-3 жирних кислот підвищує анаболічну чутливість до амінокислот; таким чином, це може бути корисним для травмованого спортсмена. Прийом жирних кислот, однак, повинен відбуватися відповідно до добре збалансованої дієти, яка також включає вуглеводи, білки та інші мікроелементи, враховуючи відповідні дози та інші фактори травмованої людини.

На окрему увагу заслуговує необхідність вживання у відновлювальному періоді після спортивної травми овочів, фруктів та зелені, які забезпечать організм достатньою кількістю рослинних волокон (розчинної і нерозчинної клітковини тощо). Саме клітковина за рахунок активації рухових метасимпатичних рефлексів товстої кишки забезпечує профілактику запорів, ризик яких в умовах малоактивного життя після травми зростає в геометричній прогресії. Також овочі, фрукти та зелень є природним джерелом необхідних вітамінів, мінералів та антиоксидантів, які сприятимуть більш ефективному перебігу відновлення постраждалих скелетних тканин.

Під час відновлювального процесу після травми використовується безліч різних речовин. Незважаючи на те, що людина не може вплинути на деякі з них, вона може включити до свого раціону поживні речовини, необхідні для прискорення процесу загоєння. Додавання до раціону добавок та продуктів, зазначених у цьому розділі нашої роботи, дозволить постраждалому від травми спортсмену значно прискорити процес загоєння пошкоджених частин тіла та покращати відновлення нормальної фізичної активності.

**ВИСНОВКИ**

1. Спортивна травма є одним з найважчих і найнеприємніших аспектів у житті спортсменів-професіоналів та любителів внаслідок випадіння з процесу тренувань на невизначений термін часу, виникнення небезпечних ускладнень, подібних дій травми тощо. Харчовий контроль у відновлювальному періоді після травми має особливе значення для підтримки таких пацієнтів. В реабілітаційному періоді після травми відбувається зниження рівня витрат енергії, що актуалізує завдання досягнення оптимального надходження макроелементів, необхідних для підтримки скелетних м'язів без збільшення маси жиру. Раціон харчування, побудований адекватно потребам організму, є одним із способів, завдяки якому можна оптимізувати перебіг процесу відновлення у реабілітаційному періоді після травми. При побудові лікувальних раціонів - аліментарному забезпеченні, сучасна дієтологія стикається з дилемою: з одного боку, необхідно обмежити обсяг споживаної їжі з метою досягнення відповідності між калорійністю раціону та зниженими енерговитратами організму, а з іншого - значно розширити асортимент споживаних продуктів харчування для ліквідації наслідків травми. У зв'язку з цим лікувально-профілактичне харчування стає важливим компонентом комплексного лікувально-реабілітаційного процесу і включає харчові раціони, які мають встановлений хімічний склад, енергетичну цінність, складаються з певних продуктів, у тому числі спеціалізованих продуктів лікувального харчування.

Втім, означена проблематика ще не знайшла свого остаточного вирішення у науковій літератури, що актуалізує появу нових фундаментальних досліджень.

2. Створення раціону харчування спортсмена після травми має включати оцінку ризику або наявності постравматичного зменшення м’язової тканини, недоїдання або дисфагії. При цьому нутритивна підтримка повинна бути спрямована на адекватний довгостроковий харчовий статус спортсмена, а також на покращення його фізичного стану.

Адекватне споживання енергії має бути першим питанням харчування, оскільки негативний енергетичний баланс прискорює втрату м’язової маси, особливо в період зниженої рухливості. Реабілітаційний період після травмування внаслідок вимушеного зниження рухової активності характеризується зменшенням споживання калорій порівняно з умовами робочого обміну в умовах інтенсивних спортивних тренувань, втім, загальне енергонадходження має бути більшим за кількість кілокалорій основного обміну (25 – 30 ккал/кг маси тіла на добу).

