МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО

ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ

КАФЕДРА МЕДИЧНОЇ БІОЛОГІЇ ТА СПОРТИВНОЇ ДІЄТОЛОГІЇ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня магістра

за спеціальністю 091 біологія та біохімія

освітньою програмою «Спортивна дієтологія»

на тему: «**Вплив ресверАтролу на біологічний вік ЧОЛОВІКІВ другого періоду зрілого віку, що займаються оздоровчим фітнесом»**

здобувача вищої освіти

другого (магістерського) рівня

Ратієвої Юлії Анатоліївни

**науковий Керівник**: Палладіна Оксана Львівна

Доцент кафедри медичної біології і спортивної дієтології, Кандидат медичних наук

Рецензент: Футорний С. М.

Доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор

Рекомендовано до захисту на засіданні

кафедри (протокол № 5 від 25.11.2024 р.)

Завідувач кафедри: Пастухова В. А, д.м.н., професор

**Київ – 2024**

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ | 4 |
| ВСТУП | 5 |
| РОЗДІЛ 1 БІОЛОГІЧНИЙ ВІК, МЕТОДИ ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ, ВПЛИВ РЕСВЕРАТРОЛУ НА ПРОЦЕСИ СТАРІННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПЕРІОДУ ДРУГОГО ЗРІЛОГО ВІКУ | 8 |
| 1.1 Поняття біологічного віку та методи його визначення | 8 |
| 1.2 Ресвератрол: біологічна роль, механізми дії на організм та вплив на процеси старіння | 17 |
| 1.3 Особливості другого періоду зрілого віку осіб, які займаються оздоровчим фітнесом | 30 |
| Висновки до розділу 1 | 37 |
| РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ | 39 |
| 2.1 Методи дослідження | 39 |
| 2.1.1 Теоретичні методи | 39 |
| 2.2.1 Антропометрія | 40 |
| 2.2.2 Метод біоімпендансу | 41 |
| 2.2.3 Метод Войтенка | 41 |
| 2.2.4 Проба Абалакова | 43 |
| 2.2.5 Проба Руф’є | 44 |
| 2.2.6 Опитування (бесіда, анкетування) | 45 |
| 2.2.7 Методи математичної статистики | 46 |
| 2.2 Організація дослідження | 46 |
| РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ ВПЛИВУ РЕСВЕРАТРОЛУ НА БІОЛОГІЧНИЙ ВІК ЧОЛОВІКІВ ДРУГОГО ПЕРІОДУ ЗРІЛОГО ВІКУ, ЯКІ ЗАЙМАЮТЬСЯ ОЗДОРОВЧИМ ФІТНЕСОМ | 48 |
| 3.1 Аналіз способу життя та маркерів біологічного віку учасників на початку дослідження | 48 |
| 3.2 Вплив ресвератролу на біологічний вік та перспективи його застосування для чоловіків другого зрілого віку, що займаються оздоровчим фітнесом. Аналіз результатів дослідження. | 68 |
| Висновки до розділу 3 | 85 |
| ВИСНОВКИ | 87 |
| СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ | 89 |
| ДОДАТКИ | 103 |

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

**АТ** – артеріальний тиск

**АТС** – артеріальний систолічний тиск

**АТФ** – аденозинтрифосфорна кислота

**БВ** – біологічний вік

**ВООЗ** – Всесвітня організація охорони здоров’я

**ЗДВ** – затримка дихання після вдиху

**ІМТ** – індекс маси тіла

**КВ** – календарний вік

**ЛПНЩ** – ліпопротеїди низької щільності

**МТ** – маса тіла

**НБВ** – належний біологічний вік

**ОТ** – обхват талії

**ССЗ** – серцево-судинні захворювання

**СОЗ** – самооцінка здоров’я

**СТС** – співвідношення талії до стегон

**ХВ** – хронологічний вік

**ЧСС** – частота серцевих скорочень

**ВСТУП**

**Актуальність дослідження**. Біологічний вік – це комплексний параметр, який включає календарний вік людини, характеристики її здоров’я з урахуванням фактичного віку та ознаки можливої тривалості життя [1].

Старіння закономірно асоціюється з втратою або погіршенням певних функцій організму, що в свою чергу призводить до зниження якості життя, маркерів здоров’я та передчасною смертністю. [2].

Проте дослідження свідчать, що біологічний вік – величина змінна і здатна до коливань в обидві сторони. [2]. Біологічний вік може бути менше або більше хронологічного віку людини. Стрес, хвороби, зміна способу життя, вплив навколишнього середовища мають здатність впливати на біологічний вік осіб.

Покращення та збереження здоров’я осіб другого періоду зрілого віку (36 – 57 років для жінок, 36 – 60 років для чоловіків) є однією з актуальних проблем сучасності.

Можливість зменшити біологічний вік або сповільнити процеси старіння за допомогою дієтичного втручання набирає обертів. Зокрема, поліфеноли можуть бути ключовими модифікаторами епігенетичних патернів. [3].

Ресвератрол є одним із найвідоміших поліфенолів, присутніх у різних фруктах, ягодах, рослинах, зокрема в білому морознику, паростках арахісу та шкірці винограда. Упродовж останніх десятиліть ресвератрол став об’єктом активного вивчення з боку дієтологів, лікарів, медичних хіміків, завдяки численним корисним властивостям, які включають імуномодулюючий, омолоджуючий, нейропротекторний, протидіабетичний та протипухлинний ефекти, а також профілактику серцево-судинних захворювань. [4].

**Мета роботи**. Вивчити вплив ресвератролу на біологічний вік чоловіків другого періоду зрілого віку, які займаються оздоровчим фітнесом, та визначити можливості його використання для уповільнення процесів старіння і підвищення ефективності оздоровчих програм.

**Завдання роботи**.

1. Аналіз літературних джерел у контексті визначення біологічного віку, методів його оцінки, вивчення властивостей ресвератролу, механізмів його впливу на організм, зокрема на процеси старіння.
2. Визначення методики оцінки біологічного віку у чоловіків другого періоду зрілого віку, які займаються оздоровчим фітнесом.
3. Дослідження впливу ресвератролу на маркери біологічного старіння учасників основної групи, які регулярно займаються оздоровчим фітнесом, порівняно з контрольною групою.
4. Проведення порівняльного аналізу показників біологічного віку до та після введення дієтичної добавки ресвератролу у раціон чоловіків другого періоду зрілого віку, які займаються оздоровчим фітнесом.
5. Оцінка доцільності використання ресвератролу в комплексних програмах оздоровчого фітнесу для чоловіків другого періоду зрілого віку, які займаються оздоровчим фітнесом з метою уповільнення процесів старіння та поліпшення загального стану здоров'я.

**Об'єкт і предмет дослідження.**

*Об'єкт дослідження*. Біологічний вік чоловіків другого періоду зрілого віку (38 – 45 років), які регулярно займаються оздоровчим фітнесом.

*Предмет дослідження*. Вплив ресвератролу на показники біологічного віку цих осіб, а також взаємозв'язок між прийомом ресвератролу та покращенням самопочуття і сповільненням процесів старіння.

**Методи дослідження.**

Теоретичні:

* аналіз фахової наукової літератури;
* методи аналітичного опрацювання інформації: синтез, порівняння, узагальнення.

Емпіричні:

* антропометрія;
* метод біоімпендансу;
* метод Войтенка;
* проба Абалакова, проба Руф’є;
* опитування (анкетування, бесіда);
* методи математичної статистики.

**Наукова новизна.**

У роботі вперше проведено комплексне дослідження впливу ресвератролу на біологічний вік чоловіків другого періоду зрілого віку, які займаються з оздоровчим фітнесом. Вивчення впливу ресвератролу на різні аспекти біологічного старіння дозволяє різносторонньо оцінити ефективність та доцільність застосування цього поліфенолу для чоловіків другого зрілого віку, які прагнуть підтримувати здоровий спосіб життя.

**Практичне значення** отриманих результатів дослідження полягає у використанні їх в роботі спортивних дієтологів з метою протидії процесам старіння та покращення якості життя чоловіків другого зрілого віку, які займаються оздоровчим фітнесом.

**Структура роботи**. Ця магістерська робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, додатків, списку використаної літератури.

**РОЗДІЛ 1**

**БІОЛОГІЧНИЙ ВІК, МЕТОДИ ЙОГО ВИЗНАЧЕННЯ, ВПЛИВ РЕСВЕРАТРОЛУ НА ПРОЦЕСИ СТАРІННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПЕРІОДУ ДРУГОГО ЗРІЛОГО ВІКУ**

**1.1 Поняття біологічного віку та методи його визначення**

Поняття біологічного віку починає свій відлік, коли геронтологи усвідомили, що процес старіння є нерівномірним. Один із ключових законів геронтології стверджує: "Усі старіють, але кожен орган і система в організмі – з різною швидкістю". Тому, навіть при однаковому календарному віці, ступінь старіння організму в цілому, а також окремих органів і систем, може істотно відрізнятися у різних людей. [5].

Старіння варто вважати складним біологічним процесом, що супроводжується поступовим зниженням фізичних, когнітивних і репродуктивних функцій, що, в свою чергу, призводить до втрати працездатності, підвищення ризику захворювань і, в кінцевому підсумку, до смерті.

Наразі світова спільнота стикається зі зростанням тривалості життя та старінням населення, що підкреслює важливість кращого розуміння механізмів старіння та поліпшення якості життя літніх людей. [6].

Хронологічний вік (ХВ) є традиційним показником старіння, проте він не завжди корелює з фактичним станом здоров'я через індивідуальні відмінності в генетичних факторах, способі життя та навколишньому середовищі. Наприклад, люди з однаковим ХВ можуть суттєво відрізнятися за фізіологічними показниками, і деякі 50-річні особи можуть мати стан здоров'я, характерний для 60-річних, або навпаки. Таким чином, ХВ не є найкращим індикатором старіння. [6].

З огляду на відсутність універсального показника старіння, науковці розробили різні статистичні моделі, що базуються на когнітивному віці, віці фізичної підготовленості, біологічному віці (БВ), уявному віці, індексі працездатності та індексі слабкості. Ці моделі поєднують фізичні, фізіологічні або біохімічні параметри, використовуючи математичні підходи. Серед них найбільш поширеним є біологічний вік, який застосовується для оцінки старіння на індивідуальному рівні. БВ дозволяє визначити ступінь накопичених пошкоджень в організмі, а його поздовжній аналіз дає змогу відстежувати динаміку цих змін з плином часу. [7].

Біологічний вік демонструє рівень структурного та функціонального зносу того чи іншого елементу організму індивіда, їх групи та в цілому організму загалом. БВ фіксується в одиницях часу за рахунок співвідношення величин індивідуальних біомаркерів у порівнянні з еталонними середньопопуляційними та залежность цих щодо відповідних календарних біомаркерів за віком. [6].

Біологічний вік є пластичним і його величина може коливатись, залежно від таких факторів, як медикаментозне лікування, зміна середовища проживання, епігенетичних факторів, хвороб тощо. [2].

Біологічний вік (БВ) широко використовується як модель для оцінки ступеня старіння, оскільки він надає більш точне уявлення про стан організму порівняно з хронологічним віком (ХВ). На визначення біологічного віку впливають обрані біомаркери старіння, стандарти їх оцінки, а також статистичні методи, що використовуються для його розрахунку. Таким чином, біологічний вік відображає індивідуальні зміни в організмі, які не завжди співвідносяться з кількістю прожитих років. [3]

Біологічний вік значною мірою залежить не лише від генетичних факторів, але й від умов життя та зовнішнього середовища. Тому в зрілому віці люди з однаковим хронологічним віком можуть мати помітно різний фізіологічний стан. Особи, які поєднують здоровий спосіб життя із сприятливою спадковістю, часто виглядають і почуваються молодшими, оскільки підтримують життєві ресурси на високому рівні, у них відсутні значні ризики для здоров'я. [5].

В якості біомаркерів для оцінки старіння найчастіше використовуються стандартні клінічні тести, такі як вимірювання віку, статі, артеріального тиску, частоти дихання, пульсу та частоти серцевих скорочень, а також загальні аналізи крові, біохімія крові, аналізи сечі, оцінка функції легень та рівня ендокринних гормонів і запальних маркерів. Для оцінки окремих органів часто використовується кілька параметрів, і, як правило, обирається найбільш точний. Наприклад, показники функції нирок включають азот сечовини, креатинін та цистатин C, причому останній є більш чутливим показником клубочкової фільтрації, ніж креатинін.

