

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
КАФЕДРА ЗДОРОВ'Я, ФІТНЕСУ ТА РЕКРЕАЦІЇ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за спеціальністю 091 Біологія

освітньою програмою «Спортивна дієтологія»

на тему: **«РОЛЬ ВУГЛЕВОДНОГО КОМПОНЕНТУ  
ХАРЧУВАННЯ В АДАПТАЦІЇ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПІД  
ЧАС БІГУ НА ДОВГІ ДИСТАНЦІЇ»**

Здобувача вищої освіти  
другого (магістерського) рівня  
Сторожук Анастасія Дмитрівна

Науковий керівник: доц. Белікова М.В.

Рецензент: провідний науковий співробітник,  
д.б.н. Розова К.В.

Рекомендовано до захисту на засіданні кафедри  
(протокол № 3 від 18.11.2021 р)

Зав. Каф В.А. Пастухова професор, д.мед.н

---

Київ – 2021

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Розділ 1. МОЖЛИВІСТЬ ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗБІЛЬШЕННЯ ВУГЛЕВОДНОГО КОМПОНЕНТУ ХАРЧУВАННЯ ПІД ЧАС БІГУ НА ДОВГІ ДИСТАНЦІЇ (огляд літератури).....	8
1. Теоретичне обґрунтування застосування бігу на довгі дистанції.....	8
1.1. Енергетичне забезпечення м'язової діяльності під час занять бігом на довгі дистанції.....	11
1.2.1. Аеробні програми і їх вплив на фізіологічні функції організму.....	12
1.3. Рівень катехоламінів у крові - показник активності прояву стресу.....	16
1.3.1. Походження та метаболізм катехоламінів.....	16
1.3.2. Синтез катехоламінів і їх інактивація.....	21
1.4. Роль вуглеводного компонента харчування в раціоні спортсменів.....	23
1.4.1. Сучасні рекомендації по вживанню харчових вуглеводів на добу в залежності від характеру спортивної діяльності .....	25
1. 5. Резюме до огляду літератури за розглянутими питаннями.....	26
Розділ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	28
2.1. Групи піддослідних, які були залучені до обстеження. ....	28
2.2. Методи визначення дофаміну, ДОФА, адреналіну, норадреналіну у плазмі крові .....	29
2.3. Програма харчування учасників групи 3 протягом 3-х місяців занять бігом на довгі дистанції.....	30
2.4. Статистична обробка результатів дослідження.....	36
Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	37
3. Вміст катехоламінів в плазмі крові у молодих жінок.....	37
3.1. Зрівняння вмісту катехоламінів у плазмі крові у учасників груп спочатку дослідження.....	38

3.2. Зрівняння вмісту ДОФА та дофаміну ДОФА в плазмі крові у піддослідних напочатку занять бігом на довгі дистанції при різних харчових режимах.....	40
3.3. Зрівняння кількості норадреналіну та адреналіну в плазмі крові піддослідних жінок напочатку занять бігом на довгі дистанції при різних харчових режимах.....	43
ЗАКЛЮЧЕННЯ.....	47
ВИСНОВКИ.....	51
ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	53
ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

## ВСТУП

Біг почав бути відомим людству з доісторичних часів. Першими спробами вполювання до того як було винайдено зброю вважаються пов'язані з вмінням досить довго та невтомно бігти, переслідуючи і при цьому виснажуючи здоби. Так і тренування бігом були невід'ємними складовими підготовки. Тож біг можна вважати найдавнішим видом спорту. Біг мав особливе значення ще в Стародавньому Єгипті. Проте спортивною дисципліною біг став саме в Греції.

В наш час біг можна назвати найбільш (легким) простим і доступним видом спорт, і тому ж він самий масовим. За підрахунками біг в якості оздоровчого засобу застосовують більше ніж 105 млн. людей середнього та літнього віку на планеті. Даний вид спорту має корисні характеристики, котрі складно відтворити якимись іншими видами тренувань. По-перше, це позитивний вплив на серцево-судинну систему.

Біг є корисним і через те, що до роботи залучають усі органи та системи організму. А саме: дихальна, серцево-судинна та м'язова. Біг також значно навантажує опорно-руховий апарат, зв'язки, хребет, суглоби сухожилля, що є профілактикою різних захворювань.

До того ж даний вид спорту позитивно впливає не лише на фізичний стан, а ще і на психіку та настрій людини. Всього 30-ть хвилин бігу поліпшують настрій і дають упевненості в силах, рішеннях та діях. Це можна пояснити тим, що сама по собі активна фізична діяльність (також і фізична праця) стимулює вироблення «гормону гарного настрою», який називається ендорфін. Після 30 хвилин бігу він залишається в крові протягом доби.

Режим харчування є допоміжним, але не менш важливим компонентом на тлі занять спортсменів. Деякі дієтологи ведуть дискусії про непотрібність спортивного харчування та можливість «розумної» розробки раціону для спортсменів лише на основі «натуральних та природніх»

харчових продуктів. Також часто відбуваються суперечки щодо вуглеводної компоненти в харчуванні бігунів.

Основними напрямками для складання такого раціону повинні стати індивідуальні можливості спортсмена, його ціль щодо бажаної дистанції, побажання. Також необхідно враховувати витрати енергії під час бігу і іншими видами діяльності людини протягом дня.

Багато дієтологів рекомендують застосування харчових добавок, здатних виконувати певні функції і сприяють одужанню або збереженню здоров'я і цілісності організму. Значення основних харчових компонентів - білків, жирів і вуглеводів продовжує бути темою дискусій. В даний час роль кожного з цих компонентів харчування добре вивчена. Лишаються невизначеними тонкі механізми, що впливають на результативність в тому чи іншому виді спорту. Ними є співвідношення харчових (основних) компонентів.

Так, наприклад, відомо, що вуглеводи є необхідною складовою в харчуванні бігунів. Проте як можна варіювати їх кількість в раціоні, чи потрібно дотримуватися єдиного співвідношення чи варто корегувати кількість. Часто такі питання виникають в спортсменів, любителів та деяких спеціалістів.

У цій роботі ми ставили собі завдання виявити об'єктивні показники збільшення витривалості, зниження стресу та покращення показників спортсменів за допомогою занять бігом на довгі дистанції на тлі харчування, збагаченого вуглеводами.

**Зв'язок роботи з науковими планами та темами.** Дана магістерська робота була виконана в рамках держбюджетної теми: 2.8 «Особливості соматичних, сенсорних та вісцеральних систем у кваліфікованих спортсменів на різних етапах підготовки».

**Мета роботи:** дослідження механізмів впливу додаткової частки вуглеводного харчування на стан симпато-адrenalової системи в плазмі

крові у молодих жінок за умов систематичного тренування під час бігу на довгі дистанції.

#### **Завдання дослідження.**

1. Дослідження стани вивчення проблеми доцільності використання додаткового вуглеводного харчування у людей, які займаються бігом на довгі дистанції за даними сучасної вітчизняної та зарубіжної науково-методичної літератури.

2. Вивчити можливість застосування переважно вуглеводного харчування у жінок, які систематично займаються бігом на довгі дистанції.

3. Визначити особливості змін вмісту катехоламінів в плазмі крові у молодих жінок, які займаються бігом на довгі дистанції під впливом харчування, збагаченого вуглеводами.

4. Запропонувати методику застосування переважно вуглеводного харчування під час бігу на довгі дистанції.

**Об'єкт дослідження.** Стан симпато-адреналової системи молодих жінок за умов систематичного тренування під час бігу на довгі дистанції на тлі харчування, збагаченого вуглеводами.

**Предмет дослідження.** Вміст різних груп катехоламінів в плазмі крові молодих жінок за умов систематичного тренування під час бігу на довгі дистанції на тлі харчування, збагаченого вуглеводами.

#### **Наукова новизна. Вперше показано:**

1. Досліджено показник вмісту різних катехоламінів в плазмі крові у молодих жінок і чоловіків за умов систематичного тренування під час бігу на довгі дистанції .

2. Встановлено позитивний вплив застосування переважно вуглеводного харчування у молодих жінок і чоловіків за умов систематичного тренування під час бігу на довгі дистанції.

3. Запропоновані рекомендації щодо харчування молодих жінок і чоловіків, які займаються бігом на довгі дистанції

#### **Методи дослідження**

1. Узагальнення спеціалізованої та теоретичний аналіз літератури (вітчизняної та зарубіжної наукової).

2.. Визначення вмісту ДОФА, дофаміну, норадреналіну та адреналіну в плазмі крові людей проводилось за визначенням флуоресценції на спектрофлуориметрі FMA – (“Hitachi”, Японія). Довжина хвилі збудження та флуоресценції адреналіна – 410/500 нм, дофамина норадреналина – 380/480 нм, дофаміна – 320/385 нм, ДОФА – 330/380 нм. (Jacobwith & Richardson, 1979).

3. Розробка програми харчування з підвищеним вмістом вуглеводів.

4. Методи математичної статистики.

#### **Наукова значущість роботи.**

- В результаті проведеної роботи було досліджено зміни вмісту катехоламінів в плазмі крові у молодих жінок і чоловіків, які займались бігом на довгі дистанції.

- Методичні підходи та результати, які було використано в роботі можуть застосовуватися спортивними дієтологами, нутріціологами та тренерами в якості покращення ефективності тренувальних діяльностей спортсменів, котрі займаються бігом на довгі дистанції.

- Дані, що було отримано можна використовувати під час читання лекційних матеріалів та практичних занять із студентами-магістрантами з курсу «Спортивна дієтологія» та «Спортивна фізіологія».

## РОЗДІЛ 1.

# МОЖЛИВІСТЬ ТА ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗБІЛЬШЕННЯ ВУГЛЕВОДНОГО КОМПОНЕНТУ ХАРЧУВАННЯ ПРИ СИСТЕМАТИЧНИХ ЗАНЯТТЯХ ПІД ЧАС БІГУ НА ДОВГІ ДИСТАНЦІЇ

### 1. Теоретичне обґрунтування позитивного впливу бігу на організм людини.

Гіпокінез, гіподинамія - терміни, що позначають недолік руху; вони все частіше і частіше з'являються у пресі, звучать на наукових конференціях лікарів, фізіологів, педагогів.

Недолік руху, недолік фізичної роботи, фізичних вправ - характерна риса нашого часу, хвороба століття, як кажуть багато, що вважають за краще сильніші вирази. І дійсно, механізація праці, розвиток транспорту, зростання матеріального добробуту у всіх життєвих сферах призвели до того, що велика частина населення країни з високим рівнем культури, науки і техніки не отримує належної дози рухів ні в кількісному, ні в якісному відношенні.

Досить згадати рухову активність людини порівняно недавнього минулого і порівняти її з руховою активністю нашого часу, щоб зрозуміти, яке величезне і різка зміна настало в його звичках, освячених багатьма тисячоліттями.

Сучасний спосіб життя знижує рухову активність впродовж дня. Так з'являється все більше офісних працівників, котрі більшу частину дня проводять сидячи. Те саме можна сказати про учнів, студентів та старше покоління. Навіть під час вибору способу надходження на ту ж саму роботу перевагу надають транспорту, а не ходьбі.

Щоб весело провести час все рідше використовують активні розваги на вулиці, та все частіше обирають відпочинок за столом, на дивані чи за комп'ютером. Що вже казати про фізичні навантаження? Зараз це стає чийсь хобі все рідше.



Такий спосіб життя призводить до хвороб, зниженню імунітету, погіршує стан м'язів та суглобів. В свою чергу дані проблеми накопичуються та самі по собі здатні знизити рівень подальшої активності та здоров'я особистості.

Те, що людині в будь-якому віці потрібно достатньо рухатися, що заняття фізичною культурою і спортом повинні замінити відсутність фізичної праці, ні для кого не секрет.

Існує безліч видів спорту: гімнастичний зал, лижі, велосипед, басейн, гантелі, можна зайнятися фіззарядкою, ходити, бігати і т. д. Який ж повинен бути вибір, щоб ефект від занять був максимальним? Серед основних видів фізичних вправ, які мають найкращий оздоровчий потенціал, біг стоїть на третьому місці, поступаючись перед бігом на лижах та плаванням. Біг доступний у будь-який час і в будь-якому місці: на стадіоні, в лісі і навіть в кімнаті. Вченими доведено, що регулярні заняття бігом впливають на всі системи організму, де відбуваються біохімічні, морфологічні та функціональні процеси, підвищується вміст у крові ендорфінів - речовин, що зменшують біль і викликають у людини позитивні емоції, збільшується сила, рухливість і врівноваженість нервових процесів.

Тривалий біг в рівномірному і помірному темпі стимулює діяльність серцево-судинної системи. Під час бігу споживання кисню збільшується в кілька разів проти звичайного рівня. Щоб забезпечити такий рівень споживання кисню, серце під час бігу переганяє кров в обсязі, в кілька раз перевищує обсяг в спокійному стані. Цей фактор і стимулює тонус серцево-судинної системи.

На думку відомого кардіолога Альберта Волленбергера, у людини, що систематично бігає, інфаркт міокарда малоймовірний. Тому зовсім не іронічно звучить в устах деяких любителів гострого слівця перефразування назви даної книги «Біг заради життя» в «Біг від інфаркту», що, втім, по суті одне і те ж.