3. Підтримання м’язової маси без збільшення жиру є одним з головних завдань для травмованого спортсмена. Одним з ключових критеріїв харчової стратегії в період відновлення спортсмена після отримання травми, є компенсація анаболічної резистентності. Дієтична стратегія щодо споживання білків і амінокислот повинна бути адаптована до потреб спортсмена, враховуючи кількість, частоту вживання, тип і, головне, якість білка. Під час реабілітації одночасне споживання вуглеводів і білків може запобігти розпаду та атрофії м’язів. Білкові дієти дозволяють знизити рівень запальних процесів та прискорити процес одужання. Рекомендована кількість споживання білка становить 1,5–2,0 г/кг маси тіла, яка має бути рівномірно розподілена на 3 – 4 прийоми їжі. Саме такий режим білкового споживання призводить до запобігання посттравматичній саркопенії і дозволяє максимально відновити синтез м’язових білків порівняно з нерівномірним розподілом їжі. Харчові стратегії з доповненням раціону білками та амінокислотами з розгалуженим ланцюгом (лейцин, лізин тощо) є ефективними для компенсації анаболічної стійкості.

4. Вживання продуктів з високим вмістом омега-3-поліненасичених жирних кислот дозволяє зменшити сиупінь запалення у травмованій ділянці тіла внаслідок того, що зазначені жирні кислоти харктеризуються протизапальними, антиоксидантними, імуномоделюючими властивостями. Крім того, омега-3 жирні кислоти вказують позитивний вплив на м’язову анаболічну дію внаслідок посиленого сенсибілізуючого ефекту на молекулярну передачу сигналів, що регулює синтез м’язового білка. Тривалий прийом омега-3 жирних кислот підвищує анаболічну чутливість до амінокислот; таким чином, це може бути корисним для травмованого спортсмена. У відновлювальному періоді після спортивної травми слід вживати жири переважно рослинного походження (жири з оливкової, лляної та горіхової олії, а також самі горіхи, насіння льону, кунжут, авокадо). Рекомендовано вживати не менше двох-трьох рибних страв на тиждень, переважно з жирної морської риби (лосось, скумбрія, оселедець). Варто зменшити споживання омега-6-вмісних продуктів (продуктів, що містять кукурудзяну, соняшникову, сафлорову, бавовняну та соєву олію) внаслідок їх здатності посилювати реакції запалення.

5. Під час відновлювального періоду не варто відмовлятися від споживання вуглеводів, які потрібні як енергетичні субстрати, «паливо», в той час як протеїни будуть використовуватися для відновлення структури постраждалих кісток, суглобів та м'язів. У випадку недостатнього надходження вуглеводів, організм буде вимушений здобувати необхідну енергію з білків, що буде сприяти посиленню катаболізма протеїнів, зниженню анаболічних реакцій та завадить перебігу відновлювальних процесів. Рівень доступності ендогенних вуглеводів впливає на синтез білка та скелетні м’язи під час фізичних вправ. Низькі рівні вуглеводів впливають на деградацію білка, збільшують розпад м’язового білка та знижують чистий білковий баланс, особливо в умовах низького вмісту глікогену в м’язах. Роль вуглеводів у фазі відновлення після спортивних травм потребує подальшого дослідження для чітких висновків.

6. Вживання продуктів з високим вмістом мінералів і вітамінів (перш за все, кальцію і вітаміну D), є вкрай необхідним для оптимізації відновлення після травмування. Саме тому дуже важливо підтримувати нормальний рівень цих речовин у плазмі крові та стежити за ним протягом усього періоду відновлення. Найбільш важливими речовинами в такому випадку є кальцій, цинк, магній, кремній, вітаміни Д, Е, К1 і К2.

7. До основних чинників, спрямованих на подолання ризику незбалансованості харчування після травм, належать також:

− уникнення переїдання, а при надмірній масі тіла знижувати енергетичне споживання та збільшувати енерговитрати;

− збільшення споживання складних вуглеводів та «натуральних» цукрів (фруктози, лактози) до 48% загальної калорійності;

− зниження споживання рафінованих цукрів до 10% у загальній калорійності, або ще менше;

− зменшення споживання жиру до 30% у загальній калорійності за рахунок обмеження споживання м'яса, яєць, використання знежиреного молока;

− зниження споживання насичених жирів до 10% загального енергетичного споживання, або менше;

− зменшення споживання холестерину на день до 300 мг;

− обмеження споживання натрію, знизивши прийом солі до 5 г на день.

.