Морфологічні зміни, такі як окружність талії (ОТ), співвідношення талії до стегон (СТС), а також індекс маси тіла (ІМТ), використовуються для оцінки біологічного віку.

З віком зазвичай збільшується кількість жирової тканини, що може свідчити про метаболічні зміни, тому визначення жирової маси логічно відноситься до тестів з комплексної оцінки стану організму з метою визначення біологічного віку.

Шкіра (еластичність, товщина, стан), зір (його гострота та ясність), слух (можливі погіршення) є важливими біомаркерами оцінки темпу старіння.

Широко застосовуються когнітивні тести, що оцінюють функцію мозку, такі як тест на слідкування, тест на цифрові символи та міні-експертиза психічного стану.

Важливу роль також відіграють методи візуалізації, зокрема ультразвукове дослідження серця та сонної артерії, що є ефективними біомаркерами старіння. [8]

Фізичні показники, такі як сила хвата, гнучкість і вертикальний стрибок (проба Абалакова), баланс (стійка на одній нозі з заплющеними очима – проба Бондаревського), швидкість відновлення нормального дихання, моніторинг працездатності серця за методикою проби Руф’є, не лише використовуються для оцінки біологічного віку, але й для визначення віку фізичної підготовленості.

**Метод Войтенка**

Метод Войтенка В.П. – один із давно відомих методів оцінки біологічного віку та темпу старіння організму. [9] Згідно цього методу використовуються різні формули обчислення біологічного віку для жінок та чоловіків:

БВ (чоловіки): 26,985 + 0,215 ×АТС – 0,149 × ЗДВ + 0,723 × СОЗ – 0,151 × СБ

БВ (жінки): -1,463 + 0,415 ×АПТ – 0,248 × МТ + 0,694 × СОЗ – 0,14 × СБ.

АТС – артеріальний тиск систолічний, мм рт. ст.;

АПТ – артеріальний пульсовий тиск, мм рт. ст.;

ЗДВ – значення затримки дихання після вдиху, с;

СБ – статичне балансування на правій нозі, с;

МТ – маса тіла, кг;

СОЗ – суб’єктивна оцінка здоров’я. Виконується за допомогою нарахування балів відповідно до запитань в анкеті.

Анкета для суб’єктивної оцінки здоров’я включає такі питання, що стосуються різних аспектів фізичного та емоційного стану: наявність головного болю, порушення сну, проблеми із зором чи слухом, біль у суглобах, попереку та серці, реакція на зміну погоди, концентрація уваги, стан пам'яті, тощо.

Аналізуючи результати клінічних тестів та суб’єктивної оцінки здоров’я за методикою Войтенко, отримуємо величину біологічного віку. Для оцінки темпу старіння осіб важливим є співвідношення БВ та належного біологічного віку популяційного референсу (НБВ).

НБВ чол. = 0,863 х КВ + 6,85

НБВ жін. = 0,706 х КВ + 12,1

КВ – календарний вік.

Згідно відхилення між БВ та НБВ пропонується виділити 5 темпів старіння: від різко уповільненого до різко прискореного. [10]

**Метод біоімпедансу**

Це один із сучасних та швидких підходів для визначення біологічного віку, що базується на аналізі складу тіла через вимірювання електричного опору тканин. Цей метод дозволяє оцінити кількісні показники жирової, м’язової маси, водного балансу та базового метаболізму.

Метод базується на тому, що різні типи тканин (м’язова, жирова, кісткова) мають різну провідність електричного струму. М'язова тканина, яка має високий вміст води та електролітів, краще проводить струм, тоді як жирова тканина має значно нижчу електропровідність. Під час проведення біоімпедансного аналізу через тіло пропускається слабкий змінний струм, і за допомогою вимірювання опору (імпедансу) визначається склад тіла. [11].

З віком у людей відбуваються характерні зміни в складі тіла, зокрема, збільшується кількість жирової тканини, зменшується м’язова маса, і знижується рівень води в організмі. Особи другого зрілого віку мають без жирову масу тіла на 10.5% менше, ніж в юності. [13]. Це пов’язано з тим, що збільшення жирової тканини в організмі веде до пропорційного зниження худої маси.

Ці зміни є маркерами старіння, які можуть бути точно виміряні за допомогою біоімпедансного аналізу.

Однією з основних переваг методу є його швидкість, безпека та неінвазивність. Він може використовуватися як в клінічних умовах, так і в домашніх, завдяки портативним пристроям. Однак, точність результатів може бути чутливою до рівня гідратації організму на момент вимірювання, якості та справності вимірювального приладу. Також цей метод не рекомендується використовувати вагітним, дітям та людям з кардіостимуляторами через ризик медичних ускладнень та недостовірності результатів.

**Фітнес-трекери як інструмент оцінки біологічного віку**

Новітній підхід до визначення біологічного віку включає використання фітнес-трекерів – портативних пристроїв, які відстежують різноманітні фізіологічні параметри.

Фітнес-трекери представляють собою це компактні гаджети, оснащені сенсорами для вимірювання низки показників, таких як частота серцевих скорочень (ЧСС), рівень фізичної активності, якість сну, споживання калорій та навіть варіабельність серцевого ритму. Багато з них також можуть визначати рівень кисню в крові та інші ключові біомаркери. Використання таких показників дозволяє відстежувати стан серцево-судинної системи, рівень стресу та загальну фізичну форму, що є важливими маркерами для оцінки біологічного віку.

Деякі сучасні фітнес-трекери та мобільні додатки інтегрують алгоритми для обчислення біологічного віку на основі даних, зібраних пристроєм. [14] Наприклад, Garmin, Fitbit, та Whoop використовують комплексну оцінку фізичних показників у реальному часі для розрахунку так званого "фітнес-віку", який можна вважати наближеною оцінкою біологічного віку.

Наприклад, знижений рівень ЧСС у стані спокою свідчить про покращену роботу серця і більш молодий біологічний вік. [15] А менш висока варіабельність серцевого ритму вважається ознакою вищого біологічного віку. Кількість кроків, витрачена енергія та рівень інтенсивності фізичних навантажень також допомагають аналізувати фізіологічне здоров’я та ефективність роботи систем організму.

Переваги використання фітнес-трекерів для оцінки біологічного віку:

* Безперервний моніторинг: на відміну від медичних оглядів, фітнес-трекери надають можливість постійного збору даних, що дозволяє краще зрозуміти динаміку фізіологічних змін.
* Доступність: ці пристрої є порівняно недорогими і доступними для широкого загалу, що робить моніторинг здоров'я більш поширеним і персоналізованим.
* Мотивація до покращення здоров'я: регулярний аналіз біомаркерів за допомогою трекерів стимулює користувачів до ведення здорового способу життя та підвищення фізичної активності. [16]

Однак існують і певні обмеження:

* Точність даних: фітнес-трекери можуть показувати відхилення від точних медичних вимірювань. Наприклад, дані про ЧСС або рівень кисню в крові можуть бути менш точними у порівнянні з медичними приладами.
* Індивідуальні особливості: Алгоритми оцінки біологічного віку можуть не враховувати специфічні індивідуальні особливості користувача, такі як генетична схильність або наявність хронічних захворювань.
* Обмежений спектр біомаркерів: Хоча фітнес-трекери можуть відстежувати багато фізіологічних параметрів, вони не здатні аналізувати такі показники, як епігенетичні зміни, лабораторні аналізи тощо.

Варто зауважити, що фітнес-трекери є лише початковим етапом у розвитку технологій, що дозволяють оцінювати біологічний вік. Майбутні версії цих пристроїв, ймовірно, матимуть більше сенсорів та інтеграцій з медичними системами, що забезпечить більш точний аналіз. Розвиток штучного інтелекту та великих даних дозволить поліпшити алгоритми оцінки, роблячи їх більш персоналізованими.

**Онлайн ресурси для обчислення біологічного віку**

На сьогоднішній день існують різноманітні онлайн-ресурси, які допомагають користувачам обчислити свій біологічний вік на основі різних біометричних даних.

Більшість онлайн-ресурсів для оцінки біологічного віку використовують сукупність фізичних показників, самооцінку стану здоров’я, відомості про спосіб життя та шкідливі звички тощо. Деякі ресурси також включають клінічні дані осіб.

Користувачам пропонується пройти онлайн-тестування, яке найчастіше включає такі пункти:

* Індекс маси тіла (ІМТ)
* Показники артеріального тиску
* Серцевий ритм у спокої
* Рівень цукру та холестерину в крові
* Рівень фізичної активності
* Дані про звички (паління, споживання алкоголю)
* Якість сну

На основі цих показників розроблені алгоритми обчислення біологічного віку. Вони використовують статистичні моделі для порівняння індивідуальних показників зі стандартними значеннями для різних вікових груп.

Calculator Online. Простий у використанні онлайн-калькулятор віку, що базується на широкому спектрі даних: фізичних показниках, впливі спадкових факторів, звичках способу життя, обтяжуючих захворюваннях (діабет, серцево-судинні захворювання, проблемах у роботі шлунково-кишкового тракту), результати клінічних тестів (рівень холестерину та артеріального тиску) навіть включає питання щодо жіночого здоров’я. [17]

Bioagecalculator.agelessrx дозволяє завантажувати медичні аналізи крові, а на основі отриманих даних оцінює біологічний вік. Система використовує дані про рівень глюкози, маркери здоров’я печінки (альбумін, лужна фосфатаза), нирок (креатенін), запалення, інфекції (С-реактивний білок, лімфоцити, лейкоцити) та інші показники. [18]

National Health Service (державна система охорони здоров'я у Великій Британії) пропонує окремий онлайн-калькулятор для оцінки «віку серця» – Calculate Your Heart Age, визначення якого є важливою складовою аналізу біологічного віку індивідів.

Вік серця обчислюється на основі різних факторів ризику, таких як артеріальний тиск, рівень холестерину, індекс маси тіла (ІМТ), наявність шкідливих звичок (наприклад, куріння), історія захворювань, а також генетична схильність. Він допомагає користувачам оцінити їх серцево-судинний ризик та порівняти фактичний вік з «віком серця».

Окрім величини «віку серця», користувач отримує рекомендації щодо покращення стану серцево-судинної системи: зміна способу життя, зниження ваги, контроль холестерину, зменшення артеріального тиску тощо. [19]

Онлайн-ресурси для обчислення біологічного віку надають зручний інструмент для моніторингу стану свого організму і здоров'я. Хоча такі сервіси мають певні обмеження, вони стимулюють інтерес до власного здоров'я та можуть бути ефективними засобами для первинної оцінки процесу старіння.

Таким чином,поняття біологічного віку є важливим аспектом дослідження процесу старіння, що дозволяє оцінити стан організму з позицій його функціональних можливостей, а не лише хронологічного віку. На відміну від хронологічного віку, біологічний вік відображає індивідуальні особливості організму, його здатність адаптуватися до зовнішніх факторів та загальний рівень здоров'я. Це робить його більш точним індикатором ризику розвитку вікових захворювань і станів, а також прогнозування тривалості життя.

Методи визначення біологічного віку базуються на широкому спектрі фізіологічних, біохімічних і молекулярно-генетичних показників. Серед основних підходів можна виділити:

* Фізіологічні методи, які включають оцінку функціональних можливостей систем організму (серцево-судинної, дихальної тощо) та тестування фізичних параметрів (гнучкість, сила, витривалість).
* Біохімічні маркери старіння, що дозволяють оцінити зміни на клітинному рівні, включаючи рівні запальних маркерів, ліпідний профіль, глікацію тощо.
* Молекулярно-генетичні методи, такі як аналіз довжини теломер, епігенетичні зміни та інші біомаркери (аналіз на метаболіти, глікований гемоглобін), що відображають стан генетичної системи та швидкість її старіння.
* Сучасні методи неінвазивні методи: біоімпеданс, фітнес-трекери та онлайн-калькулятори.

Всі ці методи мають свої переваги та обмеження. Фізіологічні тести є простими у виконанні, але менш точними, оскільки вони залежать від короткострокових факторів, таких як стрес чи стан здоров'я на момент тестування. Біохімічні та генетичні методи є більш специфічними, однак вимагають складних і дорогих лабораторних досліджень. Сучасні неінвазивні методи є зручними та простими у застосуванні, проте мають відхилення у точності даних, використовують обмежену кількість біомаркерів.