За науковими даними, вплив бігу на організм є дуже позитивним:

- знижує рівень холестерину в крові і цим сприяє профілактиці атеросклерозу;
- збільшує ударний об'єм серця, внаслідок збільшується просвіт судин серця;
- поліпшує кровообіг у нижніх кінцівках за рахунок скорочень їхніх м'язів і активного проштовхування крові в напрямку до серця (м'язовий насос), що сприяє профілактиці варикозного розширення вен;
- після бігу довгий час зберігаються розширеними артерії м'язів ніг і капіляри шкіри, що сприяє нормалізації показників артеріального тиску крові;
- під час бігу за одну годину витрачається в середньому 700 кілокалорій.

Виходячи із вище сказаного, слід застосовувати засоби фізичної культури для збереження здоров'я і активного довголіття для запобігання прогресуванню хронічних хвороб та різноманітних ускладнень. Регулярні і правильно дозовані фізичні вправи розширюють функціональні та адаптаційні можливості всього організму.

Величина навантаження в оздоровчому бігу складається з двох компонентів обсягу й інтенсивності. Обсяг навантаження вимірюється кількістю кілометрів, які долаються в одному занятті, тижневому і місячному циклі тренування. Визначаючи необхідне навантаження варто пам'ятати, що воно повинно бути оптимальним для конкретної особи в даний момент. З погляду фізіології оптимальний подразник - це найменша сила подразнення, яка дає найбільшу реакцію тканини у відповідь, тобто найменший обсяг навантаження, що дозволяє досягти найбільш високого результату. Однак дуже складно відповісти на запитання - яким повинен бути цей обсяг. Тому для людей, які почали займатися бігом, навантаження повинне бути мінімальної, або достатнім для того, щоб тренування приносило задоволення і давало необхідний оздоровчий ефект. У процесі регулярних занять навантаження буде поступово підвищуватися. Початковим навантаженням

для початківців може бути чергування ходьби і бігу на дистанції 1600 м 2-3 рази в тиждень.

Встановлено, що заняття кросовим, марафонським та оздоровчим бігом викликають адаптаційний ефект у системах організму, причому ці зміни відбуваються при оптимальному співвідношенні обсягу та інтенсивності тренувальних навантажень. Загальним ефектом бігу є адаптаційні зміни в киснево-транспортній системі крові, кровообігу дихальної системи у зв'язку зі зменшенням споживання кисню в тканинах, також відмічається захисний ефект щодо розвитку коронарної хвороби, новоутворень, алергії.

### **1.1. Енергетичне забезпечення м'язової діяльності під час бігу на довгі дистанції**

Біг на довгі дистанції носить аеробний характер. Аеробні навантаження є обов'язковою умовою нормального функціонування організму. Під час "кисневої" пробіжки відбувається живлення клітин, що благотворно впливає на їх цитологічне здоров'я. Іншими словами, якщо ми говоримо про оздоровчий біг, то в першу чергу маємо на увазі аеробні навантаження.

Завдяки даному типу навантаження підвищується загальна фізична форма спортсмена, тренується загальна витривалість. Притому, якщо ми хочемо тренувати загальну витривалість максимально ефективно, то рекомендується дотримуватися мінімального підвищення пульсу, тобто використовувати повільний темп.

#### Який ефект має аеробний біг?

Більшість дослідників вважає, що аеробні вправи – це універсальний засіб профілактики різних захворювань. Аеробний біг має численні позитивні впливи, такі як: зміцнення кісткової тканини; зменшення ризику виникнення серцево-судинних захворювань; зниження ризику виникнення атеросклерозу; збільшення життєвої ємності легень, що, як вважають, впливає на тривалість життя; зменшення частоти утворення тромбів в крові, що важливо для людей, які перенесли інфаркт; нормалізація ваги тіла; нормалізація психоемоційного стану людини; поліпшення інтелектуальних здібностей; підвищення

працездатності та інше. Підвищення загальної витривалості, що також важливо і в повсякденному житті.

### Як ви можете зрозуміти, що ваш біг проходить в аеробному режимі?

Основною ознакою аеробного бігу є можливість підтримувати розмову з товаришем, що біжить поруч (дихання має бути спокійним, глибоким, розміреним). Якщо вам важко говорити під час бігу, то, ймовірно, інтенсивність трохи завищена і слід зменшити темп.

Непоганим орієнтиром по інтенсивності є свідчення пульсометра, але перш за необхідно визначити свої індивідуальні пульсові зони, котрі відповідають аеробній та анаеробній зонам енергозабезпечення.

## **1.2.1. Аеробні навантаження і їх вплив на фізіологічні функції організму**

Систематичне виконання циклічних аеробних вправ суттєво впливає на профілактику атеросклерозу й серцево-судинних захворювань, ці вправи здатні забезпечити збільшення загальної резистентності організму, що має велике значення в умовах погіршення екологічної обстановки й збільшення психофізичних навантажень.

Особливістю виконання циклічних вправ є зручність у дозуванні фізичного навантаження, яка змінюється за дистанцією й швидкістю її подолання.

Оптимальний рівень фізичного навантаження повинно бути індивідуально збалансованим, це навантаження такого обсягу й інтенсивності, що здатне дати максимальний оздоровчий ефект для людини [7]. Тільки у цьому випадку можна забезпечити розширення можливостей функціональних систем до нового рівня, завдяки цьому організм здобуде стійкість до негативних впливів [2].

Інтенсивність фізичного навантаження залежить від швидкості й тривалості виконання м'язової діяльності, й визначається за показником частоти серцевих скорочень (ЧСС) або у відсотках від рівня максимального

споживання кисню (МСК). Циклічні вправи діляться на чотири зони тренувального режиму (у залежності від виду енергозабезпечення):

Під час бігу, навіть у досить невисокому темпі, відбувається цілий комплекс реакцій організму. В першу чергу, виділяється низка гормонів-нейромедіаторів, зокрема, такі відомі як дофамін, серотонін, ендорфіни, ендоканабіоїди, які поліпшують наш настрій. Навіть є таке явище, як ейфорія бігуна, яке виникає при пробіжках тривалістю 30–40 хвилин. Потрібно не забувати, що крім того, що виділяються ці гормони, ми суттєво розвантажуюмо мозок від надлишку інформації. Увага переключається на фізичну активність, відслідковування того, що відбувається в тілі й навколо. Другий момент – це реакція нашої дихальної та серцево-судинної систем. Зрозуміло, що біг – це інтенсивне фізичне навантаження, відповідно, нам необхідно наситити організм киснем. Для цього дихальна система починає значно інтенсивніше працювати, ми вдихаємо більше повітря, частота серцевих скорочень зростає і кров швидше циркулює по організму, розносячи кисень і виводячи різні шлаки.

Крім того, суглоби і м'язи після довгого сидіння чи стояння знаходять вихід енергії, яка в них накопичується. Також стимулюється вироблення колагену, змазки, суглобової рідини. Це дає нам змогу рухатись ефективніше і взагалі рухатися довше, адже рух – це життя.

Однією з найбільш важливих адаптаційних реакцій на аеробне навантаження є збільшення кількості капілярних судин навколо кожного м'язового волокна на 5-10 %. Чим більше людина тренується, тим виразніше збільшується (до 15 %) кількість капілярів, що, у свою чергу, покращує газо- і теплообмін, прискорює виведення продуктів розпаду і обмін поживних речовин між кров'ю і м'язовими волокнами. Це забезпечує оптимізацію утворення енергії для виконання м'язових скорочень. Значне збільшення кількості капілярів спостерігається через декілька тижнів або місяців тренувальних занять (залежно від вихідного рівня підготовленості особи, що тренується). Крім того, аеробне тренування призводить до збільшення

розмірів, а надто кількості, мітохондрій скелетного м'яза, що підвищує ефективність перебігу у м'язі окислювального метаболізму.

Також помітні зміни відбуваються в ендокринній системі: відбувається активізація функціонування залоз внутрішньої. Але також при цьому знижується концентрація стрес-гормонів в крові у стані спокою. Це в свою чергу сприяє підвищенню стійкості до розвитку в організмі стрес-реакції.

Також простежується кореляція між фізичною активністю, рівнем працездатності та станом здоров'я. Для перевірки та оцінки працездатності використовують показник максимального споживання кисню (про який йшлося раніше). Він залежить від статі, віку, ваги, зросту, рівня фізичної підготовленості, а також індивідуальних особливостей організму. Згідно останніх досліджень стало відомо, що МСК має тенденцію до збільшення до 20%, завдяки заняттям аеробними вправами.

До того ж регулярні аеробні навантаження призводять до нормалізації ваги тіла. Також цілеспрямовані аеробні фізичні навантаження збільшують об'єм м'язової маси, що досягається завдяки потовщенню і зміцненню кожного м'язового волокна. Інтенсивність кровопостачання м'язів буває більш вираженою в тих м'язах, які витримують більше навантаження. Заняття аеробними вправами зміцнюють кісткову систему.

Нервова система також зазнає змін. Регулярні заняття фізичними вправами ведуть до зростання її функціональної стабільності. Також тренування покращують рухові навички, підвищують тренуваність та вдосконалюють координацію.

В умовах аеробного бігу відбувається довгострокова адаптація організму до фізичних навантажень, мають місце морфофункціональні зрушення в стані системи мікроциркуляції (МЦ). Ці зміни, що виникають безпосередньо під час м'язової діяльності, зберігаються в організмі як наслідок і після її закінчення. Накопичуючись протягом тривалого часу, вони поступово приводять до формування більш економного типу реагування мікросудин. Показники стану системи МЦ можуть служити важливим

діагностичним критерієм пристосованості організму до спортивної діяльності.

Важливим позитивним фактором є те, що такі тренування змінюють складі крові. Тобто у тренуваних людей підвищується кількість еритроцитів (на 0,5-1 млн в кубічному міліметрі) і гемоглобіну (на 1-3%). Це в свою чергу дозволяє крові зв'язати та перенести більше кисню з альвеолярного повітря. Також при заняттях спортом збільшується маса крові, зростає кількість лейкоцитів і їх активність.

В організмі дорослої людини в стані спокою 40-50% крові не циркулює. Вона знаходиться в депо (селезінка, шкіра, печінка). Але під час аеробних навантажень збільшується кількість циркулюючої крові (за рахунок виходу з "депо"). Далі відбувається її перерозподіл в організмі, тобто більша частина крові спрямовується до активно працюючих органів.

Рухова активність справляє істотний вплив на розвиток і стан серця. А саме, збільшуються його маса і розміри. Треновані люди мають серце вагою в середньому 500 г, у нетренованих в свою чергу - 300. При цьому оскільки хвилиний об'єм дихання може за необхідності зростати у 10-15 разів, а хвилиний об'єм кровотоку лише 2-2,5 рази.

Отже, зміни в процесі систематичними навантаженнями під час бігу на довгі дистанції відбуваються в усьому організмі. Також варто вказати, що вони мають пристосувальний та накопичувальний характер. А отже з плином часу позитивний ефект буде зростати.

Аеробні навантаження супроводжуються розвитком функціональних змін в органах, які працюють (м'язах, нервових центрах, аналізаторах), і в так званих обслуговуючих системах — дихальній, серцево-судинній, центральній нервовій, системі крові тощо. Серед фізіологічних чинників, що визначають ступінь адаптації до фізичних навантажень, велике значення мають показники стану систем, що забезпечують транспорт кисню, а саме: система крові та дихальна система.

### **1.3. Рівень катехоламінів в плазмі крові як показник активності прояву стресу.**

Початок занять різними видами фізичних навантажень пов'язане з активацією механізмів стресу. Слід враховувати, що для багатьох учасників дослідження біг на довгі дистанції була першим видом фізичної активності після тривалого періоду гіподинамії, пов'язаного із захворюваннями, травмами та соціальним укладом життя. Відомо, що першими реагують на дію стресового чинника катехоламіни разом з активацією симпатичної нервової системи (САС).

#### **1.3.1. Походження та метаболізм катехоламінів.**

Катехоламіни *адреналін (епінефрин)* та *норадреналін (норепінефрин)* синтезуються в хромафінних клітинах мозкового шару наднирникових залоз, гангліях симпатичної нервової системи та адренергічних структурах центральної нервової системи.

Обидва катехоламіни мають властивості як гормонів, так і нейромедіаторів, проте в адреналіну переважає “гормональна” дія, а в *норадреналіну* — “медіаторна”. Згідно з такими функціональними відмінностями, основним місцем синтезу та локалізації в організмі адреналіну є мозковий шар наднирникових залоз (на його частку припадає близько 80 % усіх катехоламінів цієї структури), тоді як *норадреналін* міститься переважно в нейронах, його концентрація в головному мозку людини перевищує відповідний рівень *адреналіну* в десятки разів.

Попередниками в біосинтезі катехоламінів є циклічні амінокислоти фенілаланін та тирозин; ферментативні реакції синтезу включають процеси гідроксилування в ядрі та бічному ланцюзі, декарбоксилування з утворенням аміну та метилювання *норадреналіну* до *адреналіну* (рис.1).