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Григус ІМ, Зелінський ВМ. Фізична реабілітація пацієнтів після спортивних травм. Rehabilitation and Recreation. 2019;4:13-20.;

2. von Rosen P.; Heijne A.; Frohm A.; Fridén C.; Kottorp A. High Injury Burden in Elite Adolescent Athletes: A 52-Week Prospective Study. J. Athl. Train. 2018, 53, 262–270.;

3. Pustovoit В. Basic principles of physical therapy in athletes after musculoskeletal injuries. Archive of the journal Physical rehabilitation and recreational health technologies. 2021;6(1):26-29.

4. Polinder S.; Haagsma J.; Panneman M.; Scholten A.; Brugmans M.; Van Beeck, E. The economic burden of injury: Health care and productivity costs of injuries in the Netherlands. Accid. Anal. Prev. 2016, 93, 92–100.

5. Papadopoulou S.K.; Gouvianaki A.; Grammatikopoulou M.G.; Maraki Z.; Pagkalos I.G.; Malliaropoulos N.; Hassapidou M.N. et al. Body composition and dietary intake of elite cross-country skiers members of the greek national team. Asian J. Sports Med. 2012, 3, 257–266.

6. Papadopoulou S.K.; Xyla E.E.; Methenitis S.; Feidantsis K.G.; Kotsis Y.; Pagkalos I.G.; Hassapidou M.N. Nutrition strategies before and during ultra-endurance event: A significant gap between science and practice. Scand. J. Med. Sci. Sport. 2018, 28, 881–892.

7. Денисовець АП, Пилипчук ПБ. Попередження травматизму у спортивній діяльності. Наук. часопис Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. Сер. 15. Наук.-пед. пробл. фіз. культури (фізична культура і спорт). 2021;10(141):46–8.

8. Головащенко Р. В.; Лаврентьєв О. М.; Крупеня С. В.; Звєрєв А. В.; Деркач О. В. Травматизм у спортивній діяльності. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 15 : Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт) : зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2022; 2(146):18-23. DOI [https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.2(146).04](https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series15.2022.2%28146%29.04).

9. Wakabayashi H., Sakuma K. Rehabilitation nutrition for sarcopenia with disability: A combination of both rehabilitation and nutrition care management. J. Cachexia. Sarcopenia Muscle. 2014;5:269–277. doi: 10.1007/s13539-014-0162-x.

10. Papadopoulou SK. Rehabilitation Nutrition for Injury Recovery of Athletes: The Role of Macronutrient Intake. Nutrients 2020, 12(8), 24-49.

11. Tsoufi A.; Maraki M.I.; Dimitrakopoulos L.; Famisis K.; Grammatikopoulou M.G. The effect of professional dietary counseling: Elite basketball players eat healthier during competition days. J. Sports Med. Phys. Fit. 2017, 57, 1305–1310.

12. Himmat D, Sidak D, Mandeep S.D. Current Concepts in Sports Injury Rehabilitation // Indian J Orthop. — 2017, Sep-Oct. — Vol. 51 (5). — P. 529–536.

13. Корж Н.А., Горидова Л.Д., Романенко К.К. Нарушение регенерации костной ткани при переломах длинных костей (оценка факторов риска). Проблеми остеології. 1999. Т.2. №1.С. 40.

14. Климовицкий В.Г., Калинкин О.Г. Травматическая болезнь с позиций современных представлений о системном ответе на травму. Травма. 2003. Т.4. №2. С.123-130.

15. Кількісний мікроаналіз кальцій-фосфорного обміну кісткової тканини після остеотомії / В.З. Сікора, В.І. Бумейстер, М.В. Погорєлов та ін. Світ медицини та біології. 2007. Т.7. №3. С.36-38.; Гололобов В.Г. Скелетные ткани. Посттравматическая регенерация. Руководство по гистологии. 2001. Т.1. С.328-336.

16. Бруско А.Т. Функциональная перестройка кости в условиях перегрузки. Патологическая перестройка. *Вестник травматологии и ортопедии ЦИТО им. Н.Н. Приорова.* 1996. №1. С.40-46.

17. Бруско А.Т., Гайко Г.В. Современные представления о стадиях репаративной регенерации костной ткани при перелома. *Вісник ортопедії, травматології та протезування*. 2014. №2. С.5-8.

18. Ирьянов Ю.М., Силантьева Т.А. Современные представления о гистологических аспектах репаративной регенерации костной ткани (обзор литературы). Клеточные источники репаративного остеогенеза. Гетерогенность клеточной популяции в области травматического повреждения кости. *Гений Ортопедии*. 2007. №2. С.111-116.