Таким чином, визначення біологічного віку є комплексним процесом, що потребує інтеграції кількох підходів. Використання біологічного віку як індикатора здоров'я дозволяє підвищити ефективність профілактичних заходів і корекції вікових змін, орієнтуючись на індивідуальні особливості кожної людини.

**1.2 Ресвератрол: біологічна роль, механізми дії на організм та вплив на процеси старіння**

Ресвератрол – це відомий в наукових колах нефлавоноїдний поліфенол. Він слугує захисним механізмом рослин та виробляється ними у разі механічних пошкоджень, УФ-випромінюваннь, стресових станів, атаки бактерій чи грибів. Він зустрічається в багатьох рослинах, зокрема в родинах соснових, шовковичних, лілійних та виноградних.

Ресвератрол накопичується в різних частинах рослин, таких як шкірка, насіння, листя, стебла, коріння. Його основними харчовими джерелами є ягоди, зокрема виноград, і продукти з нього (соки та вина), арахіс. [20]

Вперше ресвератрол було виділено з рослини білого морозника ще у 1939 році японським вченим Мічіо Такаока. Однак популярність цієї речовини зросла лише в 1991 році після показу дослідження «Французький парадокс» в американському телешоу «60 Minutes». Вчені виявили, що споживання червоного вина, багатого на ресвератрол, пов'язане з низькою поширеністю ішемічної хвороби серця у французів. Це пояснювалося здатністю вина пригнічувати перекисне окислення ліпідів, що викликало значний інтерес до ресвератролу та широке висвітлення у засобах масової інформації. [21].

Ресвератрол (3,5,4′-транс-тригідроксистильбен) – це біоактивна сполука з родини стильбенів, яку здебільшого містить шкірка червоного винограду та червоне вино. Кількість ресвератролу залежить від виду рослин та умов їх вирощування.

Ресвератрол – це молекула, що складається з двох ароматичних кілець, з'єднаних етиленовим містком. Структура включає три гідроксильні групи: дві на кільці A (позиції C3 і C5) і одну на кільці B (позиція C4′). Через етиленовий фрагмент існують два ізомери — цис і транс. У природі переважає транс-ізомер, який пов'язаний з більшістю корисних для здоров'я властивостей. [20].

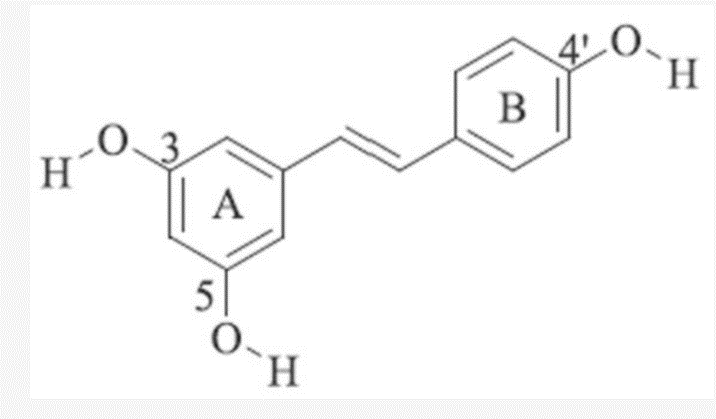


Рисунок 1.1 – Молекулярна будова ресвератролу

Молекулярна структура ресвератролу (рис. 1.1) відкриває шлях до можливостей модифікації його будови з метою підвищення біодоступності цього фітоалексину та його теапевтичної ефективності. Дослідження демонструють, що зміни у гідроксильних групах, бензольних кільцях і подвійних зв’язках можуть покращити стабільність і біоактивність ресвератролу, що призводить до утворення нових похідних. Особливо виділяються метоксиловані, гідроксильовані та галогеновані похідні, які мають значний терапевтичний потенціал. [20].

Приблизно 75% ресвератролу абсорбується при пероральному введенні в організм людини. Однак через процеси глюкуронізації та сульфатування в кишечнику і печінці біодоступність ресвератролу залишається меншою ніж 1%. Це створює певні складнощі і потребує подальше дослідження щодо форм молекулярної будови та правильний підбір ефективного дозування. Адже саме пероральне застосовування ресвератролу вважається найрозповсюдженіше [21].

Варто зауважити, що згідно з науковими джерелами, кон’юговані метаболіти, такі як глюкуроніди та сульфати ресвератролу, також демонструють біологічну активність. Дослідження на мишах показали, що концентрація некон'югованого ресвератролу в тканинах серця була приблизно в 30 разів вищою, ніж у плазмі через 30 хвилин після введення. А концентрація кон’югованих метаболітів – майже в 10 разів вищою відповідно. Отже, може йти мова про синергетичну дію кон’югованих і некон’югованих форм ресвератролу.

Вд 4 до 8 годин – зазвичай такий період напіввиведення ресвератролу з плазми крові у людини, незалежно від дози. [22]

Ресвератрол має широкий спектр біологічних властивостей, включаючи антиоксидантні, протизапальні, протипухлинні, антимікробні, нейропротекторні та естрогеноподібні ефекти [25]. Перші дослідження імуномодулюючого потенціалу ресвератролу з’явилися близько 25 років тому, коли було встановлено, що він пригнічує проліферацію клітин селезінки, яку стимулюють білок конканавалін, цитокін інтерлейкін-2. Крім того, ресвератрол значно знижував продукцію прозапальних цитокінів лімфоцитами, а також зменшував вироблення фактора некрозу пухлин. Ресвератрол діє на різноманітні молекулярні мішені, що дозволяє йому регулювати як вроджений, так і адаптивний імунітет [26]. Цей ефект частково обумовлений його здатністю нейтралізувати активні форми кисню, які утворюються в клітинах як побічний продукт нормального метаболізму або під впливом стресових факторів і активувати різні протизапальні шляхи.

Однак його дія іноді має суперечливий характер, оскільки виявлено, що він впливає на імунну систему залежно від концентрації: низькі дози підсилюють імунну відповідь, тоді як високі – пригнічують активність імунної системи [26].

У численних клінічних і доклінічних дослідженнях використовувався широкий спектр доз ресвератрола, проте точна межа токсичності досі не встановлена. Найбільш поширеними побічними ефектами були проблеми з травною системою. При прийомі ресвератролу у дозуванні від 2,5 г на добу можуть спостерігатися: блювання, діарея та легкі порушення функції печінки [27]. Дослідження виявили, що прийом високих доз (3 г/кг/день) пероральних добавок ресвератрола протягом місяця викликав підвищення рівня креатиніну в сироватці та токсичний вплив на нирки щурів [28].

Клінічне дослідженні виявило, що здорові люди добре переносили 2 г ресвератрола, прийнятих двічі на день, проте у шести з восьми суб'єктів спостерігалася діарея [29].

Дані наукової літератури свідчать, що ресвератрол може мати захисний потенціал проти різних хронічних захворювань:

* Серцево-судинні
* Рак
* Діабет
* Ожиріння
* Хвороба Альцгеймера
* Допомагає сповільнювати старіння.

Результати численних досліджень in vivo та in vitro підтвердили, що ресвератрол володіє значним протизапальним потенціалом [23]. Основний механізм його дії полягає у зниженні синтезу прозапальних цитокінів, таких як TNF-альфа (фактор некрозу пухлин), IL-1β і IL-6 (інтерлейкіни). [24]

Цитокіни – це білкові молекули, які беруть участь у регулюванні імунних і запальних процесів. Вони виконують роль сигнальних сполук, що забезпечують комунікацію між клітинами, впливаючи на їхній ріст, диференціацію та активацію. Залежно від конкретних умов, цитокіни можуть мати як про-, так і протизапальні властивості. До основних типів цитокінів належать інтерлейкіни, фактор некрозу пухлини, інтерферони (IFN) та хемокіни, які відіграють важливу роль у регуляції імунної відповіді й підтримці гомеостазу організму.

Ресвератрол має позитивний вплив на запальні процеси, впливаючи не лише на виробництво цитокінів, а й активуючи протизапальні ферменти, такі як гемоксигеназа-1 (HO-1), яка виробляється макрофагами. Дослідження показали, що ресвератрол може стимулювати експресію HO-1, гальмуючи при цьому виробництво прозапальних цитокінів, таких як TNF-α та IL-1β. HO-1 активується в умовах окислювального або нітрозативного стресу і забезпечує негативний зворотний зв'язок для активації лейкоцитів, що суттєво знижує запальні процеси, включаючи їх адгезію, міграцію та продукцію прозапальних цитокінів. Додатково, HO-1 виконує роль обмежувача швидкості в розкладанні гемоглобіну, перетворюючи його на монооксид вуглецю, вільне залізо та білівердин, який швидко метаболізується до білірубіну. RES також здатний зменшувати хронічне запалення судин, яке сприяє розвитку атеросклеротичних бляшок. [30]

Ресвератрол демонструє антиапоптозну та кардіопротекторну активність завдяки своїй здатності до антиоксидантної дії, яка знижує окислювальний стрес, що, в свою чергу, зменшує апоптоз та загибель клітин. Цей фітоалексин також може активувати компоненти ендогенної антиоксидантної системи, такі як глутатіон, супероксиддисмутазу та каталазу. Крім того, він позитивно впливає на численні сигнальні шляхи, що мають важливе значення у процесах ішемії, запалення та апоптозу. [31, 32]

Ресвератрол запобігає запальним реакціям, що виникають внаслідок ішемії та впливу окислювачів. Крім того, він демонструє здатність впливати на різні клітинні процеси, включно з регуляцією передачі сигналів, апоптозом, ферментативними шляхами та експресією генів.

Дослідження показали, що ресвератрол сприяє зниженню запальних медіаторів. Це забезпечує біологічне обґрунтування позитивного впливу помірного споживання червоного вина на захист від ішемічної хвороби серця. Антиоксидантні властивості ресвератролу у червоному вині також демонструють захист еритроцитів від окисного пошкодження. Антиоксидантні, антиапоптотичні та протизапальні дії ресвератролу пов’язують з його кардіопротекторними ефектами. [23]

Дослідження in vitro свідчать про те, що ресвератрол захищає кардіоміоцити від апоптозу шляхом активації сіртуїнів. Сіртуїни, будучи гістондеацетилазами, грають важливу роль у клітинному гомеостазі, виживанні клітин та запальних процесах, а також у регуляції антиоксидантних механізмів. [32]

Ресвератрол демонструє захисний ефект щодо пошкоджень судин, а також, як показали дослідження, сприяє зниженню рівня холестерину і перешкоджає утворенню тромбів.

Багато науковців дійшли висновку, що ресвератрол є важливою біологічно активною добавкою, здатною запобігати серцевим захворюванням у людей із групи ризику та допомагати в лікуванні пацієнтів із прогресуючими серцево-судинними патологіями. [33]

Ресвератрол також сприяє підвищенню активності ендогенних антиоксидантів та певних ферментів у м'язових клітинах аорти, що забезпечує захист від окислювального та електрофільного стресу. Дослідження вивчали вплив RVT на тромбоцити, зокрема зниження окислювального стресу та інгібування утворення супероксиду, виробництва АФК і перекисного окислення ліпідів. RVT також знижує рівень АФК, пригнічує запальні шляхи та сприяє синтезу оксиду азоту. Він діє як антиоксидант, поглинає активні форми кисню та зменшує перекисне окислення ліпідів, виконуючи таким чином захисну функцію.

Не дивлячись на те, що ресвератрол має низьку біодоступність, навіть при пероральному прийомі він демонструє позитивні ефекти, що вказує на можливу локальну дію в кишечнику, яка викликає системні реакції. Однією з таких гіпотез є те, що цей флавоноїд може впливати на ендоканабіноїдну систему кишечника, яка складається з ендогенних лігандів, рецепторів і ферментів, що функціонують в різних органах, включаючи серце, печінку, підшлункову залозу, шкіру, репродуктивні органи та нервову систему. Ендоканабіноїди залучені до розвитку численних захворювань, таких як діабет, гіпертонія, безпліддя, захворювання печінки, порушення апетиту, запальні захворювання кишечника та блювота. [34]

Вживання висококалорійної їжі з великим вмістом жирів і цукру підвищує рівень ендоканабіноїдів у кишечнику та крові, а блокування цих сполук зменшує переїдання у тварин. Ендоканабіноїди також взаємодіють з іншими системами організму, такими як стероїдні гормони у репродуктивній системі або міокіни в м’язах.