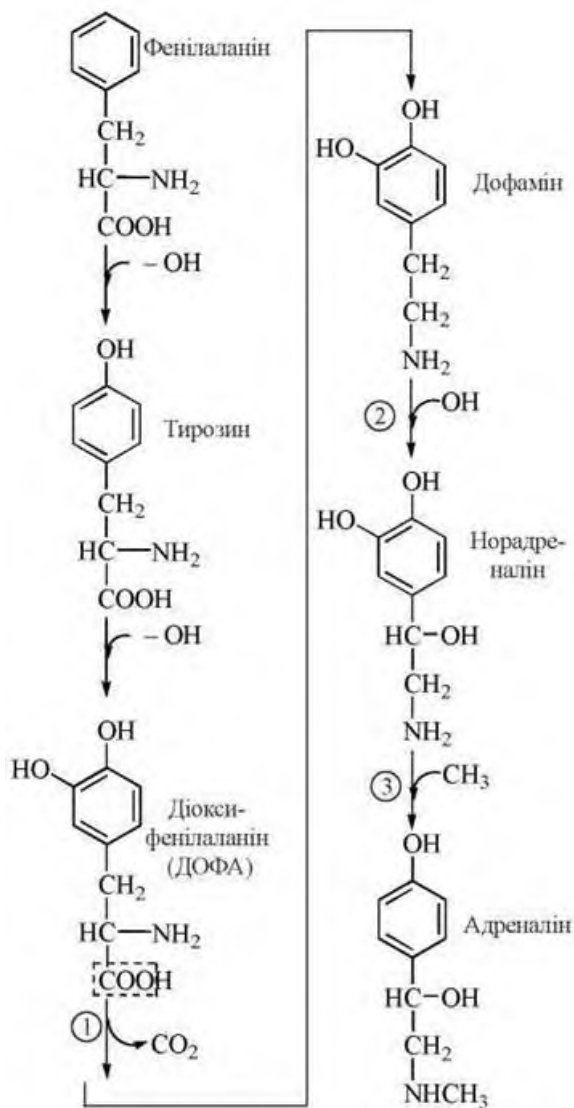


Рис. 1. Схема біосинтезу катехоламінів.

Впливи катехоламінів. Зміни метаболізму та вісцеральних функцій організму в умовах неспецифічної адаптації – напруженні функціональних систем організму – спрямовані на мобілізацію його енергетичних ресурсів.

Одним із головних напрямків дії катехоламінів є їх вплив на серцево-судинну систему. Постійне пристосування функції серця до зміни умов і регуляція артеріального тиску в основному зумовлюється норадреналіном, у той час як адреналін діє в умовах стресу, включаючи напругу, пов'язану зі страхом і тривогою. Через  $\beta_1$ -рецептори катехоламіни збільшують силу і частоту серцевих скорочень, хвилинний об'єм серця, що призводить до підвищення артеріального тиску. Адреналін має складний вплив на коронарний кровообіг, переважно розширюючи коронарні судини. Діючи

через  $\beta_2$ - рецептори, він виявляє потужну бронхорозширюючу дію, у той час як норадреналін відрізняється більш слабким бронхолітичним ефектом. Обидва гормони викликають звуження судин органів черевної порожнини, шкіри і слизових оболонок.

У цілому дія катехоламінів і всієї симпато-адреналової системи спрямована на швидку додаткову мобілізацію енергії в умовах гострого стресу і забезпечує готовність організму до захисних реакцій.

Адреналін впливає на вуглеводний метаболізм та викликає гіперглікемію завдяки таким процесам:

- стимуляції глікогенолізу в печінці шляхом активації ферменту глікогенфосфорилази та пригнічення глікогенсинтетази; завдяки ферменту глюкозо-6- фосфатазі утворюється глюкоза. Проте у скелетних м'язах існує нестача глюкозо-6-фосфатази й тому утворюється лактат або піруват, з яких у печінці також синтезується глюкоза;

- безпосереднього пригнічення секреції інсуліну та активації секреції глюкагону:

- стимуляції секреції АКТГ, під впливом якого збільшується виділення корою наднирників кортизолу, який викликає глюконеогенез у печінці;

- пригнічення використання глюкози клітинами;

- гальмування транспортування глюкози в клітини через мембрани у скелетних м'язах, міокарді, жирових клітинах.

Адреналін впливає на жировий обмін і стимулює;

- ліполіз через активацію бета-адренорецепторів мембран жирових клітин:

- мобілізацію вільних жирних кислот із жирових клітин і транспорт їх до печінки, що сприяє кетогенезу; у свою чергу, ацетоацетат і бета-гідроксибутират транспортуються до периферичних тканин, де є джерелами енергії.

Ефекти адреналіну пов'язані з його взаємодією з різними класами адренорецепторів ( $\alpha$ ,  $\beta$ ), що локалізовані як в центральній нервовій системі, так і в численних ефекторних системах організму.

Фізіологічні прояви дії адреналіну характеризуються тонізуючим впливом на міокард (збільшення сили та частоти серцевих скорочень), загальне судинне русло (гіпертензивна дія), гладенькі м'язи судин різних внутрішніх органів, зокрема шлунково-кишкового тракту, нирок, бронхів, матки, ока тощо.

Біохімічні ефекти адреналіну проявляються, в основному, в катаболічній дії гормону на вуглеводний та ліпідний (жировий) обмін, опосередкований мембранними рецепторами, сполученими з аденілатциклазними ферментними каскадами.

1. Вплив адреналіну на обмін вуглеводів проявляється активацією глікогенфосфорилази, тобто глікогенолітичною дією (переважно в м'язах і частково — в печінці та інших органах), що призводить до активації глікогенолізу в м'язах і забезпеченні енергією м'язового скорочення; гіперглюкоземія, що розвивається в умовах збільшеного виділення адреналіну (звичайно, разом із стимуляцією секреції глюкагону), має значення для забезпечення метаболічною енергією інших тканин (особливо головного мозку).

2. Вплив адреналіну на обмін ліпідів характеризується ліполітичним ефектом, спричиненим стимулювальною дією гормону на активність ТГ-ліпази адипоцитів жирової тканини. Вихід у кров'яне русло вільних жирних кислот (мобілізація НЕЖК, в якій бере участь також глюкагон) є також біохімічним механізмом забезпечення інших тканин (зокрема, міокарда) додатковими енергетичними субстратами.

Таким чином, сумарний підсумок фізіологічних та біохімічних ефектів катехоламінів (адреналіну та норадреналіну) має на меті підготовку організму до максимального використання енергетичних ресурсів та їх реалізацію в умовах стресових реакцій — ситуаціях типу “боротьба або

втікання”, спрямованих на фізичне виживання особи. Вивільнення адреналіну з хромафінних клітин та норадреналіну із закінчень симпатичних нейронів є біохімічним уособленням термінової активації симпатикоадреналової системи (У. Кеннон) у відповідь на вплив стресових факторів. Процеси довгострокової адаптації організму до дії пошкоджувальних агентів реалізуються глюкокортикоїдами кори наднирникових залоз.

Розщеплення адреналіну та норадреналіну каталізується моноаміноксидазами мітохондрій з утворенням гормонально неактивних альдегідів та ванілілмигдальної кислоти.

Дофамін — біогенний амін, що є інтермедіатом у синтезі катехоламінів адреналіну та норадреналіну. Синтез цього аміну та чутливі до нього рецепторні структури локалізуються переважно в гіпоталамусі, мезокортикальній, лімбічній, екстрапірамідній системах головного мозку. Окрім нейромедіаторних властивостей у центральній нервовій системі, дофамін має близькі до інших катехоламінів симпатоміметичні властивості. Разом з тим, дофамін здійснює специфічний саме для нього вплив на функцію серцево-судинної системи, спричиняє дилатацію судин нирок, збільшує діурез та натрійурез, стимулює екзокринну функцію підшлункової залози.

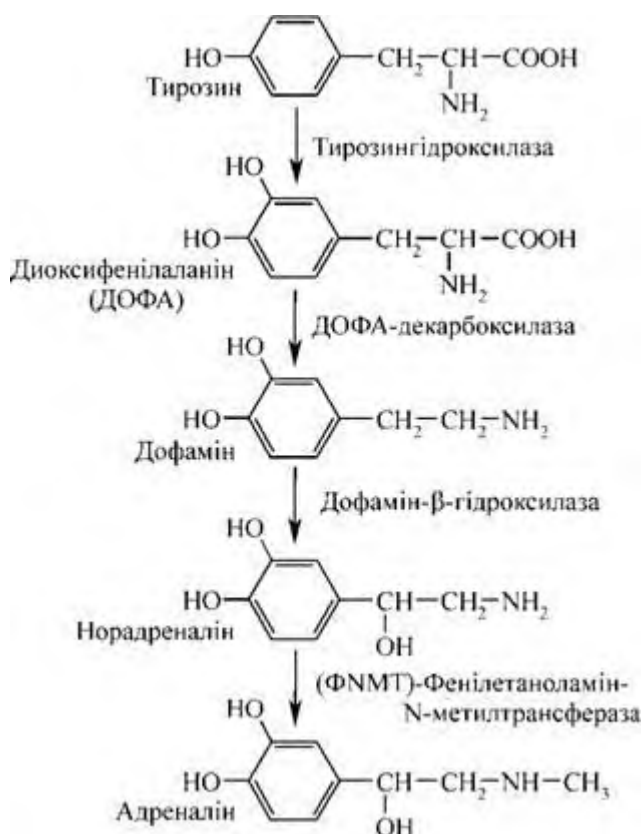
Клітини, які синтезують КА, виявлені також поза надниркових залоз. У вигляді окремих скупчень вони розташовуються в місцях відходження великих артерій від черевної аорти, нижньої брижової артерії і біфуркації аорти, в області біфуркації загальної сонної артерії - каротидному синусі. У крові період напіврозпаду для КА становить не більше 2,5 хв, так як вони швидко поглинаються периферичними тканинами і піддаються ферментативному метаболізму.

Вступу в загальний кровотік нейромедіаторного пулу КА перешкоджає інтенсивний зворотне захоплення мембранами клітин і можливість руйнування специфічними ферментами. Утворення медіаторних

КА активується тими ж стимулами, що і гуморальних (холод, гіпоксія, емоційна і фізичне навантаження).

### 1.3.2. Синтез катехоламінів і їх інактивація.

Попередником катехоламінів є амінокислота тирозин. Їхній біосинтез можна подати у вигляді такої схеми:



У мозковому шарі надниркових залоз містяться хромафінні гранули - спеціалізовані органели, здатні до синтезу, поглинання, резервування та секреції катехоламінів. Синтез і секреція катехоламінів знаходяться під контролем центральної нервової системи і значно зростають в умовах гострого стресу, у тому числі - емоційного збудження. Сигналом до секреції гормонів є нервова стимуляція мозкового шару надниркових залоз. Ацетилхолін, який потрапляє із преган-гліонарних волокон, взаємодіє з рецепторами хромафінних клітин, викликаючи деполяризацію мембран і входження у клітини  $Ca^{2+}$ , який стимулює вивільнення адреналіну і норадреналіну шляхом екзоцитозу. Цей процес стимулюється холінергічними і Р-адренергічними агентами і гальмується а-адренергічними

агентами. Катехоламіни крові пригнічують свій власний синтез і секрецію. У плазмі крові гормони транспортуються в комплексі з альбуміном. Вони мають дуже короткий період напівжиття, який складає 10-30 с. Концентрація адреналіну в плазмі крові - близько 0,05 мкг/л, а норадреналіну - приблизно в чотири рази вища (0,2 мкг/л). Стрес підвищує вміст катехоламінів у 4-8 разів.

Катехоламіни інактивуються або шляхом зворотного захвату нервовими закінченнями, або внаслідок метаболічних перетворень, що відбуваються в постсинаптичних клітинах, а також у печінці. Інактивація адреналіну і норадреналіну здійснюється трьома головними шляхами: O-метилуванням, окислювальним дезамінуванням і кон'югацією. Продукти метаболізму катехоламінів виділяються із сечею як у вільному стані, так і у вигляді парних сполук.

Роль катехоламінів і їх перетворення в організмі були глибоко досліджені в роботах А.М.Утевського, який довів, що біологічна роль гормонів зумовлена не тільки самими катехоламінами, але і продуктами їх обміну. У процесі метаболізму - шляхом відщеплення і приєднання двох атомів водню - утворюється цілий ряд катехінових (окси-) і хіноїдних (кето-) форм. Причому катехінові форми (адреналін, норадреналін) мають гормональні властивості, а хіноїдні похідні (дегідроадреналін, адренохром, оксоадренохром) ці властивості втрачають. Однак цей процес є оборотним, і дегідроадреналін під впливом вітаміну С (або інших відновників) може знову перетворитися на адреналін.

Перетворення дофаміну в норадреналін вимагає участі ферменту дофамін- $\beta$ -гідроксилази. Активується він аскорбіновою кислотою, іонами міді, фумаратом і вимагає наявності АТФ.