19. Горидова Л.Д., Дедух Н.В. Репаративная регенерация кости в различных условиях. *Травма*. 2009. Том 10. №1. С.88-91.

20. Гайко Г.В., Бруско А.Т. Теоретические аспекты физиологической и репаративной регенерации костей с позиций системных представлений. *Журнал НАМН України*. 2013. Т.19. №4. С.471-481.

21. Корж Н.А., Дедух Н.В. Репаративная регенерация кости: современный взгляд на проблему. Стадии регенерации. *Ортопедия, травматология и протезирование*. 2006. №1. С.76-84.

22. Бумейстер В.І., Погорєлов М.В. Сучасний погляд на репаративний остеогенез. *Світ* [*медицини і біології*. 2008.](http://cyberleninka.ru/journal/n/mir-meditsiny-i-biologii) Т.4., №2-4. С. 104-110.

23. Bozzetti F. Symposium 3: Nutrition is the cutting edge in surgery: perioperative feeding Perioperative nutritional management // Proceedings of the Nutrition Society. — 2011. — Vol. 70. — P. 305–310. DOI:10.1017/S0029665111000486.

24. Mamerow M.M., Mettler J.A., English K.L., Casperson S.L., Arentson-Lantz E., Sheffield-Moore. Dietary protein distribution positively influences 24-h muscle protein synthesis in healthy adults // Journal of Nutrition. — 2014. — Vol. 144 (6). — P. 876–880. DOI: 10.3945/jn.113.185280.

25. Остапишин В.Д., Каргаев В.А. Принципы лечебного питания для программы медицинской реабилитации. *Современные вопросы биомедицины*. 2018. T. 2, № 1. С. 135–143.

26. Grant J. Updating recommendations for rehabilitation After ACL reconstruction: A review. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2013. Vol. 23. P. 501–502. DOI: 10.1097/JSM.0000000000000044.

27. Біомеханічні властивості інтактної та травмованої кістки / В.З. Сікора, В.І. Бумейстер, М.В. Погорєлов та ін. *Світ медицини та біології*. 2009. Т.5. №3-1. С.149-153.

28. Аврунин А.С. Адаптационные механизмы костной ткани и регуляторно-метаболический профиль организма. *Морфология*. 2001. Т.120, №6. С.7-12.

29. Phillips S.M., Glover E.I., Rennie M.J. Alterations of protein turnover underlying disuse atrophy in human skeletal muscle. *J. Appl. Physiol*. 2009. 107, 645–654.

30. Wall B.T., Snijders T., Senden J.M.G., Ottenbros C.L.P., Gijsen A.P., Verdijk L.B., van Loon L.J.C. Disuse impairs the muscle protein synthetic response to protein ingestion in healthy men. *J. Clin. Endocrinol. Metab*. 2013. 98, 4872–4881.

31. Wall B.T., Dirks M.L., Snijders T., Senden J.M.G.G., Dolmans J., Van Loon L.J.C.C. Substantial skeletal muscle loss occurs during only 5~days of disuse. *Acta Physiol*. 2013. 210, 600–611.

32. Mendias C.L., Lynch E.B., Davis M.E., Sibilsky E.R., Harning J.A., Dewolf P.D., Makki T.A., Bedi A. Changes in circulating biomarkers of muscle atrophy, inflammation, and cartilage turnover in patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction and rehabilitation. *Am. J. Sports Med*. 2013. 41, 1819–1826.

33. Rittweger J.,Winwood K., Seynnes O., De Boer M., Wilks D., Lea R., Rennie M., Narici M. Bone loss from the human distal tibia epiphysis during 24 days of unilateral lower limb suspension. *J. Physiol*. 2006. 577, 331–337.

34. Haruna Y., Suzuki Y., Kawakubo K., Yanagibori R., Gunji A. Decremental reset in basal metabolism during 20-days bed rest. *Acta Physiol. Scand.* 1994. 616, 43–49.

35. Richter E.A., Kiens B., Mizuno M., Strange S. Insulin action in human thighs after one-legged immobilization. *J. Appl. Physiol*. 1989. 67, 19–23.

36. Martone A.M., Marzetti E., Calvani R., Picca A., Tosato M., Santoro L., Di Giorgio A. et al. Exercise and Protein Intake: A Synergistic Approach against Sarcopenia. *Biomed Res. Int*. 2017. 2017, 1–7.