Ендоканабіноїди відіграють важливу роль у регуляції апетиту та споживання їжі через сигнали, що йдуть від кишечника, і можуть сприяти розвитку ожиріння та метаболічного синдрому. При діабеті 2 типу підвищена активність ендоканабіноїдів та їх рецепторів у макрофагах сприяє втраті бета-клітин підшлункової залози. [34]

Припускається, що навіть незначна кількість ресвератролу та його метаболітів, яка абсорбується у кишечнику, може взаємодіяти з ендоканабіноїдними рецепторами, а також з рецепторами, що відповідають за світло, запах і смак, які знаходяться в кишечнику та інших тканинах, викликаючи їх активацію. Це припущення потребує подальшого підтвердження у майбутніх дослідженнях.

Протизапальні властивості ресвератролу ефективно знижують запалення в організмі, зокрема в мозку. Нейрозапалення, або запалення в нервовій системі, є одним із факторів, що сприяє розвитку таких захворювань, як хвороба Альцгеймера, деменція та розсіяний склероз.

В одному дослідженні вивчали вплив ресвератролу на пацієнтів із хворобою Альцгеймера протягом 52 тижнів. Одна група отримувала плацебо, інша – ресвератрол. У групі, яка отримувала плацебо, неврологічні біомаркери продовжували погіршуватися, тоді як у групі, що приймала ресвератрол щодня, спостерігалася стабілізація цих біомаркерів. [35]

Огляд дослідження вказує на те, що різні речовини, включаючи поживні елементи, можуть бути ефективними на ранніх етапах хвороби Альцгеймера, оскільки вони підтримують функцію мозку та уповільнюють її прогресування. Однією з таких речовин є ресвератрол. [36]

Ресвератрол може брати участь в антиамілоїдогенних механізмах, що свідчить про терапевтичний потенціал як природних, так і синтетичних аналогів. Крім того, ресвератрол може впливати на хворобу Альцгеймера завдяки своїй антиоксидантній активності, активації сиртуїнів та протизапальним властивостям, а також здатності регулювати білки, які відіграють важливу роль у розвитку захворювання. Вважається, що ресвератрол сприяє нейрогенезу та зменшує окислювальний стрес у мозку. Варто зазначити, що не всі дослідження показують обнадійливі результати щодо ефективності ресвератролу в контексті хвороби Альцгеймера. Однак ресвератрол є перспективним терапевтичним засобом для подальших дослідів в області лікування та профілактики хвороби Альцгеймера. [37]

Також ресвератрол вивчається з точки зору профілактики та терапії порушень обмінних процесів, таких як ожиріння. Дослідження на тваринах свідчать, що високі дози ресвератролу (близько 400 мг/кг) можуть зменшити набір ваги у гризунів. Це зменшення ваги пояснюється зменшенням вісцерального жиру та розміром адипоцитів в епідидимальній жировій тканині. [38]

Вплив ресвератролу на масу тіла не можна пояснити зниженням споживання їжі, оскільки тварини, які отримували ресвератрол, споживали таку ж кількість калорій, як і контрольні групи. Дослідження енергетичних витрат мишей показали, що ресвератрол збільшує базові витрати енергії, хоча при цьому знижується рухова активність, що вказує на його стимулюючий ефект на енергетичні витрати. [39]

Схожі результати отримано у дослідженні на сірих мишачих лемурах, де протягом чотирьох тижнів тварини отримували дозу близько 200 мг/кг ресвератролу. Це призвело до 29% збільшення витрат енергії в спокої та зменшення набору ваги, при цьому лемури зменшили споживання їжі. Загалом, дані свідчать, що ресвератрол може стимулювати енергетичні витрати і запобігати набору ваги, викликаного дієтою з високим вмістом жирів. [40]

Цікавим у цього контексті є дослідження механізму дії ресвератролу на енергетичні витрати, де вивчається термогенез у бурій жировій тканині. У мишей, які отримували ресвератрол, спостерігалося збільшення розмірів мітохондрій та підвищення вмісту мітохондріальної ДНК в бурих жирових клітинах. Це супроводжувалося збільшенням експресії гена SIRT1, зниженням ацетилювання PGC-1α та покращенням його активності. Ці результати свідчать про можливий вплив ресвератролу на метаболізм та диференціацію коричневих адипоцитів, що може призвести до підвищення енергетичних витрат і, в кінцевому рахунку, до втрати ваги. Однак наразі невідомо, чи ці ефекти спостерігаються також у людей. [41]

Ожиріння є важливим фактором, що сприяє розвитку резистентності до інсуліну та цукрового діабету 2 типу. Поліпшення окислювальної здатності м'язів може допомогти протидіяти інсулінорезистентності, що виникає через ожиріння. Дослідження на гризунах показали, що ресвератрол може позитивно впливати на гомеостаз глюкози у тварин з ожирінням, діабетом і метаболічною дисфункцією. У цих експериментах використовували дози ресвератролу від 2,5 до 400 мг/кг, а тривалість експозиції варіювала від 2 тижнів до 16 місяців. [42]

Наприклад, в одному дослідженні мишам на дієті з високим вмістом жирів давали ресвератрол (400 мг/кг) протягом 15 тижнів. У тварин, які отримували ресвератрол, було помічено значне зниження рівня інсуліну натщесерце в порівнянні з контролем, хоча рівень глюкози залишався незмінним. Чутливість до інсуліну оцінювали за допомогою гіперінсулінемічної евглікемічної техніки, і виявилося, що група, яка отримувала ресвератрол, мала покращену чутливість до інсуліну. [43]

В експерименті з мишачими лемурами, яких годували стандартною дієтою з ресвератролом (200 мг/кг), було зафіксовано покращення толерантності до глюкози після 33 місяців прийому добавки, без змін у базальній секреції інсуліну. Це свідчить про потенційні протидіабетичні властивості ресвератролу. [44]

Загалом, більшість досліджень на гризунах показують зниження рівня глюкози в плазмі, зменшення інсуліну або покращення чутливості до інсуліну при введенні ресвератролу. Клінічні випробування на пацієнтах із цукровим діабетом 2 типу також підтверджують його протидіабетичний ефект, хоча дослідження серед людей без діабету є менш однозначними. Тому важливо проводити більше досліджень на пацієнтах із цукровим діабетом 2 типу, щоб визначити вплив ресвератролу на чутливість до інсуліну. [45]

Супутнє неалкогольне ожиріння печінки у людей з порушенням метаболічного синдрому є актуальним питанням для досліджень в науковій сфері.

Ресвератрол може допомогти зменшити накопичення жиру в печінці через активацію ферменту AMP-активованої протеїнкінази та білку SIRT1. При дефіциті SIRT1 у печінці порушується сигналізація транскрипційного фактора PPARα, що призводить до зниження β-окислення жирів. [46]

Згідно наукового дослідження добавки ресвератролу (22,4 мг/кг) у мишей на висококалорійній дієті протягом 6 місяців запобігали збільшенню ваги та розміру печінки, в той час як гістологічні аналізи підтвердили зменшення накопичення ліпідів. Миші, які отримували ресвератрол, також мали більшу кількість мітохондрій, що свідчить про позитивний вплив на метаболізм. [47]

Подібні результати були отримані в дослідженнях на щурах, де ресвератрол поліпшував метаболічні показники та зменшував накопичення жиру в печінці. В окремих експериментах з використанням низьких доз ресвератролу спостерігалося зниження ацетилювання транскрипційного коактиватора PGC-1α, що вказує на покращену активність. [48]

Клінічні дослідження на людях поки що мають неоднозначні результати. У одному з досліджень 10 пацієнтів із неалкогольним ожирінням печінки отримували 3000 мг ресвератролу на день протягом восьми тижнів, але покращення не спостерігалося. Інше дослідження з 150 мг ресвератролу на день показало зменшення жиру в печінці у здорових чоловіків із ожирінням, тоді як інші дослідження не виявили значного впливу. [49] Тому необхідні подальші тестування та аналіз отриманих результатів.

Низка досліджень підтверджують значимість ресвератролу в уповільнені процесів старіння за рахунок здатності знижувати рівень окислювального стресу, інгібувати запальні реакції, покращувати роботу мітохондрій та модулювати апоптозні процеси [50, 51]. Зростає також інтерес до взаємодії ресвератролу та кишкової мікробіоти на підтримку здоров'я [52]. Накопичені дані свідчать, що ресвератрол може продовжувати тривалість життя. Наприклад, метааналіз, який охоплює 19 досліджень на шести видах організмів (дріжджі, нематоди, миші, плодові мушки та ін.), демонструє його здатність виступати як агент, що продовжує життя [53]. Завдяки процесу аутофагії пошкоджені мітохондрії та ендоплазматичний ретикулум клітин разом з білками очищаються, що сприяє тривалості життя та антистарінню [54, 55]. В одному з досліджень було зазначено, що ресвератрол індукує аутофагію в клітинах людини in vitro та in vivo, що призвело до подовження тривалості життя цих організмів [56]. Інше дослідження порівняло вплив тимолу та ресвератролу на тривалість життя медоносних бджіл і виявило, що ресвератрол продовжував їх життя на 25 днів у порівнянні з контрольною групою [57].

Інше дослідження на дрозофілах показало, що ресвератрол, залежно від дози, продовжував життя самців за рахунок зниження рівня активних форм кисню і нейропротекції без негативного впливу на репродукцію [58].

Ще один науковий експеримент продемонстрував здатність ресвератролу продовжити життя дрозофілів на 50%, покращуючи вікові показники, такі як опорно-рухові функції, масу тіла, стан зору та нейродегенерацію [59].

Ресвератрол подовжував життя та покращував когнітивну й рухову активність річкової риби без впливу на розміри тіла. Крім того, спостерігалося зменшення гістологічних маркерів старіння, таких як активність β-галактозидази та накопичення ліпофусцину [60].

Дослідження на мишах з порушенням гену HtrA2, які зазвичай гинуть через нервово-м'язові порушення на 28-й день після народження, показали, що ресвератрол збільшився їхню середню тривалість життя на 10 днів [61].

У ході скринінгу ресвератролу in vitro, його ідентифікували як найбільш ефективний індуктор активності деацетилазу серед інших поліфенолів [62]. Він активує аденозинмонофосфат‑активовану протеїнкіназу (AMPK), що є ключовим регулятором енергетичного метаболізму та старіння, як за участі SIRT, так і без нього. Варто зазначити, що ресвератрол активує AMPK в клітинних культурах без прямої взаємодії з білком AMPK [63]. Дослідження на тваринах, зокрема на гризунах, показують, що ресвератрол ефективно бореться з ожирінням та діабетом 2 типу, покращуючи метаболізм глюкози, знижуючи рівень ліпідів та підвищуючи загальну метаболічну ефективність [64]. Наприклад, у мишей ресвератрол індукує фосфорилювання, що забезпечує активність AMPK, а також знижує синтез ферментів, які беруть участь у ліпогенезі, і стимулює транспортування глюкози шляхом транслокації транспортера глюкози 4 типу, що в підсумку покращує чутливість до інсуліну [65]. Таким чином, ресвератрол виступає потужним активатором SIRT1 і регулятором AMPK, сприяючи продовженню життя в модельних організмах.

Цікавою є оцінка вікових змін згідно з процесом старіння легень людини. Вікові зміни в легеневих тканинах є причиною ризику розвитку хронічних респіраторних захворювань, таких як хронічне обструктивне захворювання легень та емфіземи. [66] Вони проявляються збільшенням повітряних просторів у легенях і пошкодженням їх функцій. Аналогічні зміни спостерігаються у передчасно старіючих мишей з відсутньою активністю теломерази (terc−/−) та зниженням легеневих функцій. [67]

У цьому дослідженні перевірялось, чи здатен вдихуваний ресвератрол захистити молодих мишей від прискореного старіння легенів.

Мишам віком 2 місяці вводили ресвератрол в дозі 1 мг/кг інтратрахеально раз на місяць протягом 3 місяців. Функціональні показники легенів, структура тканини та пошкодження ДНК клітин були оцінені через місяць після останнього введення. [67]

У висновку зазначено, що інгаляційне застосування ресвератролу запобігає змінам у експресії генів, що регулюють виживання клітин в альвеолярних епітеліальних клітинах, які фактично асоціюються зі старінням. Це тісно пов'язано зі збереженням «молодої» структури та функціональності легенів. Отримані результати вказують на новий перспективний підхід до підтримки здоров’я легенової системи через збереження цілісності клітин, що може допомогти відстрочити або запобігти незворотним структурним і функціональним змінам у легенях, пов’язаних зі старінням. [68]

В іншому випробувані було встановлено, що ресвератрол зменшує вікові зміни запальних, окислювальних та апоптотичних маркерів у серці щурів. Зі старінням спостерігалося підвищення експресії двох основних запальних маркерів — INF-γ і TNF-α, а також окислювальних маркерів, таких як гемоксигеназа-1 і синтаза оксиду азоту. Додавання ресвератролу зменшувало рівень частин цих маркерів до значень, характерних для молодих особин. Крім того, вікові зміни апоптотичних маркерів у серці також значною мірою послаблювалися в результаті прийому ресвератролу. [69]

Отже, ресвератрол, як природний поліфенол і фітоалексин, має значний вплив на різноманітні біологічні процеси, пов'язані зі старінням і здоров'ям тварин та людей.