Адреналін утворюється в результаті завершальній реакції в ланцюзі синтезу катехоламінів. Для її здійснення фермент фенілетаноламін-N-метилтрансфераза сприяє введенню метильної групи в молекулу норадреналіну. Для метилування використовується метіонін як донор метильної групи і АТФ. Сприяють метилуванню гормони кори

надниркових залоз, які синтезуються в єдиному анатомо-функціональному комплексі.

Початкові етапи, декарбоксилювання ДОФА і синтез дофаміну здійснюються в цитоплазмі клітин. Потім дофамін надходить в тіло клітини або терміналі аксонів і перетворюється в норадреналін. Норадреналін знову входить в цитоплазму, де метилюється в адреналін. Адреналін повторно поглинається гранулами.

Подальший метаболізм катехоламінів забезпечує інактивацію адреналіну і норадреналіну і пов'язаний з активністю ферментів моноаміноксидаза (МАО) і катехол-О-метилтрансфераза (КОМТ).

МАО призводить до утворення діоксиміндальної кислоти. КОМТ продовжує метаболізм адреналіну і норадреналіну в плазмі крові до інактивації і перетворення в кінцевий метаболіт, ванілілміндальну кислоту.

#### **1.4. Роль вуглеводної компоненти харчування в раціоні спортсменів.**

Вуглеводи - найбільш важливий продукт в харчуванні спортсменів, оскільки - це єдине джерело енергії, яке здатне забезпечити інтенсивність фізичних навантажень протягом тривалого часу навіть у тих випадках, коли енергетичні запаси організму відносно невеликі. Якщо в організм спортсмена, надходить недостатня кількість вуглеводів, то тренувальний процес стає малоефективним, а рівень фізичної підготовленості - недостатньо високим.

Вуглеводи (з цукрів або крохмалів) розщеплюються в організмі на глюкозу і зберігаються у вигляді глікогену. Деяка кількість якого накопичується в печінці, поки не виникає необхідність підвищити рівень вмісту глюкози у крові і забезпечити глюкозою мозок, більша ж частина глікогену зберігається безпосередньо у м'язах. Енергетична цінність 1 г вуглеводів дорівнює 4,1 ккал.

Вуглеводи, які надходять з їжею, служать, в першу чергу, для забезпечення глюкозою скелетних м'язів як під час виконання фізичних вправ, так і у відновлюючому періоді, і тільки в другу чергу наявність глюкози та фруктози в печінці використовується для синтезу в цьому органі глікогену. Надмірні фізичні навантаження приводять до виснаження запасів глікогену в організмі та можуть викликати втому. Споживання продуктів харчування, які містять вуглеводи, поновлює запаси глікогену в організмі.

Найбільш повноцінними джерелами вуглеводів є: цукор, фрукти, рис, хліб, картопля, злакові, кондитерські вироби та солодкі напої. Тому споживання продуктів харчування, які містять вуглеводи, не тільки допомагає задовольнити енергетичні потреби організму спортсмена, але й дозволяє запобігти небажаному збільшенню ваги тіла. Ресинтез м'язового глікогену після напружених тренувань чи змагань залежить, в першу чергу, від тривалості періоду, необхідного для відновлення фізичної працездатності між інтенсивними навантаженнями. Запаси м'язового глікогену вичерпуються після 2-3 годин фізичного навантаження, яке виконується з інтенсивністю, відповідною 60-80% максимального споживання кисню. Але запаси м'язового глікогену можуть вичерпатися й після 15-30 хв фізичного навантаження, яке виконується з дуже високою потужністю. Такі моделі фізичних навантажень характерні для багатьох індивідуальних та командних видів спорту. Наприклад, у футболістів та баскетболістів часто помічається невелике зниження запасів глікогену вже у середині гри чи після напружених тренувань.

Вуглеводи мають особливе значення для спортсменів, які займаються видами спорту, які потребують прояву витривалості. Спортсменам, які виступають на спринтерських дистанціях, рекомендовано споживати їжу, багату на вуглеводи. Високий рівень м'язового глікогену має велике значення при проведенні занять спринтерського напрямку, коли між багаторазовими повтореннями передбачені короткі проміжки відпочинку. Тому спортсмени, які планують щоденні тренувальні навантаження з інтенсивністю, яка може



привести до зниження запасів м'язового глікогену, повинні збільшити споживання вуглеводів, які містять 50-70% калорій загального споживання енергії, що буде сприяти поповненню оптимального запасу глікогену в м'язах.

Головним завданням після завершення тривалого виснажливого фізичного навантаження - є послідовне відновлення запасів вуглеводів. Для відновлення глікогену в м'язах потрібно приблизно 20 годин, але при неповноцінній дієті необхідний більш тривалий період.

Важливими дієтичними факторами, які впливають на швидкість відновлення запасів м'язового глікогену після фізичних навантажень є:

- швидкість надходження вуглеводів в організм;
- тип вуглеводів;
- вибір часу для прийому вуглеводів після фізичних навантажень.

#### **1.4.1.Сучасні рекомендації по вживанню харчових вуглеводів на добу в залежності від характеру спортивної діяльності.**

Регулюючи склад їжі, можна активно впливати на хід розвитку скелетних м'язів, ліквідовуючи водянистість тканин і лишки відкладень жиру підвищувати працездатність і витривалість. При цьому великого значення набувають особливості тренувальної і змагальної діяльності в кожному конкретному виді спорту.

Наприклад, якщо в типовому раціоні людей, які не займаються спортом, процентне відношення в їжі вуглеводів, білків і жирів складає 46-12-42%, то для спортсменів, що інтенсивно тренуються на витривалість, це співвідношення повинно складати 70-10-20% (В. Н. Платонов, 1997).

Для більшості груп спортсменів розроблені загальні рекомендації, згідно з якими споживання білку повинно складати 10-15% загальної калорійності споживаної їжі, вуглеводів - 50-60%. Дослідження по визначенню ступеня ризику виникнення хвороб серця і злоякісних утворень

дозволили визначити, що споживання жирів повинно бути не більше 30% загальної кількості уживаних калорій (А. Гренджин, 1996).

Слід звернути увагу на значну варіативність у споживанні енергії за рахунок білків, жирів і вуглеводів у представників різних видів спорту: на долю білків припадає від 10 до 22% загальної кількості калорій, на долю вуглеводів - від 38 до 67%, жирів - від 20 до 42%.

Більшості спортсменам достатньо споживати 4,5-6 г вуглеводів на 1 кг ваги тіла, а при значних інтенсивних тренувальних навантаженнях рекомендовано збільшити споживання вуглеводів до 9-10 г на 1 кг ваги тіла.

«Вуглеводне завантаження» є корисним для спортсменів, які беруть участь в змаганнях, які перевищують 90 хвилин. Це передбачає вживання 10-12 г вуглеводів на кг маси тіла на день протягом 1,5-2 днів до події, а також повний відпочинок від тренувань. Для людини, яка важить 70 кг, кількість вуглеводів на добу передбачає 700–840 г (2 800-3 350 ккал). Отже, вживання вуглеводів слід подвоїти або потроїти за один-два дні до спортивного змагання.

Існує припущення, що дієта з низьким вмістом вуглеводів та високим вмістом жиру (75–80% жиру) може покращити результативність спортсменів, спонукаючи організм отримувати енергію переважно із жирів, таким чином спалюючи більше жиру при аеробних навантаженнях. Однак дослідження показують, що дотримання дієти з низьким вмістом вуглеводів та високим вмістом жирів не дає значних переваг у спортивних результатах. Це пов'язано з тим, що дієта з низьким вмістом вуглеводів знижує ефективність роботи м'язів під час фізичних вправ.

### **1.5. Резюме до огляду літератури за розглянутими питаннями.**

У сучасній науковій літературі рекомендації щодо вживання кількості харчових вуглеводів спортсменами вкрай різняться. Їх розподілення протягом доби варто дослідити та, можливо, скорегувати під індивідуальні особливості, потреби та види спорту.

Раціон спортсменів, що займаються спортом на довгі дистанції дещо відрізняється від «стандартних» рекомендацій для спортсменів. Також від потребує змін залежно від довжини дистанції та індивідуальних потреб.

Щодо досліджень концентрацій катехоламінів в плазмі крові. Дана методика є добре відпрацьованою та вивченою. Її можна використовувати в якості критерію для оцінки впливу тих чи інших факторів на хід тренувального процесу. Вона є необхідною, через те, що зміни концентрацій катехоламінів в крові можуть свідчити про підвищення або зменшення прояви стресу у спортсменів на під час бігу на довгі дистанції.

## РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.

### 2. Для досягнення поставлених цілей були застосовані такі методи дослідження:

1. Аналіз сучасної вітчизняної та зарубіжної наукової літератури за основними завданнями даної роботи.
2. Метод визначення вмісту катехоламінів в плазмі крові піддослідних на початку тренувань та протягом тренувального періоду, через 3 місяці після занять бігом на довгі дистанції.
3. Методи математичної статистики для обробки отриманих результаті та виявлення статистично достовірних змін під впливом тренувань та використання дієти з декілька збільшеним вмістом вуглеводів.
4. Розробка програми харчування для учасників піддослідної групи 3 з підвищеним вмістом вуглеводного компоненту.

#### 2.1. Групи піддослідних, які були залучені до обстеження.

Участь у дослідженні приймали добровольці розподілені на наступні групи:

- *I група*: жінки у віці 20-35 років, які займались бігом на довгі дистанції деякий час до початку дослідження, але не менш як 6 місяців (n=18);

- *II група*: жінки у віці 23-36 років, яких було залучено до занять бігом на довгі дистанції на момент дослідження. Учасники другої групи залишались на звичному для них харчуванні(n=12).

- *III група*: жінки у віці 23-36 років, яких було залучено до занять бігом на довгі дистанції на момент дослідження. Протягом дослідження учасники приймали їжу за рекомендацією дієтолога з підвищеним вмістом вуглеводів (n=13).

У всіх піддослідних набирали венозну кров зранку натщесерце двічі в продовж дослідження – на початку тренувань для 2-ї та 3-ї груп, та через три

місяці після початку тренувань. Інтервал між двома зборами крові у першої групи також становив 3 місяці.

**Таблиця 2. Розподіл учасників дослідження по групах.**

<b>Номер групи</b>	<b>Кількість піддослідних та вік</b>
1	n=18, 20-35 років; регулярне заняття бігом на довгі дистанції більш, ніж 6 місяців
2	n=12, 23 - 36 років
3	n=13, 23-36 років; переважно вуглеводне харчування

## **2.2. Метод визначення ДОФА, дофаміну, норадреналіну, адреналіну в плазмі крові.**

Дослідження плазми крові піддослідних на вміст катехоламінів проводилося в лабораторії Інституту ендокринології НАМН України ім. В.П. Комісаренка у відділі фундаментальних та прикладних проблем ендокринології.

### **В лабораторії було використану наступну методику:**

У пробірку внесли 1 мл плазми крові, додали 5 мл н-бутанолу. Пробірку інтенсивно струшували протягом 1 хв. Утворений осад відокремили шляхом центрифугування протягом 10 хв, при 1500 оборотах на хвилину (температура 40° С).

Надосадову рідину відібрали в 2 пробірки об'ємом по 2 мл і додавали до їх вмісту по 2 мл буфера:

- при визначенні адреналіну і ДОФА - 0,1 цитратний, рН 4, 0;
- при визначенні норадреналіну і дофаміну – фосфатний рН 6,5.

Після інтенсивного струшування протягом 1 хв – пробірки було повторно відцентрифуговано при тих же умовах. Верхній шар відокремили за допомогою водоструминного насоса. За 0,5 мл нижнього шару переносили в

чисті пробірки для окислення. Окислення проводилося шляхом послідовного додаванням в кожную пробірку з інтервалом по 2 хв розчинів:

1. 0,125 мл ЕДТА;
2. 0,2 мл розчину I<sub>2</sub>;
3. 0,125 мл лужного сульфату натрію;
4. 0,15 мл 5Н оцтової кислоти.

Пробірки із зразками закривали кришками і поміщали на киплячу водяну баню на 5 хв.

Контрольні пробірки містили по 5 мг в 1 мл стандартних розчинів адреналіну, норадреналіну, дофаміну, ДОФА.

Процедуру окислення стандартних розчинів проводили в зворотному порядку додавання розчинів через кожні 2 хв:

1. 0,15мл 5Н розчину оцтової кислоти;
2. 0,12 мл лужного натрію сульфату;
3. 0,2 мл розчину I<sub>2</sub>;
4. 0,125 мл розчину ЕДТА.

Контрольні пробірки також закривали і поміщали на киплячу водяну баню на 5 хв.

Після охолодження негайно визначали флуоресценцію адреналіну і норадреналіну, а через 20 хв - дофаміну і ДОФА за методом Jacobwith P.M., Richardson J.S. (1979) [113] на спектрофлуорометре FMA - ( "Hitachi", Японія).

Довжина хвилі для збудження і флуоресценції адреналіну - 410/500 нм, норадреналіну - 380/480 нм, дофаміну - 320/385 нм, ДОФА - 330/380 нм.