37. Morton R.W., Traylor D.A., Weijs P.J.M., Phillips S.M. Defining anabolic resistance: Implications for delivery of clinical care nutrition. *Curr. Opin. Crit. Care* 2018. 24, 124–130.

38. Dalle S., Koppo K. Is inflammatory signaling involved in disease-related muscle wasting? Evidence from osteoarthritis, chronic obstructive pulmonary disease and type II diabetes. *Exp. Gerontol*. 2020. 137, 110964.

39. Wakabayashi H., Sakuma K. Rehabilitation nutrition for sarcopenia with disability: A combination of both rehabilitation and nutrition care management. *J. Cachexia. Sarcopenia Muscle.* 2014. 5, 269–277.

40. Kloubec J., Harris C. Whole Foods Nutrition For Enhanced Injury Prevention And Healing. *ACSM’s Health Fit. J.* 2016. 20, 7–11.

41. Rodriguez N.R., Vislocky L.M., Gaine P.C. Dietary protein, endurance exercise, and human skeletal-muscle protein turnover. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. 2007, 10, 40–45.

42. Biolo G., Ciocchi B., Stulle M., Bosutti A., Barazzoni R., Zanetti M., Antonione R. et al. Calorie restriction accelerates the catabolism of lean body mass during 2 wk of bed rest. *Am. J. Clin. Nutr*. 2007. 86, 366–372.

43. Martone A.M., Marzetti E., Calvani R., Picca A., Tosato M., Santoro L., Di Giorgio A. et al. Exercise and Protein Intake: A Synergistic Approach against Sarcopenia. *Biomed Res. Int*. 2017. 2017, 1–7.

44. Papadopoulou S.K. Sarcopenia: A Contemporary Health Problem among Older Adult Populations. *Nutrients*. 2020. 12, 1293.

45. Paddon-Jones D., Sheffield-Moore M., Zhang X.-J., Volpi E., Wolf S.E., Aarsland A., Ferrando A.A., Wolfe R.R. Amino acid ingestion improves muscle protein synthesis in the young and elderly. *Am. J. Physiol. Metab*. 2004. 286, E321–E328.

46. Phillips S.M., van Loon L.J.C. Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *J. Sports Sci*. 2011. 29, S29–S38.

47. Thomas D.T., Erdman K.A., Burke L.M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. J*. Acad. Nutr. Diet*. 2016. 116, 501–528.

48. Wall B.T., Morton J.P., van Loon L.J.C.C. Strategies to maintain skeletal muscle mass in the injured athlete: Nutritional considerations and exercise mimetics. *Eur. J. Sport Sci*. 2014. 15, 53–62.

49. Malla H.B., Dhingra M., Lal P.R. Nutritional status of athletes: A review. *Int. J. Phys. Educ. Sports Health* 2017. 2, 895–904.

50. Josse A.R., Atkinson S.A., Tarnopolsky M.A., Phillips S.M. Increased Consumption of Dairy Foods and Protein during Diet- and Exercise-Induced Weight Loss Promotes Fat Mass Loss and Lean Mass Gain in Overweight and Obese Premenopausal Women. *J. Nutr*. 2011. 141, 1626–1634.

51. Hartman J.W., Tang J.E., Wilkinson S.B., Tarnopolsky M.A., Lawrence R.L., Fullerton A.V., Phillips S.M. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. *Am. J. Clin. Nutr*. 2007. 86, 373–381.

52. Cruzat V.F., Krause M., Newsholme P. Amino acid supplementation and impact on immune function in the context of exercise. *J. Int. Soc. Sports Nutr*. 2014. 11, 61.

53. Walzem R.L., Dillard C.J., German J.B. Whey components: Millennia of evolution create functionalities for mammalian nutrition: What we know and what we may be overlooking. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 2002. 14, 21-35.

54. Reidy P.T., Rasmussen B.B. Role of Ingested Amino Acids and Protein in the Promotion of Resistance Exercise–Induced Muscle Protein Anabolism. *J. Nutr*. 2016. 146, 155–183.

55. Moore, D.R.; Robinson, M.J.; Fry, J.L.; Tang, J.E.; Glover, E.I.; Wilkinson, S.B.; Prior, T.; Tarnopolsky, M.A.; Phillips, S.M. Ingested protein dose response of muscle and albumin protein synthesis after resistance exercise in young men. Am. J. Clin. Nutr. 2008, 89, 161–168.