Його антиоксидантні, протизапальні та антиапоптичні властивості демонструють здатність зменшувати вікові зміни в органах і тканинах, включно з серцево-судинною та нервовою системами.

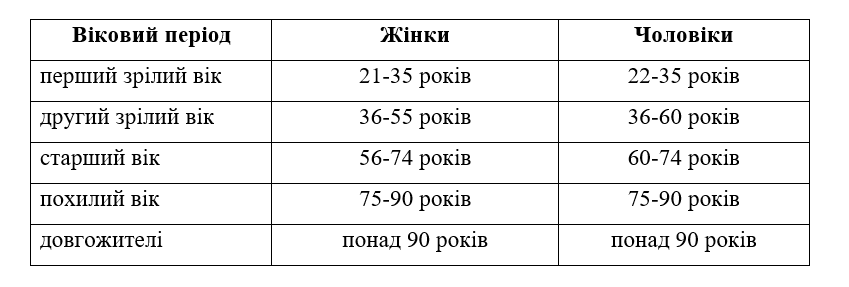
Ресвератрол активує кілька сигнальних шляхів, зокрема, шлях SIRT1 і AMPK, які займають ключову роль у зниженні клітинного окислювального стресу та підтримці метаболічного балансу. Крім того, ресвератрол впливає на експресію генів, що контролюють запальні й апоптичні процеси, забезпечуючи клітинний захист і підвищуючи виживаність клітин, особливо в умовах старіння. Підсумовуючи, ресвератрол виступає перспективним засобом для боротьби з віковими змінами і збереження функціональності організму, що відкриває можливості його використання в антивіковій терапії та в якості інструменту в комплексі заходів для підтримки здоров’я.

**1.3 Особливості другого періоду зрілого віку осіб, які займаються оздоровчим фітнесом**

Всесвітня організація охорони здоров'я виділяє п’ять вікових періодів життя дорослої людини: молодий вік (25 – 45 років), середній вік (46 – 65 років), похилий вік (66 – 75 років), старечий вік (75 – 90 років), довгожителі (після 90 років).

В наукових джерелах можна знайти дещо іншу класифікацію, з певними відмінностями в тривалості періоду для жінок та чоловіків (табл. 1.3.1).

Таблиця 1.3.1 – Класифікація вікових періодів дорослої людини



Кожен із цих вікових етапів супроводжується поступовими змінами в організмі. Біологічний розвиток в основному завершується до 18–20 років, що включає завершення формування скелета та сповільнення його росту, збільшення маси переважно за рахунок м’язів тіла. Соціально цей етап характеризується початком самостійного життя, професійної діяльності, сімейного життя та іншими змінами.

У період зрілості стабілізуються функціональні можливості, але після 30–35 років починають проявлятися інволюційні процеси. Перший етап зрілого віку характеризується найвищим рівнем фізичної готовності та адаптації до зовнішніх факторів. Однак після 30 років функціональна підготовленість поступово зменшується. Наприклад, у 30–39 років функціональний рівень становить близько 85–90% від показників 20–29-річних, у 40–49 років — 75–80%, а у 50–59 років — 65–70%. [70]

З віком в опорно-руховому апараті людини відбуваються значні зміни, що зумовлені як природними процесами старіння, так і впливом зовнішніх чинників. Ці зміни впливають на роботу м'язів, суглобів, зв'язок і кісток, знижуючи рухливість і адаптаційні можливості тіла.

Одним із ключових процесів старіння є саркопенія, тобто втрата м'язової маси, сили та функціональної здатності. Цей процес пов'язаний зі зменшенням кількості та об'єму м'язових волокон, зокрема, швидких волокон. Саркопенія зумовлена зниженням активності синтезу білка та підвищенням процесів деградації білкових структур. [71]

Вікове зменшення м'язевої маси супроводжується зниженням сили м'язів, обмежуючі рухову активність людини та її витривалість. Саме у період другого зрілого віку витривалість осіб, які займаються оздоровчим фітнесом поступово знижується. Також сповільнюються метаболічні процеси, що впливає на ефективність аеробного й анаеробного обміну речовин, знижує стійкість до навантаження і сповільнює процеси відновлення після фізичних вправ.

Втрата м'язевої маси і сили, а також зниження ефективності роботи нервової системи зумовлюють ризик падіння та травм через зміни в структурах, які відповідають за підтримку балансу та здатність до координації рухів. [72]

Мотонейрони передають сигнали від мозку до м'язів, забезпечуючи скорочення м'язів. Їх кількість поступово зменшується, що призводить до порушення нервово-м'язової координації та контролю рухів. Зниження швидкості проведення нервових імпульсів призводить до уповільнення рухових реакцій.

З віком зменшується кісткова щільність, зокрема через порушення кальцієвого та фосфорного обміну, що в свою чергу сприяє розвитку остеопорозу. Цей стан особливо виражений у жінок після менопаузи у зв’язку із зміною гормонального фону. [73]

Втрата колагенових волокон і порушення мінералізації зменшують еластичність кісток. Спостерігається посилена резорбція кісткової тканини, що призводить до зниження міцності кісток і підвищення ризику переломів.

Суглобовий хрящ із віком втрачає свою еластичність і товщину внаслідок зниження синтезу колагену та протеогліканів. Це призводить до остеоартрозу, що знижує здатність хворих амортизувати навантаження, що викликає біль і обмеження рухливості. [74]

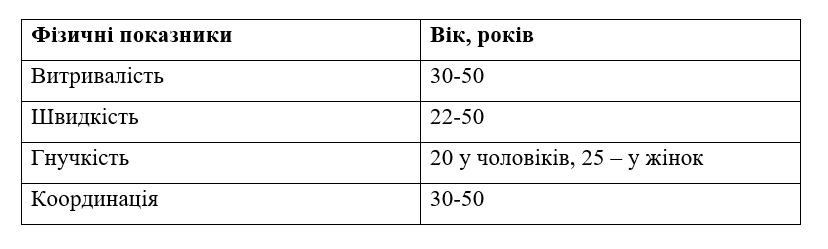
У старих суглобах змінюється склад і зменшується кількість синовіальної рідини, яка забезпечує змащування хрящової поверхні. Недостатність синовіальної рідини посилює тертя в суглобах, сприяючі розвитку запальних процесів і дистрофії суглобів.

З роками капсули суглобів стають менш еластичними, а їх зв'язки — менш рухливими, що обмежує обсяг рухів у суглобах.

Старіння викликає зміну колагенових волокон у зв'язках і сухожиллях, що знижує їх еластичність і гнучкість. Цей процес характеризується ризиком травматичних розривів, особливо під час різких рухів чи перевантаження.

А через зниження кровопостачання до зв'язок і сухожиль у старшому віці уповільнюються процеси їх відновлення і загоєння, збільшуючи ризик хронічних дегенеративних змін. [75]

Фізичні показники з віком знижуються (табл. 1.3.2) через комплекс факторів, серед яких вище зазначені: саркопенія, зниження кісткової щільності, зниження ефективності роботи нервової системи, втрата колагенових волокон, зниження здатності до відновлення, а також порушення функції мітохондрій, гормональні зміни.

Таблиця 1.3.2 – Зниження фізичних показників з віком

З віком мітохондрії – основні «енергетичні станції» клітин втрачають свою ефективність. Це відбувається за рахунок зниження виробництва АТФ, що впливає на м'язову витривалість. [76]

Вільні радикали, які утворюються під час клітинного дихання, пошкоджують мітохондрії та інші клітинні структури. Після тридцяти років здатність відновлювати ці пошкодження знижується. Це сприяє подальшому зниженню енергетичного потенціалу. [77]

Гормональні зміни суттєво впливають на фізичні показники осіб другого зрілого віку:

* Зниження тестостерону у чоловіків та естрогену у жінок призводить до зменшення м'язової маси, сили та витривалості.
* Зниження рівня гормону росту, який відповідає за регенерацію тканин і підтримання м'язової маси, також сприяє зниженню фізичних можливостей.
* Зміна рівня кортизолу (гормону стресу) з віком може сприяти збільшенню накопичення жирової тканини та зменшенню м'язової маси. [78]

Відбуваються біологічно-вікові зміни в серцево-судинній системі, які негативно впливають на здатність серця і кровоносних судин постачати кисень і поживні речовини до тканин під час фізичної активності:

* Зменшується максимальна кількість крові, яку серце може перекачати за хвилину (серцевий викид), що забезпечує постачання кисню до м'язів під час інтенсивних фізичних навантажень.
* Зниження еластичності судин : стінки кровоносних судин стають жорсткішими, що зменшує здатність судин розширюватися та ефективно транспортувати кров. [79]

Під час періоду другого зрілого віку організм людини зазнає вагомих молекулярних змін, особливо у віці сорока та шістдесяти років. За словами дослідників, зміни на рівні молекул можуть мати відчутний вплив на здоров'я осіб, адже вікові зміни нараховуються у понад 135 000 молекул. [80] Було проаналізовано клінічні дані більше 100 осіб протягом семи років з метою відстеження молекулярних маркерів старіння. Вчені встановили, що зміни пов'язані з серцево-судинними захворюваннями, імунною регуляцією, функцією нирок, метаболізмом вуглеводів і кофеїну, шкірою і м'язами. [81] Не лише генетичні фактори впливають на швидкість молекулярних змін, а і фактори навколишнього середовища, фактори способу життя, фізіологічні зміни, а також перенесені хвороби. Ці фактори часто взаємодіють і впливають один на одного. [81] Наприклад, фізичні вправи впливають на м’язи та метаболізм, а дієта може впливати на кишковий мікробіом, який, у свою чергу може впливати на виробництво гормонів та імунних клітин.

Рухова активність осіб другого періоду зрілого віку займає ключову роль у збереженні фізичного здоров'я та профілактиці вікових захворювань.

Типи фізичних рекомендованих навантажень:

* Аеробні вправи: покращують роботу серцево-судинної системи та обмін речовин.
* Силові тренування: сприяють підтримці м'язевої маси та зміцненню кісткової тканини, що важливо для запобігання остеопорозу та саркопенії.
* Вправи на гнучкість: допомагають зберегти рухливість суглобів і профілактують випадкові травми.

Основна мета фітнес-тренувань у другому зрілому віці – це збереження та зміцнення здоров'я, підтримка оптимальної активності та високої працездатності протягом основного періоду професійної діяльності. Однак, як показує практика, багатьом людям зрілого віку досить важко підтримувати мотивацію до системної фізичної активності з профілактично-оздоровчим спрямуванням. [82] Тому необхідно проводити спеціальні роз'яснювальні заходи, які будуть сприяти формуванню у людей цього віку потреби в раціонально організованій фізичній активності. І важливо наголосити, що провідною мотиваційною характеристикою до занять оздоровчою руховою активністю у другому зрілому віці є бадьоре самопочуття, впевненість у власному здоров'ї та відчуття значного запасу сили і витривалості. [83]

Однак, слід пам’ятати, що фізичні вправи призводять до підвищення артеріального тиску. Падіння, раптові удари й зіткнення можуть призвести до травми, тому доцільно залучати великі м'язові групи, виконуючи рухи плавно і без поспіху. Важливо слідкувати за глибоким і рівним диханням під час виконання вправ і дотримуватись техніки безпеки.

ВООЗ рекомендує 150 – 300 хвилин помірної чи 75 – 150 хвилин інтенсивної аеробної активності на тиждень.

Збалансоване харчування у комплексі з фізичною активністю сприяє підтримці здоров'я людей другого зрілого віку. Дослідження зазначають, що правильно організоване харчування здатне мінімізувати ризик розвитку захворювань з якими стикаються особи цього віку, та покращити їх загальне самопочуття. Адже збалансований раціон дозволяє підтримувати енергетичний баланс, зміцнювати імунітет, знижувати запальні процеси і підтримувати якість життя на високому рівні.