### **2.3. Програма харчування учасників групи 3 протягом 3 місяців занять бігом на довгі дистанції.**

Раціон бігуна-стайера може містити наступні продукти:

- злакові

- крохмалисті овочі - гарбуз, картопля, редька, батат, буряк, морква, кабачки

- бобові
- молочні продукти і коктейлі
- крупи
- цільозерновий хліб і макаронні вироби
- фрукти, фруктові коктейлі
- висівки
- кукурудза

Корекція харчування була запропонована всім учасникам дослідження. Так, деякі добровольці, які займаються бігом на довгі дистанції більше 6 місяців повідомили про бажання зменшити масу тіла. Таке ж бажання було виражене майже кожним учасником груп 2 і 3, які набиралися тільки спочатку дослідження. Тому кожен учасник дослідження отримав поради про зменшення калорійності харчування, визначення розподілу прийомів їжі протягом дня.

Всі учасники погодилися з умовою не вживати алкогольні напої протягом трьох місяців. Шляхом опитування було виявлено, що ніхто з учасників дослідження не страждав на цукровий діабет і іншими хронічними захворюваннями, які вимагають направлено сформованого раціону.

Серед обстежених не виявилось людей, які воліли з яких-небудь причин інші особливості харчування, включаючи безглютенову і вегетаріанську дієти.

Крім відмови від алкогольних виробів, вони погодилися зменшити кількість жирів і простих вуглеводів, збільшивши кількість складних вуглеводів.

Передусім для всіх бажаючих та 3-ї групи піддослідних було розраховано добову калорійність раціону та енергетичні витрати на добу. Дані розрахунки було виконано згідно формули Міффіна Сан-Жеора

(наукова робота: Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, КоН YO 1990):

**Чоловіки:** Ккал в добу =  $(10 \times \text{масу тіла в кг}) + (6,25 \times \text{зростання в см}) - (5 \times \text{вік}) + 5$

**Жінки:** Ккал в добу =  $(10 \times \text{масу тіла в кг}) + (6,25 \times \text{зростання в см}) - (5 \times \text{вік}) - 161$

Формула враховує і фізичну активність, виходячи з якої до отриманої цифри додається коефіцієнт.

- Якщо у вас немає фізичних навантажень і сидяча робота, помножте отриманий результат на 1,2.

- Якщо ви робите невеликі пробіжки або робите легку гімнастику 1-3 рази в тиждень, помножте на 1,375.

- Якщо ви займаєтеся спортом із середніми навантаженнями 3-5 разів на тиждень, помножте кількість калорій на 1,55.

- Якщо ви повноцінно тренуєтеся 6-7 разів на тиждень, то вам необхідно помножити результат на 1,725.

- І нарешті, якщо ваша робота пов'язана з фізичною працею, ви тренуєтеся 2 рази в день і включаєте в програму тренувань силові вправи, ваш коефіцієнт буде дорівнювати 1,9.

Прийом їжі був розподілений на 4 етапи, кожен з яких повинен був відбуватися з фіксованим інтервалом часу щодо інших.

1. Сніданок включав складні вуглевод, трохи білка, корисних жирів і свіжі фрукти по сезону;

2. Другий сніданок припускав білково-вуглеводний перекус;

3. Обід включав складні вуглеводи, нежирну рибу або нежирне м'ясо, овочі;

4. Вечеря складалась переважно з білків (птиця або риба, яйця або сир) + овочі.

Вуглеводний компонент в раціоні харчування надходив в організм з наступними продуктами:



- 60 г гречаної крупи – 43 г;
- сухофрукти: 20 г кураги – 13г; 20 г фініків – 13г;
- 200 г картоплі – 38 г;
- 50 г цільно-зернового хліба – 17 г;
- 60 г макарон з твердих сортів пшениці – 44 г;
- 100 г бананів – 22 г;
- 50 г хлібців – 35 г;
- 60 г пшоняної крупи – 40 г;
- 300 г гарбуза – 14 г;
- 100 г інжиру – 17 г;
- 150 г яблука – 17;
- 60 г рису – 45 г.

У складання раціону харчування для учасників експерименту ми керувалися даними Рогозкін В.А., 1998р, Беляєва В.С., 1997, Циган В.Н., 2012, а також методикою організування харчування за Певзнером М.И..

Дієта з підвищеним вживанням вуглеводів включає в себе наявність всіх компонентів в раціоні учасників дослідження (білки, жири, вуглеводи).

Основна кількість калорій, котрі потрапляють в організм припадає на вуглеводи, які становлять більшу частину всієї маси харчових нутрієнтів на добу. Жири містять близько 10-20% всієї калорійності їжі. Калорійність білкової маси продуктів становить приблизно 20-30%.

Всі нутрієнти є важливими для організму людини, тож нехтувати і зовсім виключати їх з раціону не потрібно.

Обов'язковою умовою є вживання круп, макарон з т.с.п. або картоплі два рази на день (сніданок та обід). В якості перекусу можна обирати хлібці, сухофрукти, фрукти чи бутерброди з цільно-зерновим хлібом. Проте одними вуглеводами не варто обмежуватися – тож додаємо джерело білка у вигляді зернистого сиру, нежирного сиру чи яйця.

Також для хорошої перельстатики кишечника та отримання додаткового джерела мікроелементів та вітамінів додаємо до раціону овочі та зелень.

### **Меню харчування в рамках одного тижня експерименту для піддослідних:**

#### **Понеділок**

Сніданок: каша гречана, салат з свіжих овочів (огірки, листя салату, фета, насіння гарбуза), варене яйце, чай.

Другий сніданок: зернистий сир, мультизлакові хлібці.

Обід: печена картопля, нежирний сир, зелень, запечена нежирна риба.

Вечеря: тушкована капуста, парова куряча котлета, фруктовий чай.

#### **Вівторок**

Сніданок: бутерброди із цільно-зернового хліба, слабосоленої сьомги, листя салату + фініки, чай.

Другий сніданок: банан, знежирений сир, хлібець

Обід: грибний крем-суп з хлібними сухарями, парові котлети, мікс з листя салату і огірка.

Вечеря: риба запечена з бататом/картоплею, зелень.

#### **Середа**

Сніданок: оладки з горіхами і сиром, трав'яний чай.

Другий сніданок: зернистий сир, курага, фініки.

Обід: макарони з т.с.п., запечені гриби, куряче філе, гарбузова олія.

Вечеря: курка в сметані, хлібець, овочі, чай з ромашки.

#### **Четвер**

Сніданок: омлет з томатами, тост з висівкового хліба із знежиреним сиром, кава.

Другий сніданок: сир тофу, цільно-зерновий тост.

Обід: пшоняна каша, хумус, запечена грудинка.

Вечеря: телятина, печений гарбуз, квашена капуста, цільно-зерновий хліб, фруктовий чай.

## **П'ятниця**

Сніданок: картопляне пюре, парові котлети, листя салату, яблуко, чай.

Другий сніданок: свіжий інжир, твердий сир, курага.

Обід: рис з відвареної курячої грудкою, вівсяний хліб з горіховою пастою.

Вечеря: картопляне пюре з нежирною рибою, салат зі свіжих овочів.

## **Субота**

Сніданок: гречана каша з печінкою, хліб з сиром, чай.

Другий сніданок: банан, яблуко, грецькі горіхи.

Обід: тушкована капуста, тефтелі, макарони з т.с.п.

Вечеря: відварний рис, риба з овочами, трав'яний чай.

## **Неділя**

Сніданок: яйця всмятку, салат зі свіжих овочів із зеленню, тости, чай.

Другий сніданок: нежирний сир, цільно-зерновий хліб, банан.

Обід: парові котлети з гречкою, хліб з хумусом.

Вечеря: телятина, тушкована з спаржевої квасолею, зелений чай.

## **Поради з харчування для спортсменів до/після/під час тренування:**

1. За 2,5 години до бігу ви можете з'їсти кашу (гречану, вівсяну, рисову), макарони, печена картопля. Також можна перекусити горіхами, насінням або шматочком сиру і випити 1-2 склянки води .

2. Виробіть звичку пити і завантажуватися вуглеводами протягом чотирьох годин після змагань або тренувальних сесій. В цей час їжте і пийте невеликими порціями кожні 30 хвилин. Це прискорює відновлення виснажених запасів глікогену, що дуже важливо, особливо після забігів на довгі дистанції. Чим довший була гонка або тренувальна сесія, тим важливіше харчування після неї.

3. Уникайте великої кількості солодкої їжі, так як вона сприяє утриманню рідини в шлунку і у вас може виникнути здуття живота.

4. Випийте велику частину води або напою за 4-8 годин перед забігом і спробуйте підтримувати достатній рівень гідратації до моменту старту.

5. Пити під час бігу намагайтеся помірно, маленькими ковтками, всякий раз, коли відчуєте спрагу. Кількість випитої вами рідини не повинна перевищувати її втрат.

6. Підживити організм під час пробіжки можна сухофруктами, енергетичними гелями/батончиками або бананом.

#### **2.4.Статистична обробка результатів дослідження.**

Отримані результати дослідження було статистично оброблено за допомогою комп'ютерної програми «Microsoft Office Excel 2017» та «Statistica 10» з використанням t-критерію Стьюдента. Також відмінності було вирішено вважати достовірними при  $p < 0,05$ .

### **Розділ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ.**

#### **3. Вміст катехоламінів в плазмі крові у молодих жінок.**

Роль симпатoadреналової системи є особливо важливою у механізмах, що формують захисні реакції організму на момент мінливих умов. Такими можна вважати умови при зміні фіз. активності. Особливо важливими є зміни, котрі наступають вже після тривалої гіподинамії (активності), котра була викликана травмами, недавніми пологами та больовими синдромами [87,104,126]. Можна зафіксувати та врахувати при розробленні програми тренувань наступне:

- зміни синтезу КА;
- вивільнення в кров, метаболізм та поглинання ферментами клітин і плазми крові;
- трансформацію у печінці

В проведеному дослідженні брали участь молоді жінки у віці 20-36 років, котрих було розділено на 3 групи (див. у розділі вище).

Учасники першої групи (n=18) займались бігом на довгі дистанції відносно довгий час до початку нашого дослідження, проте не менше ніж 6 місяців.

Другу групу складала жінки, котрих залучили до занять бігом на довгі дистанції на момент дослідження. Учасники групи залишались на звичному для них харчуванні (n=12).

Учасники третьої групи – жінки, яких було залучено до занять бігом на довгі дистанції на момент дослідження. Протягом дослідження учасники приймали їжу за рекомендацією дієтолога з підвищеним вмістом вуглеводів (n=13)..

Усіма піддослідними була погоджена відмова від алкогольних напоїв під час участі у дослідженні для відсутності впливу спиртів на рівень цукру в крові та апетит.

Дослідження вмісту КА у плазмі крові провели два рази усім учасникам дослідження із інтервалом у три місяці, протягом котрих 2-га і 3-тя групи уперше в житті почали займатись бігом на довгі дистанції.

Оцінку стану САС було проведено за визначенням вмісту катехоламінів у плазмі крові – адреналіну, ДОФА, норадреналіну, та дофаміну.

### **3.1. Зрівняння вмісту катехоламінів у плазмі крові у учасників груп спочатку дослідження**

Аналізи результатів вмісту КА в плазмі крові на початку дослідження показали відмінності між жінками, котрі тренувались якийсь період перед нашим дослідження і тими жінками, що не займалися бігом на довгі дистанції до участі в експерименті (таблиця 3).

**Таблиця 3.**

#### **Вміст КА в плазмі крові піддослідних жінок при різній фізичній активності. (M ± m)**

<b>Показник</b> <b>Номер групи</b>	<b>Адреналі</b> <b>н, нг/мл</b>	<b>Норадреналін,</b> <b>нг/мл</b>	<b>Дофамін,</b> <b>нг/мл</b>	<b>ДОФА, нг/мл</b>
1	2,30±0,18	2,77±0,14	5,88±0,3	5,11±0,12
2	2,38±0,25	1,23±0,21**	6,54±0,26*	5,88±0,18*
3	2,10±0,26	1,41±0,16**	6,14±0,28*	6,11±0,21*

Примітки:

\* - відмінність достовірна у порівнянні із показником у групи 1, p <0,05;

\*\* - відмінність достовірна у порівнянні із показником у групи 1, p <0,01.

До початку досліджень в учасників, котрі знаходилися в групах 2 та 3 були однакові результати. Це було очікувано, якщо враховувати відносну схожість підібраних піддослідних для дослідження. Але все ж у добровольців 1-ї групи кількість катехоламінів в плазмі крові відчутно відрізнялася від

інших учасників 2-х груп. Як ми знаємо однією з умов, щоб стати добровольцем першої групи був досвід безперервних занять бігом на довгі дистанції більше 6 місяців.

Тому одразу стає зрозуміло, що відмінність 1-ї групи від групи 2-ї та 3-ї заклечалась лише в рівні фізичної підготовки і готовності до майбутніх фізичних навантажень до початку експерименту.

Звернувши увагу на те, що кількість в плазмі адреналіну, кінцевого продукту синтезу в ряду КА була однаковою для всіх груп піддослідних, можна зробити припущення, що відмінність між процесами синтезу, вивільнення, зворотного захоплення катехоламінів у різних груп випробовуваних відрізнялися активністю ферментативних процесів.