56. Krieger, J.W.; Sitren, H.S.; Daniels, M.J.; Langkamp-Henken, B. Effects of variation in protein and carbohydrate intake on body mass and composition during energy restriction: A meta-regression. Am. J. Clin. Nutr. 2006, 83, 260–274.

57. Kerksick, C.M.; Wilborn, C.D.; Roberts, M.D.; Smith-Ryan, A.; Kleiner, S.M.; Jäger, R.; Collins, R.; Cooke, M.; Davis, J.N.; Galvan, E.; et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: Research & recommendations. J. Int. Soc. Sports Nutr. 2018, 15, 38.

58. Trommelen, J.; van Loon, L.J.C. Pre-Sleep Protein Ingestion to Improve the Skeletal Muscle Adaptive Response to Exercise Training. Nutrients 2016, 8, 763.

59. Pennings, B.; Boirie, Y.; Senden, J.M.G.; Gijsen, A.P.; Kuipers, H.; van Loon, L.J.C. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. Am. J. Clin. Nutr. 2011, 93, 997–1005.

60. Burd, N.A.; Yang, Y.; Moore, D.R.; Tang, J.E.; Tarnopolsky, M.A.; Phillips, S.M. Greater stimulation of myofibrillar protein synthesis with ingestion of whey protein isolate v. micellar casein at rest and after resistance exercise in elderly men. Br. J. Nutr. 2012, 108, 958–962.

61. Rittig, N.; Bach, E.; Thomsen, H.H.; Møller, A.B.; Hansen, J.; Johannsen, M.; Jensen, E.; Serena, A.; Jørgensen, J.O.; Richelsen, B.; et al. Anabolic effects of leucine-rich whey protein, carbohydrate, and soy protein with and without β-hydroxy-β-methylbutyrate (HMB) during fasting-induced catabolism: A human randomized crossover trial. Clin. Nutr. 2017.

62. Pennings, B.; Boirie, Y.; Senden, J.M.G.; Gijsen, A.P.; Kuipers, H.; van Loon, L.J.C. Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. Am. J. Clin. Nutr. 2011, 93, 997–1005.

63. Res, P.T.; Groen, B.; Pennings, B.; Beelen, M.; Wallis, G.A.; Gijsen, A.P.; Senden, J.M.G.; Van Loon, L.J.C. Protein ingestion before sleep improves postexercise overnight recovery. Med. Sci. Sports Exerc. 2012, 44, 1560–1569.

64. Witard, O.C.; Jackman, S.R.; Breen, L.; Smith, K.; Selby, A.; Tipton, K.D. Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. Am. J. Clin. Nutr. 2013, 99, 86–95.

65. Howarth, K.R.; Phillips, S.M.; MacDonald, M.J.; Richards, D.; Moreau, N.A.; Gibala, M.J. Effect of glycogen availability on human skeletal muscle protein turnover during exercise and recovery. J. Appl. Physiol. 2010, 109, 431–438.

66. Smith, M.D.; McCall, J.; Plank, L.; Herbison, G.P.; Soop, M.; Nygren, J. Preoperative carbohydrate treatment for enhancing recovery after elective surgery. Cochrane Database Syst. Rev. 2014.

67. Joyce, D. Sports Injury Prevention and Rehabilitation; Routledge: New York, NY, USA, 2015; ISBN 9780203066485.

68. Smith, G.I.; Atherton, P.; Reeds, D.N.; Mohammed, B.S.; Rankin, D.; Rennie, M.J.; Mittendorfer, B. Omega-3 polyunsaturated fatty acids augment the muscle protein anabolic response to hyperinsulinaemia–hyperaminoacidaemia in healthy young and middle-aged men and women. Clin. Sci. 2011, 121, 267–278.

69. Smith, G.I.; Atherton, P.; Reeds, D.N.; Mohammed, B.S.; Rankin, D.; Rennie, M.J.; Mittendorfer, B. Dietary omega-3 fatty acid supplementation increases the rate of muscle protein synthesis in older adults: A randomized controlled trial. Am. J. Clin. Nutr. 2011, 93, 402–412.