Таким чином, у другому періоді зрілого віку відбувається низка фізіологічних (опорно-рухового апарату, нервової та кардіо систем, гормональні зміни тощо) і психологічних змін, які мають значний вплив на стан здоров’я і рівень фізичної активності. Люди цього віку, які займаються оздоровчим фітнесом, можуть зберегти високий рівень працездатності, підтримувати оптимальний фізичний стан і знизити ризики розвитку хронічних захворювань.

Заняття фітнесом та збалансований раціон позитивно впливають на збереження м'язевої маси, яка з віком природно зменшується, а також сприяють покращенню серцево-судинної системи та регуляції обміну речовин. Підтримка систематичної фізичної активності сприяє гнучкості, покращує координацію та зменшує ймовірність травми, пов’язаних зі зниженням рухливості. Також відзначається вплив фітнес-занять на психоемоційний стан: в осіб зрілого віку, які займаються оздоровчим фітнесом, знижується рівень стресу, підвищується самооцінка і підтримується почуття впевненості у власних фізичних можливостях.

**Висновки до розділу 1**

Підсумовуючі результати аналізу сучасної літератури щодо біологічного віку, методів його визначення, а також впливу ресвератролу на процеси старіння і особливості другого періоду зрілого віку осіб, які займаються оздоровчим фітнесом, можна зробити кілька ключових висновків.

Поняття біологічного віку насьогодні набуває важливого значення, в якості одного із основних показників індивідуального стану здоров’я та прогнозування тривалості життя, що враховує не лише календарний вік, але й комплексну оцінку функціонування систем організму. У порівнянні з хронологічним віком, біологічний вік демонструє реальні адаптаційні властивості організму, його здатність до відновлення, реакцію на зовнішні фактори та прогресування вікових патологій.

Методи визначення біологічного віку є багатокомпонентними й охоплюють аналіз фізіологічних, біохімічних та генетичних показників. Фізіологічні методи, зокрема, оцінюють роботу серцево-судинної, дихальної системи та фізичні якості осіб. Вони є доступними для проведення, але залежать від короткочасних факторів, які можуть вплинути на точність результатів. Біохімічні показники, такі як рівень запальних маркерів, глікація, ліпідний профіль, відображають зміни на клітинному рівні та дають можливість оцінити ступінь старіння організму з урахуванням обмінних процесів. Молекулярно-генетичні методи, до яких належить аналіз довжини теломерів та епігенетичних маркерів, дозволяють виявити глибинні зміни в генетичній структурі речовин, проте потребують складного лабораторного обладнання. Інноваційні неінвазивні методи, як біоімпедансний аналіз, фітнес-трекери та онлайн-калькулятори, є легкими у використанні, проте їх точність залежить від обмеженого набору даних, що використовують для розрахунку. Кожен із цих методів має як переваги, так і недоліки, тому визначення біологічного віку потребує комплексного підходу для досягнення найбільшої точності.

У другому періоді зрілого віку відбуваються численні фізіологічні зміни, які охоплюють опорно-рухову, нервову та серцево-судинну системи, а також гормональні перебудови, що мають суттєвий вплив на загальний стан здоров'я та рівень фізичної активності. Особи цієї вікової категорії, які активно займаються оздоровчим фітнесом, здатні підтримувати високий рівень працездатності, оптимальний фізичний стан та зменшувати ризик розвитку хронічних захворювань. Регулярні заняття фітнесом у поєднанні зі збалансованим та індивідуально підібраним раціоном сприяють збереженню м’язевої маси, що зазвичай зменшується з віком, а також позитивно впливають на стан серцево-судинної системи та регуляцію метаболічних процесів.

Ресвератрол є біологічно активною сполукою здатною позитивно впливати на основні аспекти, пов'язані з підтримкою здоров'я та уповільненням старіння, завдяки широкому спектру властивостей, серед яких: антиоксидантна, протизапальна та антиапоптична дії, що сприяють збереженню функціонального стану серцево-судинної та нервової систем.

На молекулярному рівні ресвератрол бере участь у зниженні окислювального стресу й регуляції обмінних процесів, зберігаючи при цьому клітинний гомеостаз і підтримуючи енергетичний баланс. Його багатогранний вплив на клітинні функції та здатність протидіяти дегенеративним процесам підвищують зацікавленість щодо його використання в якості дієтичної добавки в сфері антивікової терапії. Подальші дослідження можуть поглибити розуміння механізмів дії ресвератролу та оптимізувати його застосування з метою підтримки здорового старіння людини.

**РОЗДІЛ 2**

**МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ**

**2.1. Методи дослідження**

Для досягнення цілей магістерського дослідження була використана сукупність теоретичних та емпіричних методів.

Теоретичні методи:

* аналіз фахової наукової літератури;
* методи аналітичного опрацювання інформації: синтез, порівняння, узагальнення.

Емпіричні методи:

* антропометрія;
* метод біоімпендансу;
* метод Войтенка;
* проба Абалакова, проба Руф’є;
* опитування (анкетування, бесіда);
* методи математичної статистики.

Обрані методи дослідження було застосовано для забезпечення комплексної оцінки впливу ресвератролу на біологічний вік учасників. Теоретичні методи дозволили узагальнити наукові дані та обґрунтувати вибір емпіричних методів, які найкраще підходять для вимірювання фізіологічних та функціональних показників. Емпіричні методи надали можливість безпосередньо виміряти фізичні, морфологічні та суб’єктивні показники, що є ключовими для оцінки вікових змін і розрахунку біологічного віку.

**2.1.1 Теоретичні методи**

Аналіз фахової наукової літератури – це теоретичний метод, що передбачає системне вивчення та критичне опрацювання наукових джерел з обраної теми дослідження. Цей метод дозволив зібрати та узагальнити існуючі наукові дані, виявити закономірності та протиріччя, а також проаналізувати тенденції у дослідженні впливу ресвератролу на показники біологічного віку. У контексті магістерської роботи цей метод має особливу цінність, оскільки дає змогу визначити базові концепції та механізми дії ресвератролу на організм людини.

Застосування аналізу фахової літератури є необхідним для обґрунтування актуальності дослідження та формулювання гіпотез. Він допомагає зрозуміти, які аспекти впливу ресвератролу вже добре вивчені, а які потребують додаткового наукового обґрунтування. Крім того, цей метод сприяє вибору оптимальних методів вимірювання біологічного віку, враховуючи досвід попередніх досліджень. У цьому дослідженні аналіз літератури став важливою основою для розробки методології, визначення критеріїв для вибору учасників та обрання методів емпіричних досліджень.

Методи аналітичного опрацювання інформації серед яких: синтез, порівняння та узагальнення, дозволили ефективно структурувати та осмислити інформацію, отриману під час аналізу літератури. Синтез полягає в об’єднанні різних даних і результатів досліджень з метою формування цілісного уявлення про тему. Порівняння дозволяє зіставити різні погляди, підходи й методи, що використовувалися у вивченні впливу ресвератролу на біологічний вік. Узагальнення полягає в підведенні підсумків і формуванні основних висновків на основі опрацьованої інформації.

**2.1.2 Антропометрія**

Антропометрія – це метод емпіричного дослідження, який використовується для вимірювання фізичних параметрів тіла, зокрема, окружності талії, співвідношення талії до стегон, індексу маси тіла (ІМТ). Антропометричні показники є важливими маркерами фізичного стану людини та широко застосовуються для оцінки ризиків розвитку вікових захворювань, що робить їх релевантними для визначення біологічного віку.

У межах даного дослідження антропометрія надає можливість об’єктивно виміряти морфологічні зміни тіла, які можуть бути пов’язані з впливом ресвератролу. Це допомагає відстежувати ефективність використання ресвератролу як засобу для поліпшення фізичного стану учасників дослідження.

**2.1.3 Метод біоімпендансу**

Метод біоімпендансу – сучасний метод, який дозволяє визначити склад тіла, включаючи кількість жирової та м’язової маси. Метод базується на аналізі електричного опору тканин організму, що дає змогу оцінити співвідношення різних компонентів тіла. Для проведення досліджень за цим методом використовувались розумні ваги з біоімпендансним механізмом – Xiaomi Mi Body Composition Scale 2 XMTZC55W.

За допомогою методу біомпендансу ми визначали наступні дані учасників: маса тіла, рівень жирової та м’язової маси, рівень гідратації. Учасники проводили вимірювання зранку, натще, у білизні, босоніж, ступаючи обома стопами на металеві датчики вагів. Обов’язковою умовою було зберігати рівновагу та нерухомість, поки не буде визначений склад тіла.

Оскільки співвідношення жирової та м’язової маси є важливим показником біологічного віку, цей метод дає можливість провести комплексну оцінку стану здоров’я чоловіків, які беруть участь у дослідженні.

**2.1.4 Метод Войтенка**

Метод Войтенка є комплексним методом оцінки біологічного віку, який включає вимірювання артеріального систолічного тиску, затримки дихання на вдосі, а також статичного балансування. Методика дозволяє розрахувати біологічний вік учасників на основі їх фізіологічних показників.

Для прорахунку біологічного віку учасників напочатку і по завершенню дослідження була застосована наступна формула [5].:

БВ (чоловіки): 26,985 + 0,215 ×АТС – 0,149 × ЗДВ + 0,723 × СОЗ – 0,151 × СБ.

АТС – артеріальний тиск систолічний, мм рт. ст.;

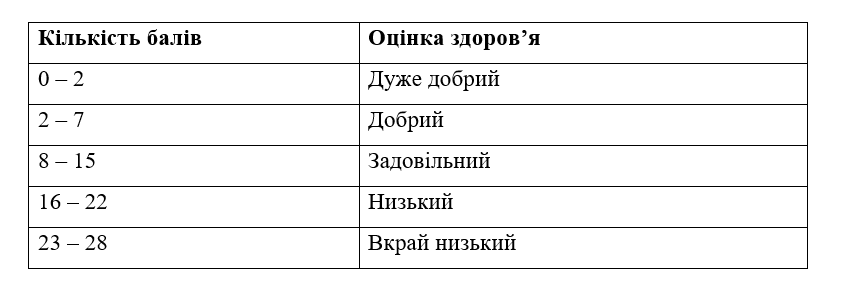
ЗДВ – значення затримки дихання після вдиху, с;

Час затримки дихання після глибокого вдиху та глибокого видиху вимірюється тричі з інтервалом 5 хв за допомогою секундоміра. Враховується найбільша величина з отриманих результатів.

СБ – статичне балансування на правій нозі, с;

Окрім фізичних тестів учасникам дослідження була запропонована суб'єктивна оцінка здоров'я (СОЗ), що базується на бальній системі відповідей на питання анкети (див. Додаток А).

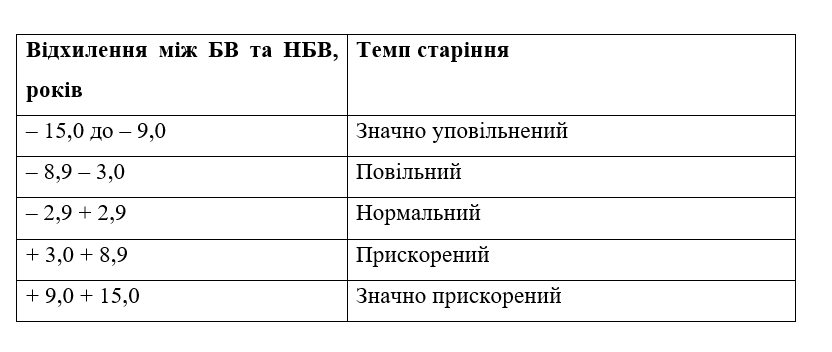
Відповіді на перші 27 питань анкети обираються з варіантів «так» або «ні», а на останнє питання – з «добре», «задовільно», «погано» та «дуже погано». Підсумковий індекс здоров’я формується на основі кількості негативних відповідей і має діапазон від 0 до 28, де 0 – дуже добрий стан здоров'я, а 28 – вкрай низький (табл. 2.2.1).

Таблиця 2.2.1 – Методика самооцінки здоров’я за методом Войтенка

Також у процесі застосування методу Войтенка було розраховано належний біологічний вік (НБВ) для учасників дослідження (НБВ) за формулою: НБВ чол. = 0,863 х КВ + 6,85, де КВ – календарний вік [5].