Ще однією відмінністю може бути різна кількість основного субстрату, тирозину, який може бути збільшений у першої групи за запитом на більш швидкий обмін КА у людей, котрі досить довго займаються спортом. Але попри те, у жінок всіх груп (котрі не тренувались до участі в дослідженні) був підвищений вміст КА – робимо висновок, що основні субстранти для подальшого синтезу КА залишались без впливу ферментів подальшого синтезу.

Ми відзначили суттєву відмінність в кількості норадреналіну в плазмі крові у молодих жінок, які тільки починали знайомитися з бігом на довгі дистанції. Тобто в більшості перебували в стані гіподинамії до початку дослідження (вели малорухливий спосіб життя).

Учасники 2-ї та 3-ї груп мали досить високий показник адреналіну в плазмі крові. Проте він не суттєво відрізнявся від того ж показника учасників групи, які тренувались до початку дослідження.

Як відомо – адреналін представляє в основному гуморальний компонент активності САС. А от норадреналі в основному нейромедіатор і являє рефлекторний компонент активності САС. З огляду на значне відставання синтезу і вивільнення норадреналіну можна припустити, що

найбільш швидкий, рефлекторний механізм реагування, значно зменшується у людей, які ведуть малорухливий спосіб життя.

Стає очевидним, що фізичні навантаження самі по собі здатні вплинути на можливість інактивації процесів синтезу і вивільнення КА, та в цілому на них.

Вказані вище процеси можуть бути обмежені за рахунок зниження активності основних ферментів синтезу норадреналіну (ДА- $\beta$ -оксидази) і адреналіну (N-метилтрансферази) [3,108,132].

До того ж під час періоду адаптації до нового та більш активного рухового режиму збільшується активність одного з ферментів кінцевого катаболізму і інактивації катехоламінів, MAO при збереженні сталості активності позаклітинного ферменту КОМТ. Зрозуміло, що слід врахувати те, що змінюватися можуть й інші етапи метаболізму катехоламінів, а саме:

- вивільнення у кров'яне русло;
- та зниження кліренсу [5,6,125,132].

Тому ж показники учасниць 1-ї групи досить сильно відрізнялись від показників інших жінок (учасниць), котрі систематично не займалися тренуваннями до початку дослідження.

### **3.2. Зрівняння вмісту ДОФА та дофаміну ДОФА в плазмі крові у піддослідних напочатку занять бігом на довгі дистанції при різних харчових режимах**

Після трьох місяців, протягом яких всі учасники груп займалися тренуванням бігом на довгі дистанції обстеження провели знову.

В показниках вмісту дофаміну і ДОФА в крові у молодих жінок, які регулярно займалися бігом на довгі дистанції більше 6-ти місяців істотних змін виявлено не було – як і очікувалося.

В 2-й та 3-й групах – жінок зі звичайним для них типом харчування та у жінок, котрі в період дослідження перебували переважно на вуглеводному харчуванні – було відзначено значні зміни в досліджуваних показниках.



Концентрація ДОФА зменшилась в плазмі крові обох групах молодих жінок, які почали тренування бігом на довгі дистанції в період здійснення експерименту.

Кількість ДОФА могла знизитись за рахунок посилення активності ферменту ДОФА-декарбоксилаза, який призводить до синтезу дофаміну із ДОФА (таблиця 4).

**Таблиця 4.**

**Вміст ДОФА і дофаміну в крові жінок, що займались бігом на довгі дистанції з різними типами харчування. (M±m)**

Номер групи	Показник	
	Дофамін	ДОФА
<b>1 група</b>		
- На початку дослідження	5,88±0,37	5,11±0,12
- Через 3 місяці	6,11±0,25	5,32±0,16
<b>2 група</b>		
- На початку дослідження	6,54±0,26*	5,87±0,17*
- Через 3 місяці	6,58±0,30*	5,38±0,15**
<b>3 група</b>		
- На початку дослідження	6,14±0,17*	6,12±0,22*
- Через 3 місяці	5,76±0,28 <sup>¥</sup>	5,28±0,12 <sup>¥</sup>

Примітки:

\* - відмінність достовірна у порівнянні з показником в групі 1,  $p < 0,05$ ;

\*\* - відмінність в порівнянні із цією ж групою до початку самих тренувань,  $p < 0,05$ ;

Кіл-ть дофаміну у плазмі крові у піддослідних, які дотримувалися звичайного їм типу харчування, змінилася не сильно та залишилася

достовірно відмінною від показника у молодих жінок в 1-й групі (див. табл.4).

На початку дослідження кількість ДОФА була висока у крові учасників 2-ї та 3-ї груп. Але в той же час в учасників 1-ї групи концентрація ДОФА в плазмі крові була нижче, порівняно з двома іншими групами. Тож, оскільки єдиною умовою що відрізняла учасників 1-ї групи під час дослідження були попередні систематичні заняття бігом на довгі дистанції ми припускаємо, що фізична активність сприяє активації ферменту тирозингідроксилази та утворення наступного продукту – дофаміну.

Показник дофаміну в плазмі крові учасників 1-ї групи не відрізнявся високим значенням. Звідси можна зробити висновок, що другий фермент в ланцюзі синтезу КА, ДОФА-декарбоксилази теж був активований завдяки попередньої регулярної фізичної активності.

В результаті досліджень після 3-х місяців від початку тренувань бігом на довгі дистанції кількість ДОФА в крові жінок із 2-ї групи зменшилась, тоді як дофаміну - не змінилася. Тож можна дійти висновку, що завдяки впливу фізичних навантажень активувався 1-й фермент, ДОФА-декарбоксилаза, проте 2-й фермент не встигає активуватися так, щоб метаболізувати ДОФА в дофамін.

Кількість дофаміну у крові у піддослідних жінок, котрі почали тренування бігом на довгі дистанції та вживали їжу з підвищеним вмістом вуглеводів дещо зменшився і достовірність різниці з 1-ю групою втратилась (див. у табл. 4). Тому, ми припустити, що дофамін залучено до наступних реакцій синтезу КА. Можливо, режим тренування бігом на довгі дистанції разом з вуглеводним харчуванням призвели до активації ферменту дофамін-бета-гідроксилази, котрий синтезує норадреналін з дофаміну. В такому випадку повинна збільшитись кількість норадреналіну під час досліджень, чи активізуватись можуть обидва ферменти, дофамін-бета-гідроксилази та N-метіл-трансфераза, що призводять до підвищення адреналіну.

### 3.3. Зрівняння кількості норадреналіну та адреналіну в плазмі крові піддослідних жінок на початку занять бігом на довгі дистанції при різних харчових режимах

Помітнішими зміни виявлено в концентрації норадреналіну в крові у піддослідних в 2-й та 3-й групах. Вміст адреналіну в той самий час слабо змінився. Кількість же норадреналіну крові жінок із другої групи збільшилась на 50 % і стала близькою цього ж показника в учасниць першої групи (див. у табл. 5).

Норадреналін в плазмі крові учасниць третьої групи, що знаходились на переважно вуглеводному харчуванні виріс на 82% відносно рівня на початку дослідження. Тож кількість норадреналіну стала близькою до цього ж показника, що і у представників 1-ї групи (див. табл. 5).

**Таблиця 5.**

#### **Норадреналін та адреналін в крові жінок, що займались бігом на довгі дистанції при різних типах харчування. (M±m)**

Номер групи	Показник	
	Адреналін	Норадреналін
<b>1 група</b>		
- На початку дослідження	2,31±0,19	5,11±0,12
- Через 3 місяці	2,41±0,21	2,67±0,18
<b>2 група</b>		
- На початку дослідження	2,39±0,24	1,23±0,21**
- Через 3 місяці	2,26±0,31	1,88±0,15*#
<b>3 група</b>		
- На початку дослідження	2,11±0,25	1,41±0,16**
- Через 3 місяці	2,31±0,19	2,59±0,13#

Примітки:

\* - відмінність достовірна у порівнянні із показником в групі 1,  $p < 0,05$ ;

\*\* - відмінність достовірна у порівнянні із показником у групі 1,  $p < 0,01$ ;

# - відмінність достовірна у порівнянні із тим самим показником в початку дослідження.

<sup>Δ</sup> - відмінність достовірна у порівнянні із показником в групі 2,  $p < 0,05$ .

Під час порівняння між собою вмісту норадреналіну у крові учасниць 2-ї та 3-ї груп ми виявили, що переважно зростання кількості норадреналіну у 3-й групі призвело до суттєвої різниці між кількістю даного КА в крові учасниці обох груп. Умови для них відрізнялись лише в наявності чи відсутності переважно вуглеводного харчування (див. у табл. 5). Тобто молоді жінки, котрі дотримувалися дієти із збільшеною кількістю вуглеводів мали перевагу під час тренувань та швидше адаптувалися.

В підсумку, ми встановили як можна підвищити активність рефлекторної складової САС під час тренувань бігом на довгі дистанції у піддослідних, котрі не мали досвіду у спорті до початку дослідження. Також тренування призвели до покращення адаптації учасників 2-ї та 3-ї групи.

Також зауважимо, що розбіжності в харчуванні призвели до суттєвої різниці в термінах підвищення адаптивної спроможності спортсменів. Якщо кількість адреналіну крові каже про активність гуморальної складової САС, тоді кількість норадреналіну вказує на активацію нервової та рефлекторної складової відповіді САС на фізичні навантаження.

Вмість норадреналіну в крові в піддослідних, що дотримувались звичайного харчування (група № 2), стала вищою в порівнянні з початком дослідження на 50% та стала більшою, в порівнянні з початком дослідження.

Кількість норадреналіну у крові учасниць 3-ї групи, котрі дотримувалися дієти з підвищеним вмістом вуглеводів збільшився на 82%. У результаті вміст норадреналіну став відрізнятися між 2-ю та 3-ю групами.

Показники учасників третьої групи стали ближчими до показників першої групи. Вміст норадреналіну в плазмі крові учасників другої групи

збільшилась, проте залишилась нижчою в учасників 1-ї групи, котрі займались бігом за 6 місяців до початку нашого дослідження.

Отримані результати дозволяють зробити припущення, що збільшений вміст вуглеводів у харчуванні спортсменів на початку тренування допомагає їм долати стрес від фізичних навантажень та від змін способу життя та фізичної активності.

Всі учасниці дослідження відмітили суб'єктивне поліпшення самопочуття. Жінки із другої та третьої груп показали кращі результати під тренувань, ніж учасниці 1-ї групи, котрі займались бігом на довгі дистанції до початку дослідження.

Також тренери відмітили покращення рухомості в ніг, що є вкрай важливим для учасниці, що мали в анамнезі різні види скарг до початку нашого дослідження. Всі жінки показали підвищення тонуусу м'язів шиї, ніг, спини та м'язів розгиначів ніг. Покращилась витривалість, збільшилась енергійність протягом дня. Частина піддослідних підкреслила на припинення апатичного стану та покращення настрою, що відповідає даним літератури [53, 52] та очікуванням самих піддослідних нашого дослідження.

Тренерами було висловлено задоволення результатами під тренувань. Мається на увазі, що жінки, яких ми залучили до дослідження показали високий рівень наполегливості і мотивації. Піддослідні відвідували заняття регулярно, а також вимагали від самих себе значних результатів. Також було відмічено підвищення швидкості учасників, що було зафіксовано тренерами під час функціональних тестів.

Піддослідні жінки, що відносилися до 3-ї групи і окрім занять бігом на довгі дистанції отримували дієту, збагачену вуглеводами, висловили більшу задоволеність своїм тілом.

Також було виявлено зменшення маси тіла та більш струнку форму в нижніх частинах тіла. Нами було припущено, що більшість із заявлених позитивних змін у піддослідних із 3-ї групи було виникнено в результаті

самовдоволення через дотримання більш суворих вимог до фізичних вправ та обмеженні у харчуванні.

Проте покращення загального психологічного благополуччя відмічено в людей, що займались бігом на довгі дистанції набагато ранніми дослідженнями і можуть мати також і суб'єктивний характер [47].

У висновку, можна висловити загальну думку по те, що регулярні тренування бігом на довгі дистанції мали позитивний вплив на самопочуття піддослідних. Проте тренування на тлі переважно вуглеводної дієти були більш ефективними з точки подолання стресу, котрий виникає під час змінення рухового режиму.

## ЗАКЛЮЧЕННЯ

Припущення, що фізичні вправи призводять до вільного радикального пошкодження тканин вперше «побачило світ» у 1978 році, а останні 30 років призвели до значного зростання знань та інформації про вправи і оксидативний стрес. І хоч джерела вироблення окислювача під час виконання вправ ще досі обговорюються, вже зараз відомо, що як і в спокої, так і під час скорочення скелетні м'язи виробляють АФК і види реактивного азоту [18, 44]. Також стало відомо, що на стрес будь-якого генезу катехоламіни реагують першими. В цілому ж САС може адаптувати організм людини до нових умов існування, в тому ж числі, і до нового, більш активного фізичного режиму життя. Наприклад, адреналін, який є продуктом завершеного синтезу і є найбільш складним для синтезу вид катехоламінів у 80% випадків представляє гуморальну ланку САС. А вже норадреналін, який є проміжним продуктом, котрий синтезується швидше і вимагає менших енергетичних і ферментативних витрат становить в основному нейромедіаторну систему САС. Адреналін вивільнюється швидко та має період піврозпаду – 5 хвилин. Ноардреналін вивільнюється поступово і має більш тривалий період активності.