70. Zhang, F.F.; Driban, J.B.; Lo, G.H.; Price, L.L.; Booth, S.; Eaton, C.B.; Lu, B.; Nevitt, M.; Jackson, B.; Garganta, C.; et al. Vitamin D Deficiency Is Associated with Progression of Knee Osteoarthritis. J. Nutr. 2014, 144, 2002–2008.

71. Misra, D.; Booth, S.L.; Tolstykh, I.; Felson, D.T.; Nevitt, M.C.; Lewis, C.E.; Torner, J.; Neogi, T. Vitamin K deficiency is associated with incident knee osteoarthritis. Am. J. Med. 2013, 126, 243–248.

72. Musumeci, G.; Castrogiovanni, P.; Loreto, C.; Castorina, S.; Pichler, K.; Weinberg, A.M. Post-traumatic caspase-3 expression in the adjacent areas of growth plate injury site: A morphological study. Int. J. Mol. Sci. 2013, 14, 15767–15784.

73. Quintero, K.J.; de Sá Resende, A.; Leite, G.S.F.; Lancha Junior, A.H. An overview of nutritional strategies for recovery process in sports-related muscle injuries. Nutrire 2018, 43.

74. Fitó, M.; Guxens, M.; Corella, D.; Sáez, G.; Estruch, R.; De La Torre, R.; Francés, F.; Cabezas, C.; del Carmen López-Sabater, M.; Marrugat, J.; et al. Effect of a Traditional Mediterranean Diet on Lipoprotein Oxidation. Arch. Intern. Med. 2007, 167, 1195.

75. Rand, E.; Gellhorn, A.C. The Healing Cascade: Facilitating and Optimizing the System. Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am. 2016.

76. Tipton, K.D. Nutritional Support for Exercise-Induced Injuries. Sport. Med. 2015, 45, 93–104.

77. Flanagan, M. The characteristics and formation of granulation tissue. J. Wound Care 1998, 7, 508–510.

78. Vidmar, M.F.; Siqueira, L.O.; Brito, V.B.; Martins, C.A.d.Q.; Pimentel, G.L.; de Almeida, C.R.; da Rosa, L.H.T.; Silva, M.F. Suplementação com ômega-3 pós-reconstrução do ligamento cruzado anterior. Rev. Bras. Med. Esporte 2016, 22, 131–137.

79. You, J.-S.; Park, M.-N.; Song, W.; Lee, Y.-S. Dietary fish oil alleviates soleus atrophy during immobilization in association with Akt signaling to p70s6k and E3 ubiquitin ligases in rats. Appl. Physiol. Nutr. Metab. 2010, 35, 310–318.

80. Nair, K.S.; Schwartz, R.G.; Welle, S. Leucine as a regulator of whole body and skeletal muscle protein metabolism in humans. Am. J. Physiol. Metab. 1992, 263, E928–E934.

81. Fouré, A.; Bendahan, D. Is branched-chain amino acids supplementation an efficient nutritional strategy to alleviate skeletal muscle damage? A systematic review. Nutrients 2017, 9, 1047.

82. Wilkinson, D.J.; Hossain, T.; Hill, D.S.; Phillips, B.E.; Crossland, H.; Williams, J.; Loughna, P.; Churchward-Venne, T.A.; Breen, L.; Phillips, S.M.; et al. Effects of leucine and its metabolite β-hydroxy-β-methylbutyrate on human skeletal muscle protein metabolism. J. Physiol. 2013, 591, 2911–2923.

83. Deutz, N.E.P.; Pereira, S.L.; Hays, N.P.; Oliver, J.S.; Edens, N.K.; Evans, C.M.; Wolfe, R.R. Effect of β-hydroxy-β-methylbutyrate (HMB) on lean body mass during 10 days of bed rest in older adults. Clin. Nutr. 2013, 32, 704–712.

84. Zhao, Q.; Shen, H.; Su, K.J.; Tian, Q.; Zhao, L.J.; Qiu, C.; Garrett, T.J.; Liu, J.; Kakhniashvili, D.; Deng, H.W. A joint analysis of metabolomic profiles associated with muscle mass and strength in Caucasian women. Aging 2018, 10, 2624–2635.

85. Аврунин А.С. Уровни организации минерального матрикса костной ткани и механизмы, определяющие параметры их формирования. *Морфология.* 2005. Т.148. № 12. С.78-81.