Крім того, за допомогою відхилення між біологічним віком (БВ) і належним біологічним віком (НБВ) було виділення п’ять категорій темпів старіння: від значно уповільненого до значно прискореного (табл. 2.2.2).

Таблиця 2.2.2 – Оцінка темпу біологічного старіння учасників



**2.1.5 Проба Абалакова**

Проба Абалакова – це метод вимірювання пригучості, що відображає рівень координації та рухової сили. Цей тест є важливим для оцінки фізичного стану, зокрема роботи опорно-рухової системи, і широко використовується для визначення загального рівня фізичної підготовки. [5]

Учасникам пропонувалось виконати максимально можливий вертикальний стрибок з місця. Для цього нанести на стіну розмітку на висоту 2 – 3 метри (1 поділка – 1 см). Стаючи правим боком до стіни, учасник піднімає праву руку та відзначає найвищу точку досяжності. Далі виконується стрибок з максимальною висотою, при цьому права рука випрямлена догори, і фіксується нова відмітка. Віднімаючи початкову відмітку від результату стрибка, отримуємо показник за пробою Абалакова. [10] Нижче наведені критерії оцінки результатів для чоловіків.

* Високий рівень – стрибок на висоту понад 60 см для чоловіків вказує на відмінну силу та координацію.
* Добрий рівень – висота стрибка становить 50 – 59 см.
* Середній рівень – стрибок у межах 40 – 50 см.
* Низький рівень – висота стрибка становить 30 – 40 см.
* Дуже низький рівень – менше 30 см, що може вказувати на низький рівень розвитку м’язової сили та координації рухів.

Використання проби Абалакова в дослідженні сприяє комплексній оцінці фізичних здібностей учасників і допомагає виявити можливі зміни у рівні фізичної підготовки, пов'язані з прийомом ресвератролу.

**2.1.6 Проба Руф’є**

Проба Руф’є – це метод оцінки функціонального стану серцево-судинної системи за допомогою тестування фізичного навантаження. Тест передбачає виконання фізичних вправ та вимірювання частоти серцевих скорочень, що дозволяє оцінити рівень працездатності серця.

У нашому дослідженні учасникам була запропонована така схема тестування проби Руф’є:

* у положенні сидячи вимірювалась частота серцевих скорочень (ЧСС) за перші 15 секунд (Р1);
* протягом наступних 45 секунд учасники виконували 30 присідань. Після цього знову вимірювалась ЧСС: спочатку за перші 15 секунд (Р2), а потім за останні 15 секунд першої хвилини відновлення (Р3). [10] Індекс Руф’є визначався за формулою:

Індекс Руф’є = [4х (Р1+Р2+Р3) - 200]: 10

Нормативні значення індексу Руф'є для визначення рівня працездатності серця та фізичної підготовленості людини оцінювали згідно такої градації отриманих результатів:

* Менше 0 – характеризує дуже високий рівень працездатності серця, що вказує на відмінний фізичний стан.
* Від 0 до 5 – відповідає високому рівню працездатності, що є показником гарної фізичної форми.
* Від 5 до 10 – показує на середній рівень працездатності.
* Від 10 до 15 – означає низький рівень працездатності серця та фізичний стан на рівні нижче середнього.
* Більше 15 – порушення працездатності серця, незадовільний фізичний стан.

Оскільки серцево-судинна система є ключовим показником біологічного віку, цей метод дає змогу відстежувати, як ресвератрол впливає на фізіологічний стан учасників, і чи допомагає він підтримувати серцево-судинне здоров'я.

**2.1.7 Опитування (бесіда, анкетування)**

Опитування, що включає бесіду та анкетування, є важливим методом збору суб'єктивних даних про самопочуття та здоров'я учасників. У рамках даного дослідження опитування передбачає використання анкети Войтенка, яка була наведена у попередньому підрозділі, а також додаткової авторської анкети для оцінки самопочуття учасників (додаток А).

Для останньої анкети розроблена така система оцінки:

* Позитивні відповіді, які відображають високий рівень здоров'я, оцінені в 1 бал.
* Нейтральні або проміжні відповіді – 2 – 3 бали.
* Негативні відповіді, які можуть свідчити про ризики для здоров'я, оцінюються в 4 – 5 балів.

Підсумкова шкала оцінки здоров'я

* 0 – 15 балів – відмінний стан здоров'я: відповідає високій фізичній та психоемоційній готовності.
* 16 – 30 балів – добрий стан здоров'я: загальний стан є задовільним, проте можуть бути незначні ризики, які варто контролювати.
* 31 – 45 балів – задовільний стан здоров'я, що потребує уваги та можливих корекцій у способі життя.
* 46 – 60 балів – низький стан здоров'я: вказує на значні ризики для здоров'я, які можуть потребувати медичного втручання або суттєвих змін у способі життя.
* понад 60 балів – дуже низький стан здоров'я.

Також була розроблена анкета оцінки харчових звичок (Додаток Б) для аналізу раціону учасників напочатку дослідження.

Застосування опитування на початку і по завершенню дослідження дозволяє оцінити суб'єктивні зміни у стані здоров’я учасників, які можуть не відображатися в об'єктивних фізіологічних показниках. Метод надає цінну інформацію про особисте сприйняття впливу ресвератролу, дозволяючи доповнити емпіричні дані та отримати комплексну оцінку ефективності дієтичної добавки.

**2.1.8 Методи математичної статистики**

Методи математичної статистики є важливим інструментом для обробки та аналізу даних, отриманих у ході дослідження. Вони дозволяють визначити статистичну значущість змін, виявлених під час дослідження, та оцінити, наскільки ресвератрол вплинув на показники біологічного віку учасників.

В рамках даного магістерського дослідження математична статистика розраховувалась за допомогою програми Excel, зокрема із застосуванням аналізу середніх значень, статистичного відхилення та кореляційного аналізу. Використання цих методів дозволяє отримати достовірні результати, які можна узагальнити і застосувати для подальшого обґрунтування ефективності ресвератролу як засобу для поліпшення здоров’я і зниження біологічного віку.

**2.2 Організація дослідження**

Для проведення дослідження було сформовано вибірку з 10 чоловіків другого періоду зрілого віку (38 – 45 років), які займаються оздоровчим фітнесом, розподілених на дві групи: основну та контрольну. Дослідження проводилось у три етапи.

На першому етапі (березень – травень 2024 р.). проводився пошук і аналіз науково-літературних, методичних джерел, а також фахової літератури щодо методів визначення біологічного віку та впливу ресвератролу на нього. Визначались критерії для вибірки учасників магістерського дослідження.

На другому етапі (червень – серпень 2024 р.) відбувались ознайомчі бесіди з учасниками дослідження. Узгоджувалась контрольна група та група, яка приймала ресвератрол. Проводилось анкетування учасників та аналіз результатів опитування. Також була здійснена початкова оцінка маркерів біологічного віку за відповідними методами дослідженнями.

Третій етап дослідження (вересень – листопад 2024 р.) включав аналіз та порівняння результатів дослідження контрольної групи та групи, яка приймала ресвератрол. На основі цих даних були сформовані остаточні висновки.

**РОЗДІЛ 3**

**РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБГОВОРЕННЯ ВПЛИВУ РЕСВЕРАТРОЛУ НА БІОЛОГІЧНИЙ ВІК ЧОЛОВІКІВ ДРУГОГО ПЕРІОДУ ЗРІЛОГО ВІКУ, ЯКІ ЗАЙМАЮТЬСЯ ОЗДОРОВЧИМ ФІТНЕСОМ**

**3.1 Аналіз способу життя та маркерів біологічного віку учасників на початку дослідження**

Вік учасників дослідження в обох групах становив 38 – 45 років. Різниця у віці чоловіків в ± 7 років допомогла мінімізувати фізіологічні вікові розбіжності осіб другого зрілого віку. Впродовж дослідження учасники контрольної та основної групи займалися оздоровчим фітнесом 2 – 3 рази на тиждень в спортзалі та дотримувалися дієтичних рекомендацій щодо збалансованого харчування. Головною відмінністю між групами було введення у раціон учасників основної групи – ресвератролу у дозуванні 200 мг (1 капсула на день) протягом двох місяців. Обтяжуючі захворювання в обох групах учасників були відсутні.

Чоловіки, які брали участь у дослідженні, мали офісний характер роботи, зазвичай пересувались на власному автомобілі, або використовували громадські транспорті засоби. Однак, на вихідних учасники дослідження виходили на піші прогулянки або займались активними іграми.

Програма оздоровчого фітнесу, якої притримувались учасники, включала поєднання аеробних та анаеробних вправ. Тривалість тренувань складала від 60 до 90 хвилин від двох до трьох разів на тиждень.

Аеробні навантаження учасників включали (рис. 3.1.1) :

* Біг на доріжці, що сприяє підвищенню витривалості серцево-судинної системи.
* Заняття на орбітреку – низьке ударне навантаження та залучення основних груп м'язів, покращення роботи серця та легенів.
* Плавання забезпечує рівномірний розвиток усіх м’язових груп.
* Гра в теніс – підвищення аеробної витривалості, координації та реакції.

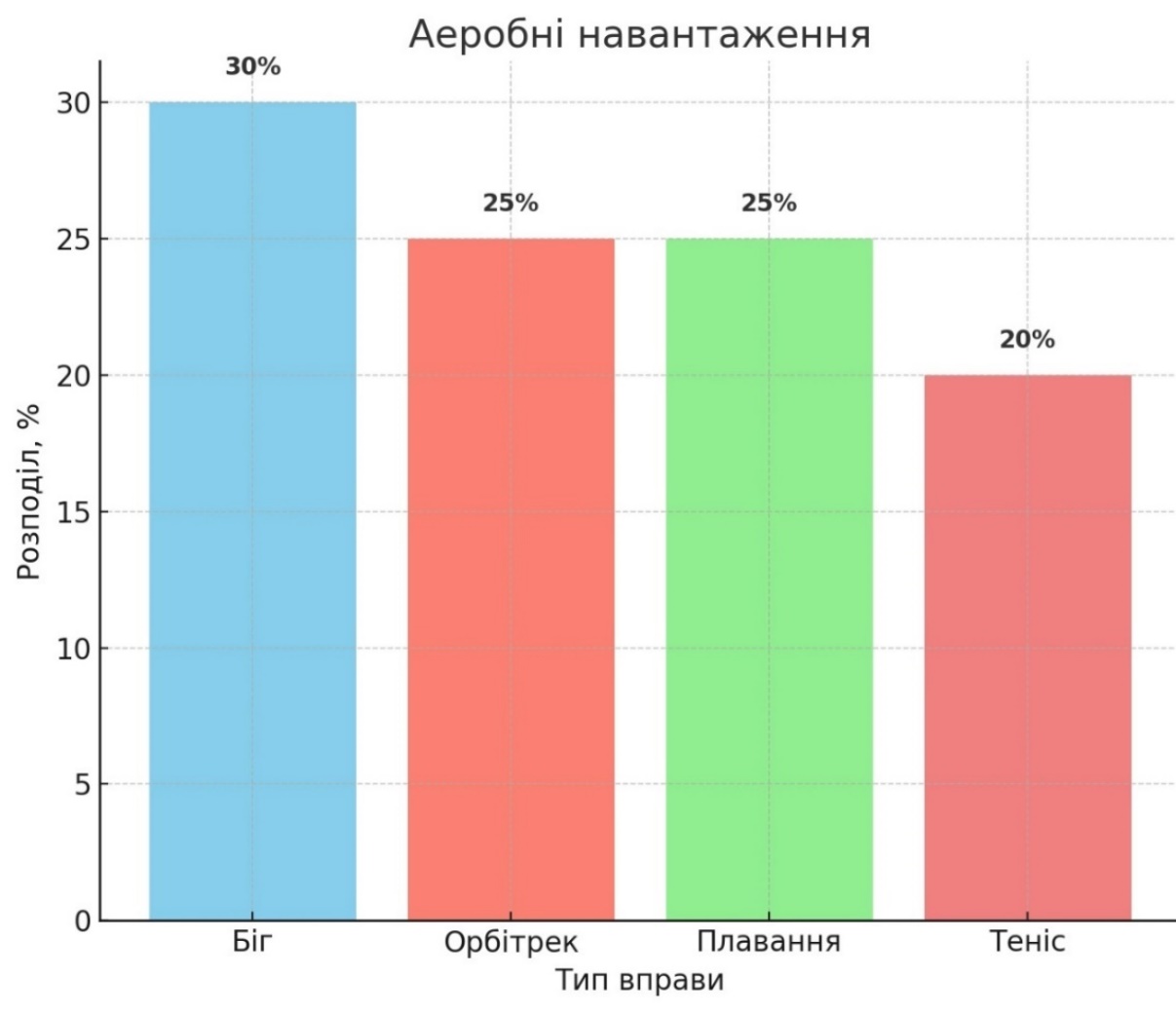


Рисунок 3.1.1 – Аеробні тренування учасників

Анаеробні вправи (рис. 3.1.2):

* Вправи на тренажерах TRX з використанням власної ваги, які сприяють зміцненню м'язів і роботі вестибулярного апарату.
* Силові тренування з обтяженнями і використання спеціальних тренажерів для нарощення м'язової маси і профілактики саркопенії.