Обоє вказаних вище КА можна виявити у плазмі крові та також можуть виділитися із сечею. Цей факт робить визначення їх набагато доступнішим [20, 32]. Дофамін та ДОФА, можна визначити у менших кількостях. Вони являються самостійними гуморальними і нейромедіаторними одиницями і можуть виступати в якості вихідного субстрату для синтезу пізніх, адреналіну і норадреналіну. Швидкість зміни їх кількості крові багато в чому визначає результат адаптації, як і рівень кінцевих пошкоджень в організмі, на який вплинув стрес.

Найпопулярніший метод визначення катехоламінів у багатьох це метод визначення КА у добовій екскреції з сечею. Проте, нирка, яка є основним органом видільної системи людини – знаходиться під симпатичним контролем. Це означає, що значна частина катехоламінів, котрі надходять в

незміненому вигляді в сечу і доступних кількісному аналізу є сукупністю симпатичних медіаторів і не відображає секреції речовин названої групи залозами і симпатичними локусами в організмі. Через це у дослідженні ми визначали вміст КА в крові піддослідних, які займаються бігом на довгі дистанції для оцінювання прогнозу адаптації організму до фізичного навантаження.

В даному дослідженні брали участь жінки віком 20-36 років, яких було поділено на 3 групи (див. вище). Учасниці 1-ї групи (n=18) займались бігом на довгі дистанції не менше, 6-ти місяців та дотримувалися звичайного їм харчування. У другій групі знаходилися жінки, що не займались фізичними вправами до початку в експерименту і на весь час експерименту (3 місяці) дотримувалися на звичайного для них харчування (n=12). Учасники в третій групі знаходились на переважно вуглеводній дієті протягом трьох місяців, котра була запропонована на умовах експерименту. Тобто із підвищеним вмістом вуглеводів (n=13). Всі піддослідні жінки не вживали алкогольні напої під час участі в дослідженні і регулярно займались фізичними бігом на довгі дистанції протягом трьох місяців.

Визначення вмісту катехоламінів у плазмі крові було виміряно 2 рази усім учасницям нашого дослідження з інтервалом в 3 місяці. Протягом котрих 2 і 3 групи вперше у житті зайнялись бігом на довгі дистанції. Оцінювання стану САС було проведено за виявленням кількості КА у плазмі крові, а саме: норадреналіну, адреналіну, ДОФА та дофаміну.

У висновку дослідження ми встановили, що кількість адреналіну в плазмі крові була однаковою у всіх піддослідних. Тож, було зроблено припущення, що для всіх учасників була однаковою активність гуморальної ланки симпатоадреналової системи. В той же самий час однакового вмісту адреналіну можна дійти по-різному. До прикладу це може бути ферментативний синтез і утилізація (зворотнього захоплення та ферментативного розщеплення різних класів катехоламінів в тому ж числі).



Вміст інших КА в плазмі крові піддослідних жінок відрізнявся. Так вміст КА ДОФА в крові жінок-учасниць 1-ї групи мав значно більший рівень, на відміну від цього ж показника у груп 2-ї та 3-ї, котрі не займались спортом до залучення в експеримент. Менший вміст ДОФА у жінок нетренованих означає нижчу потребу в цьому КА у піддослідних, що мають низький рівень фізичної активності. Також це може бути показником, про високу активність ферменту тирозингідроксилази, котрий і перетворює первинний субстрат – тирозин на ДОФА. Чи це свідчить про низьку активність ферменту ДОФА-декарбоксилази, що повинен трансформувати ДОФА у дофамін.

Кількість дофаміну у крові у піддослідних жінок в групі № 1 теж був нижчий ніж в плазмі крові учасниць груп № 2 та 3. Такий високий вміст даного КА в крові у нетренованих піддослідних може бути через високу активність ДОФА-декарбоксилази чи низьку активність ферменту дофамін-бета-оксидази. Так як кількість КА в ланцюгу перетворень, норадреналіну, у жінок з низьким рівнем активності нижча, ніж у тих, що вели активний спосіб життя – можна сказати, що найбільш правдивим буде друге припущення – низька активність дофамін-бета-оксидази.

Причиною нормальної концентрації адреналіну на фоні зменшеного вмісту норадреналіну може бути те, що реакції зворотнього захвату та деградації адреналіну також набагато нижчі у жінок, котрі не займались спортом до початку експерименту.

Обстеження після трьох місяців тренувань бігом на довгі дистанції в групах показало різницю в показниках серед учасниць 2-ї та 3-ї груп. Наприклад, вміст ДОФА зменшився у крові учасниць другої та третьої груп в порівнянні із рівнем напочатку дослідження. Але одночасно кількість ДОФА наблизилась до його вмісту у плазмі крові учасниць в групі №1. Значних відмінностей між учасницями в групі 2, які дотримувалися свого звичайного харчування та учасницями в групі 3, котрі знаходились переважно на вуглеводному харчуванні не було виявлено. Таким чином ми можемо

стверджувати, що завдяки систематичним заняттям бігом на довгі дистанції у молодих жінок в групах 2 та 3 відбулися зміни в концентрації ДОФА.

Кількість дофаміну у плазмі крові жінок-учасниць 2-ї та 3-ї груп було різною після 3-х місяців тренувань за методикою бігу на довгі дистанції. Наприклад, вміст дофаміну у плазмі крові учасниць із 2-ї групи, котрі почали тренування три місяці назад, проте дотримувались звичайного харчування – не мав суттєвих змін відносно до цього показника до початку дослідження та відносно до показників в групі №1 був досить високим. Проте вміст дофаміну у крові жінок-учасниць в групі №3 мав досить істотні зміни. Вміст дофаміну учасниць групи 3 наблизився до показника у групі №1 та мав значну відмінність по відношенню до показника до початку нашого дослідження. Якщо враховувати різницю в харчуванні учасниць груп 2 та 3 ми можемо стверджувати, що відмінності виникли під впливом харчування із підвищеним вмістом вуглеводів у піддослідних жінок з групи 3. Можливо, наявність додаткової кількості вуглеводів в їжі допомогло прискорити адаптацію учасників в групі під номером 3 до фізичних навантажень за допомогою активації ферменту – дофамін-бета-оксидази.

Найбільше змінився рівень показника норадреналіну у плазмі крові учасниць в групах другій та третій. Вміст норадреналіну у плазмі крові в жінок, що дотримувались звичайного типу харчування (група 2) підвищився у зрівнянні із початком дослідження на 50 % і став, зрозуміло, більше, ніж спочатку нашого дослідження.

Рівень норадреналіну у плазмі крові жінок-учасниць в групі 3, котрі тримали діету із підвищеним вмістом вуглеводів збільшився на 82 %. В результаті рівень вмісту норадреналіну почав значно відрізнятись в групах 2 та 3 між собою. Показники КА в крові учасників групи 3 наблизились до показників групи 1. Рівень норадреналіну у крові учасниць групи 2 збільшився, але залишився значно нижчим за показник в учасників групи 1, що тренувались більше 6-ти місяців до початку дослідження. Згідно даних результатів ми можемо припустити, що збільшений вміст вуглеводів у

харчуванні спортсменів спочатку тренування допомагає їм долати прояви стресу від фізичних навантажень та від суттєвих змін способу життя та рухової активності.

Вміст адреналіну у плазмі крові всіх жінок-учасниць нашого дослідження залишався незмінним протягом дослідження. Але варто пам'ятати, що кількість цього КА була відносно високою до початку тренувань усіх учасниць груп 2 та 3 та була близькою до кількості адреналіну учасниць групи 1. Тому, ми можемо зрозуміти, що гуморальна ланка САС була досить потужною. Разом з тим вар о зауважити, що підвищення рівня норадреналіну може призвести і до підвищення вмісту адреналіну лише, коли фермент синтезу адреналіну, N-метилтрансфераза буде більш активним, ферменти деградації адреналіну та процес зворотнього захвату водночас не активуються. В нас не було можливості дослідити активність всіх вказаних ферментів. Проте, ми розуміємо, що тренування на фоні вуглеводного харчування призвело до збільшення активності нервової, медіаторної ланки САС. Тому, стає очевидно, що тренування бігом на довгі дистанції активують механізми адаптації до дії стресових факторів, проте адаптація прискорюється під впливом дієти, збагаченої вуглеводами.

## ВИСНОВКИ

1. Відсутність систематичних занять фізичною активністю призводить до зменшення адаптивних можливостей організму, що було підтверджено різницею показників КА: норадреналіну, дофаміну та ДОФА між групами жінок-піддослідних, котрі не займались спортивними вправами до початку дослідження і тими, котрі тренувались бігом на довгі дистанції більше 6 місяців.

2. Можливості до адаптації у жінок піддослідних, що займались бігом на довгі дистанції протягом 3-х місяців стали більшими за рахунок підвищення синтезу ДОФА та норадреналіну.

3. Заняття бігом на довгі дистанції на тлі застосування дієти, збагаченої вуглеводами, призвело до збільшення рівня в плазмі крові дофаміну, ДОФА та норадреналіну, що може свідчити про додатковий вплив вуглеводного харчування на адаптивну функцію САС.

4. Дотримання дієти із підвищеною кількістю вуглеводів підвищує витривалість у піддослідних при змінах у фізичній активності на більш рухомому.

5. Сумарне використання тренувань бігом на довгі дистанції та вуглеводної дієти запобігає виникненню зайвих стресових перевантажень та сприяє подоланню стресу та збільшенню резистентності організму за рахунок активації синтезу та метаболізму різних видів КА.

## Практичні рекомендації.

Вуглеводна їжа - один з найважливіших компонентів раціону будь-якої людини. При нестачі вуглеводів спостерігаються перепади настрою , порушення обміну білків та жирів..

Можна переконатися, що вміст вуглеводів в харчових продуктах неоднорідний. Наприклад, в 100 грамах бурого рису буде міститися 72,9 г вказаного вище нутрієнта, зелена гречка – 56, 0 г, батат – 14, 6г. [/]

Продукти, що володіють більш високим вмістом вуглеводів в порівнянні з іншими продуктами, називаються «високовуглеводними продуктами». Найбільш якісними та корисними варто вважати крупи, цільно-зерновий хліб, зелень, овочі. Перевагу надають цим продуктам за рахунок вмісту в них складних вуглеводів та харчових волокон.

Навпаки ж в раціоні варто уникати, або ж взагалі викреслити продукти багаті на «швидкі» чи прості вуглеводи. Адже, вони не здатні втамовувати голод на довгий час, швидко підвищують рівень цукру в крові і стимулюють виділенню великої кількості інсуліну (що може призвести до інсулінорезистентності).

### Вуглеводи в продуктах харчування

Група продуктів	Продукти	Не рекомендується
Коренеплоди	Редька, морква, буряк, ріпа, дайкон, селера, батат	-
Хліб	Житній, ячмінний, із зеленої гречки, бездріжджовий (грубого помелу, цільно-зерновий)	Пшеничний хліб з борошна вищого сорту
Овочі та зелень	Шпинат, салати, капуста (цвітна, кольрабі, брюссельська, тощо), петрушка, кріп, руккола, огірки, помідори, кабачки, баклажани, перець	-

	тощо	
Фрукти та ягоди	Ананас, банан, кавун, грейпфрут, гранат, груша, ківі, манго, хурма, смородина, клюква, фізаліс тощо	Контролювати кількість всіх фруктів та ягід. Особливо бананів, винограду, слив тощо
Фруктові напої	Напої, приготовлені з фруктів: фруктові чаї, соки, біле, рожеве або червоне вино і сидр	В обмеженій кількості
Бобові	Горох, квасоля, сочевиця та ін.	-
Крупи і злакові	Гречка, овес, перловка, макарони т.с.п., пшоно тощо	Манка, кус-кус, макарони м.с.п та т.с.п. в контрольованій кількості

Вибираючи продукти з високим вмістом вуглеводів, завжди необхідно їх «якість», тобто чи вони складні/прості .

Також для кращої роботи кишківника бажано додати до раціону ферментовані продукти (квашена капуста, кімчі, чайний гриб, мочені яблука, тан чи кефір) та харчові волокна (зелень, зелені овочі).

Харчові волокна - є полісахаридами рослин, котрі в організмі людини у процесі травлення не можуть розщеплюватися. До них відносить целюлоза (клітковина) та геміцелюлоза, а також пектин і лігнін. Вони проходять через шлунково-кишковий тракт без значних змін і тому називаються баластними речовинами.

Харчові волокна не відносяться до живильних речовин, але мають значну регуляторну роль в процесах травлення інших речовин. Волокна посилюють просування харчової маси, впливають на утворення кишкового соку, жовчовиділення та стимулюють виведення з організму холестерину. Також харчові волокна уповільнюють процеси всмоктування глюкози при

значному споживанні цукрі та зв'язують отруйні речовини і виводять їх з організму. Регулярне надходження волокон до організму людини зменшує імовірність захворіти на атеросклероз, рак та покращує функцію ШКТ. Норма споживання харчових волокон становить - 10-15 г/добу.

Щодо добової потреби у вуглеводах для дорослої людини, то вона залежить від енерговитрат організму.

### **Перспективи подальших досліджень.**

Отримані нами результати у дослідження свідчать про доцільність проведення подальших досліджень формування компенсаторно-приспосувальних механізмів в системі симпато-адреналової відповіді у людей, які зайняті бігом на довгі дистанції у відповідь на вплив особливостей харчування з метою підвищення адаптивної спроможності організму і попередження і зниження розвитку негативних наслідків у відповідь на інтенсивну фізичну навантаження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛЛ

1. Андріюк Л. Теоретичні та практичні аспекти нутриціології / Л.Андріюк, В.Яцюк, С.Федяєва, С.Ломейко. Львів - Трускавець: Посвіт, 2017. - 124 с.
2. Аронов Д. М. Как стать здоровым после инфаркта / Д.М. Аронов. - М.: Триада-Х, 2002. - 40 с.
3. Агаджанян Н.А. Этюды об адаптации и путях сохранения здоровья/Н.А. Агаджанян, А.И. Труханов, Б.А. Шендеров. – М.: Сирин, 2002. – 156 с.
4. Адаптація організму спортсмена до добових біоритмів та природно-географічних чинників – 2017. [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [http://referat.ukrtext.info/abstracts/ua/fizkultura/fizkultura\\_29122.php](http://referat.ukrtext.info/abstracts/ua/fizkultura/fizkultura_29122.php)
5. Белозерова Л.М. Возрастные особенности сердечно-сосудистой системы и работоспособности спортсменов-лыжников / Л.М. Белозерова, А.Б. Сиротин, А.И. Янеев // Клиническая геронтология. – 2000. - № 5-6. – С. 27-32.
6. Бехтерева Н.П. Физиология эндокринной системы / Бехтерева Н.П., Кисляков В.А., Конради П.Г. [и др.] // Руководство по физиологии – Ленинград. – 1979. - «Наука». - С.325-340.
7. Васьковець Л. А. Вплив хронологічних факторів на фізичну працездатність / Л. А. Васьковець, М. О. Глущенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2013. - № 64. - С. 4-10.
8. Венгерова Н.Н. Классификация фитнес-программ // Актуальные проблемы развития фитнеса в России / Н.Н. Венгерова // – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена, 2009. – С. 23–32.
9. Вологжанин Д.А. справочные материалы по оценке статуса питания и проведению энтеральной нутриционной поддержки: учебное пособие/Д.А. Вологжанин, И.Е. Хорошилов, Е.Ю. Струков. – СПб.: БМА, 2008. – 109 с.



10. Виру А.А. Аэробные упражнения / А.А. Виру, Т.А. Юримяз, Т.А. Смирнова – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 142 с.
11. Волков А. Влияние физических нагрузок на иммунитет / А. Волков. – 2018. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <https://cmtscience.ru/article/vlijanie-fizicheskikh-nagruzok-na-immunitet>
12. Гаврилова Е.А. Спортивные стрессорные иммунодефициты. Е.А. Гаврилова, О.А. Чурганов, О.И. Иванова// аллергия и иммунология. – 2002. – Т.3, № 2.
13. Голованов С.А. Лечебная и оздоровительная физическая культура в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний / С.А. Голованов, И.В. Кулькова // Вестник московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. – 2017. - № 4. – С. 21-35.
14. Коровников К.А. Основы рационального питания спортсменов/ К.А. Коровников, Н.И. Яловая//Вестник АМН СССР. – 1986. - №12. – С.16-23.
15. Казарина О.А. Аеробні і анаеробні фізичні вправи та їх вплив на морфо функціональні особливості організму / О.А. Казарина // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2017. – вып. 11. – С. 27-32.
16. Карпущина Ю.В. Вплив фізичного навантаження та релаксації на працездатність головного мозку / Ю.В. Карпущина, О.О. Тарасова // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. - 2009. - №. 8. - С. 66-70.
17. Колясова В.Н. Влияние тренировки аэробной направленности на коронарное кровообращение / В.Н. Колясова // Вестник спортивной науки. – 2009. - №1. – С.25-27.
18. Корносенко О.К. Роль фітнесу в системі оздоровчої фізичної культури / О.К. Корносенко // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. – Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. - 2013. - Вип. 112, № 3. С. 228–232.

19. Марчик В. І. Вегетативна регуляція при виконанні легкоатлетичних вправ з бігу на короткі дистанції / В. І. Марчик // Легка атлетика у навчальному процесі учнівської та студентської молоді. - Кривий Ріг: Б.в., 2012. - С. 117-123.

20. Матлина Э.Ш. Дофамин (биология, физиология, фармакология, патология) / Матлина Э.Ш. Регуляция биосинтеза катехоламинов при различных физиологических и патофизиологических состояниях / Материалы симпозиума. – М. – 1969. – С.11-23.

21. Меерсон Ф. З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность / Ф.З. Меерсон. - М.: Наука, 1975. - 264 с.

22. Мирошников А.Б. Влияние статодинамического режима работы мышц на холестериновые фракции, факторы кауголограммы и качество жизни больных артериальной гипертензией / А.Б. Мирошников, А.В. Смоленский // Медико-Биологические и педагогические основы адаптации, спортивной деятельности и здорового образа жизни. - 2013. – Т. I. — С. 171-175.

23. Муравьев, А. В. Роль внутриклеточных сигнальных систем в изменениях микрореологических свойств эритроцитов / А. В. Муравьев, С. Г. Михайлова, И. А. Тихомирова // Биологические мембраны. – 2014. – Т. 31, № 4. – С. 270–277.

24. Поленов С. А. Основы микроциркуляции / С. А. Поленов // Региональное кровообращение и микроциркуляция. – 2008. – Т. 7, № 1. – С. 5–19.

25. Португалов С.Н. Специализированное спортивное питание/ С.Н. Португалов//Спорт, медицина и здоровье. – 2001. - №1. С. 44-47.

26. Потребность в энергии и белке. – Женева: ВОЗ. – 1987. – С.69-208.

27. Ровный В. А. Выносливость, гипертрофия мышечных волокон / В.А. Ровный, О.А. Ровная. – 2014. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа

до ресурсу: <http://fitness-port.com.ua/nauchnyj-fitness/709-vynoslivost-gipertrofiya-myshechnykh-voлокan.html>

28. Рогозкин В.А. Основные принципы питания спортсменов: методические рекомендации / В.А. Рогозкин, А.И. Пшендин, Н.Н. Шишина. - Л.1988. – 32с.

29. Рогозкин В.А. Питание спортсменов/ В.А. Рогозкин, А.И. Пшендин, Н.Н. Шишина. – М.: 1993. – 160с.

30. Соколенко В.Л. Вплив помірних фізичних навантажень на клітинну ланку імунітету та рівень холестерину у крові / В.Л. Соколенко, С.В. Соколенко // Педагогика, психологія і медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2009. - № 10. – С. 219-221.

31. Спортивная фармакология и диетология/ Т.В. Гишак и соавт.; под ред. С.А. Олейника, Л.М. Гуниной. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2008. – 256 с.

32. Утевский А.М. Катехоламины как регуляторные и биокаталитические факторы в общей системе биогенных аминов / Утевский А.М. // Физиология и биохимия биогенных аминов. - М.: Наука, 1969. - С. 5-9.

33. Утевский А.М. Катехоламины и кортикостероиды / Утевский А.М. // Успехи совр.биол. – 1972. – Т.73. - С.323-341.

34. Физиология адаптационных процессов / Под ред. О.Г. Газенко, Ф.З. Меерсона. – М.: Наука, 2006. – 360 с.

35. Фитнес и его виды. - 2018. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <http://zelart.com.ua/poleznye-materialy/34-fitness-i-ego-vidy.html>

36. Фурман Ю. М. Ефективність корекції аеробної продуктивності в чоловіків 18–22 років різними режимами бігових тренувань / Ю. М. Фурман // Архів клінічної та експериментальної медицини. – 2001. – Т. 10, № 1. – С.33– 35.

37. Фурман Ю. М. Кореляційні взаємозв'язки аеробної та анаеробної (лактатної) продуктивності організму з якісними параметрами рухової діяльності студентів чоловічої статі (17-19 років) / Ю. М. Фурман, С.П

Драчук // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2005. – №15. – С. 51– 55.

38. Чернозуб А. А. Особливості адаптаційних реакцій чоловіків в умовах силових навантажень / А. А. Чернозуб // Фізіологічний журнал. – 2015. – Т. 61, № 5. – С. 99–107.

39. Alexander V.NG. Sympathetic neural reactivity to stress does not increase with age in healthy humans / Alexander V.NG., Callister R., Johnson D.G. [et al.] // Am. J. Physiol. -1994. - V. 267 (Heart Circ. Physiol. 36). - P. H344-H353.

40. Archer, S. 2008. Pilates moves recruit deep abs better than crunches. IDEA Fitness Journal, 5 (8), 94.).

41. Baskurt, O. K. Blood rheology and hemodynamics / O.K. Baskurt, H.J. Meiselman // Semin. Thromb. Hemost. – 2003. – V. 29, № 5. – P. 435–450.

42. Barbosa, A.W.C., et al. 2013. Immediate electromyographic changes of the biceps brachii and upper rectus abdominis muscles due to the Pilates centering technique. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 17 (3), 385–90.).

43. Bian, Z., et al. 2013. Effect of Pilates training on alpha rhythm. Computational and Mathematical Methods in Medicine. doi: 10.1155/2013/295986.

44. Calbet J.A. Importance of hemoglobin concentration to exercise: acute manipulations / J.A. Calbet, C. Lundby, M. Koskolou, R. Boushel // Respir. Physiol. Neurobiol. – 2006. – V. 151, № 1. – P. 132–140.

45. Caldwell, K., et al. 2009. Effect of Pilates and taiji quan training on self-efficacy, sleep quality, mood, and physical performance of college students. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 13 (2), 155–63.

46. Circumventricular structures and pituitary functions / Oksche A. – Proc.4<sup>th</sup>Int. Congr. Endocrinology, Washington, Amsterdam, Excerpta Medica, 1972.

47. Cruz-Ferreira, A., et al. 2011a. Effects of Pilates-based exercise on life satisfaction, physical self-concept and health status in adult women. Women & Health, 51 (3), 240–55.)

48. Cruz-Ferreira et al. 2011b Cruz-Ferreira, A., et al. 2011b. A systematic review of the effects of Pilates method of exercise in healthy people. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92 (12), 2071–81.

49. Irez et al. 2011- Irez, G., et al. 2011. Integrating Pilates exercise into an exercise program for 65+ year-old women to reduce falls. *Journal of Sports Science and Medicine*, 10 (1), 105–11.

50. Iversen L.L. Uptake mechanisms for neurotransmitteramines / Iversen L.L. // - *Biochem. Pharmacol.* – 1974. - V.23. - P.1927-1935.

51. Jacobwith P.M. Method for the rapid determination of norepinephrin, dopamine, serotonin, in the same brain region / Jacobwith P.M., Richardson J.S. // *Pharmacol. Biochem. Behavior.* – 1979. – V.8. - № 5. – P.515-519.

52. Johnson, E.G., et al. 2007. The effects of Pilates-based exercise on dynamic balance in healthy adults. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 11 (3), 238–42.

53. Kloubec, J. 2010. Pilates for improvement of muscle endurance, flexibility, balance, and posture. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24 (3), 661–67.).

54. Furman Y.M. Correction of aerobic productivity of the body by varying the training rate in running / Y.M. Furman // *Wychowanie fizyczne i sport.* - 1999. – V.43, №1. – P.306-307.

55. Gender differences in strength and muscle fiber characteristics / A. E. Miller, J. D. MacDougall, M. A. Tarnopolsky, D. G. Sale // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 1993. – V. 66, N 2. – P. 254–262.

56. Godman H. Regular exercise changes the brain to improve memory, thinking skills / H. Godman. – 2014. - [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.health.harvard.edu/blog/regular-exercise-changes-brain-improve-memory-thinking-skills-201404097110>.

57. Mairbäurl H. Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells / H. Mairbäurl // *Front Physiol.* 2013. - № 4. – P. 332.

58. Resistance Exercise Training Alters Mitochondrial Function in Human Skeletal Muscle / C. Porter, P.T. Reidy, N. Bhattarai [et al.] // *Medicine & Science in Sports & Exercise*. - 2015. - V. 47, N 9. - P. 1922–1931.

59. Rogers, K., & Gibson, A. 2009. Eight-week traditional mat Pilates training program effects on adult fitness characteristics. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 80 (3), 569–74.).

60. Vogt M. Eccentric exercise: mechanisms and effects when used as training regime or training adjunct / M. Vogt, H. H. Hoppeler // *Journal of Applied Physiology*. – 2014. – № 116 (11). – P. 1446–1454.

61. Wells, C., Kolt, G.S., & Bialocerkowski, A. 2012. Defining Pilates exercise: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 20 (4), 253–62.