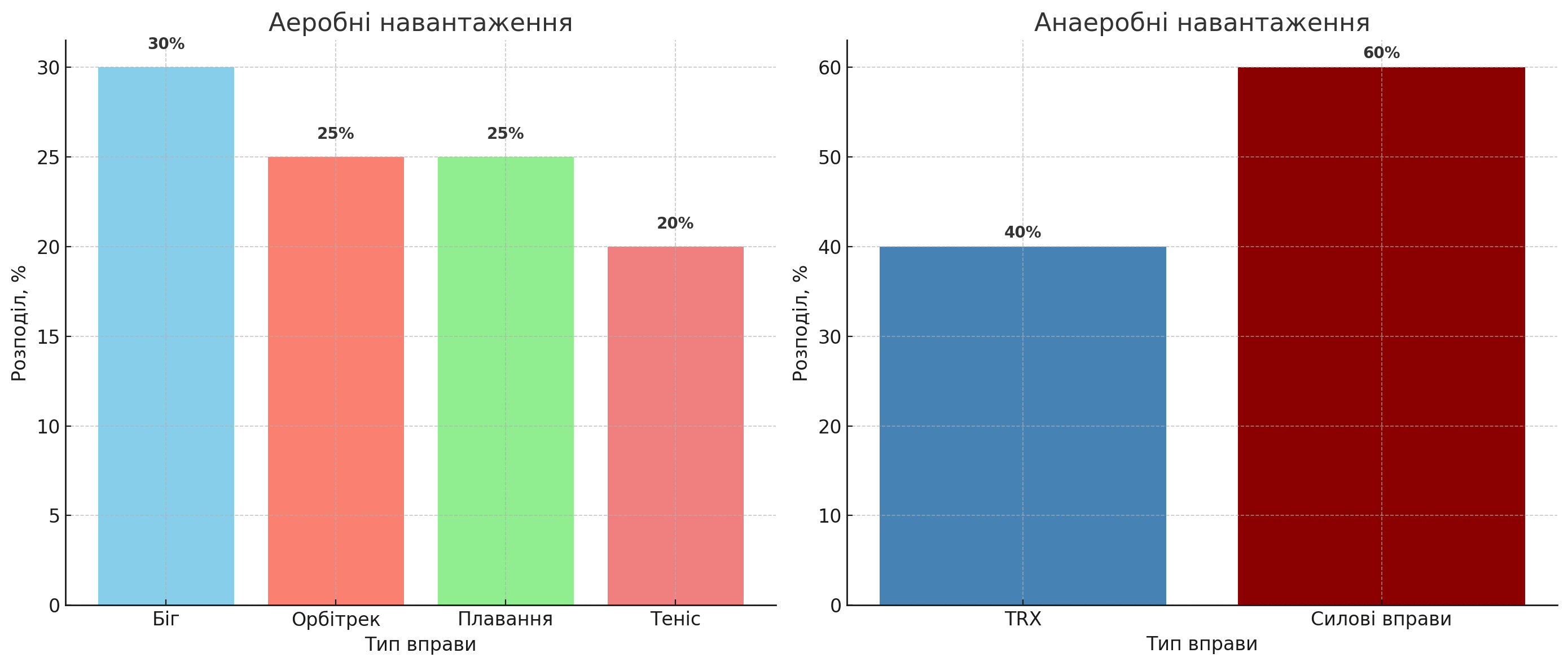


Рисунок 3.1.2 – Анаеробні тренування учасників

Для аналізу харчування учасників на початку дослідження ми запропонували їм заповнити анкету харчових звичок (Додаток Б). Результати опитування свідчать, що більшість учасників обох груп стикалися з порушеннями режиму харчування, зокрема з наступними труднощами:

* Хаотичне харчування з пропуском сніданку. По причині високої зайнятості кілька учасників основної та контрольної групи зазначили, що пропускають сніданок. Це сприяло роздратованості, зростанню апетиту протягом дня та переїданню більш калорійною їжею ввечері.
* Переїдання ввечері. Учасники використовували їжу ввечері, як спосіб розслабитись після робочого дня, тому часто їх порції ввечері були більшими за інші прийоми їжі. Це призводило до відчуття важкості у шлунку і погіршення якості сну.
* Перекуси за робочим столом. Внаслідок насиченого робочого графіку більшість учасників змушені були споживати їжу за робочим місцем, займаючись поточними справами одночасно, що врешті збільшувало епізоди неусвідомленого споживання їжі та негативно впливало на процеси травлення.
* Періодичне здуття. Неусвідомлена харчова поведінка, брак часу, споживання їжі похабцем або надмірно слугувало причинами здуття, на яке періодично скаржились учасники обох груп.

Відсоткове співвідношення показників аналізу харчових звичок учасників демонструє – Рисунок 3.1.3.

Рисунок 3.1.3 – Аналіз харчових звичок

На період дослідження учасникам обох груп було запропоновано спиратись на принципи збалансованого харчування, застосовуючи методику "Гарвардської тарілки". Цей спосіб харчування базується на пропорційному поєднанні продуктів, що сприяє підтримці здоров'я та зниженню ризиків серцево-судинних і метаболічних захворювань. [84] Такий метод профілактує переїдання і є зручним для непрофесійних спортсменів, адже дозволяє збалансувати раціон без точного підрахунку калорій та нутрієнтів.

За методом "Гарвардської тарілки" продукти харчування розділяються на кілька категорій (див. рис. 3.1.4):

* Овочі та фрукти – займають орієнтовно половину тарілки. Пріоритет віддається овочам з акцентом на їх різноманіття, що забезпечує організм клітковиною, вітамінами та антиоксидантами. Фрукти у кількості 10 – 20% також є частиною збалансованого раціону.
* Цільнозернові продукти становлять чверть розміру тарілки. Замість рафінованих продуктів харчування, наприклад білого хліба, пластівців швидкого приготування, перевага надається коричневому рису, вівсянці, кіноа та іншим крупам, що містять достатньо клітковини та білку.
* Білкові продукти займають чверть тарілки. Рекомендовані категорії: риба, курятина, бобові та яйця. Споживання червоного м'яса обмежується.
* Корисні жири застосовуються у помірній кількості для приготування страв, зокрема, оливкова, лляна олія. Також до раціону входять продукти, які містять корисні жири. Такі, як арахісова чи мигдальна паста, насіння (рис. 3.1.4).

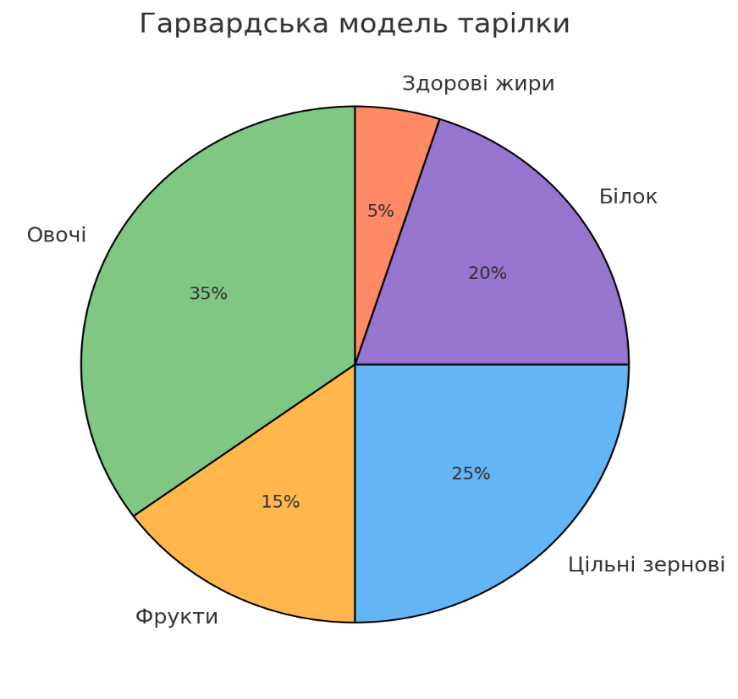


Рисунок 3.1.4 – Принцип "Гарвардської тарілки"

Принципи "Гарвардської тарілки" дозволяють досягнути балансу основних поживних речовин, необхідних організму для забезпечення здорового функціонування і профілактики вікових змін. Окрім збалансованої тарілки, ми рекомендували учасникам обох груп утримуватись від солодких напоїв та обмежити кількість кави з молоком до однієї чашки на день.

Раціон учасників в основному складався з трьох основних прийомів їжі та одного перекусу, що дозволяло підтримувати стабільний рівень енергії протягом дня.

Учасникам, які мали проблеми з пропуском сніданків та хаотичним харчуванням було запропоновано готувати сніданок звечора або обирати швидкі варіанти: сендвіч з цільзернового хлібу, хамону та сиру з овочами; яєшню з хлібом та салатом; цільнозерновий хліб з арахісовою пастою, овоч та варені яйця тощо. Перекус включав дві групи продуктів: жири та вуглеводи, білок та вуглевод. Наприклад: морква та маленька жменя мигдалю, шматок твердого сиру та хліб, арахісова паста та хлібець тощо.

Для оцінки біологічного віку учасників використовувався комплекс фізіологічних тестів і суб’єктивних маркерів, включаючи антропометричні показники, біоімпендансний аналіз, методику оцінки біологічного віку Войтенко, а також проби Абалакова та Руф’є, які дають можливість оцінити стан організму учасників.

Антропометричні показники учасників:

* Окружність талії в обох групах становила 89 – 95 см, що є прийнятним для чоловіків цього віку та свідчить про помірний рівень абдомінального жиру. Згідно з рекомендаціями ВООЗ, учасники, чий об’єм талії перевищував 94 см, мали ризик серцево-судинних захворювань.
* Індекс маси тіла (ІМТ) учасників знаходився в діапазоні 22,9 – 27,7, що відповідає нормі або зайвій вазі.

ІМТ = вага (кг) / зріст (м2)

* Співвідношення талії до стегон було на рівні 0,9 – 0,95, що вказує на незначні ризики метаболічних ускладнень в діапазоні показника – 0,95, (якщо чоловік має співвідношення талії до стегон більше, ніж 0,95 це підвищує ризики серцево-судинних захворювань за ВООЗ ). [85]

Середньостатистичні антропометричні показники учасників з похибкою представлені у таблиці 3.1.1.

Таблиця.3.1.1 *–* Середньостатистичні антропометричні показники учасників обох груп з похибкою

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п | Показник | X̅ ± σ (n = 10) |
| 1 | Маса тіла (кг) | 82,7 ± 1,7 |
| 2 | Зріст (см) | 180,8 ± 2,1 |
| 3 | Індекс маси тіла (ум. од.) | 25,3 ± 2,4 |

Ми застосовували біоімпедансний аналіз для визначення складу тіла, зокрема процентного вмісту м'язової та жирової маси, а також загальної гідратації організму учасників.

Початкові результати біоімпендансного аналізу показали помірний рівень жирової маси учасників відповідно до класифікації Американського коледжу спортивної медицини (див. табл. 3.1.2) [86].

Таблиця 3.1.2 – Вікові норми жирової маси чоловіків, %

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Рівень** | **30-39 років** | **40-49 років** |
| Недостатній | 12.5 – 14.9 | 9.5 – 13.0 |
| Оптимальний | 14.9 – 18.4 | 15.0 – 20.8 |
| Помірний | 19.2 – 21.6 | 21.4 – 23.5 |
| Високий | 22.4 – 25.1 | 24.2 – 26.6 |
| Дуже високий | 26.4 – 34.4 | 27.7 – 35.2 |

Максимальний відсоток жирової маси серед учасників основної групи становив 21, 9 %, в контрольній – 20,3 %. Результати визначення жирової маси у відсотках, зображені на рис. 31.5, 3.1.6.

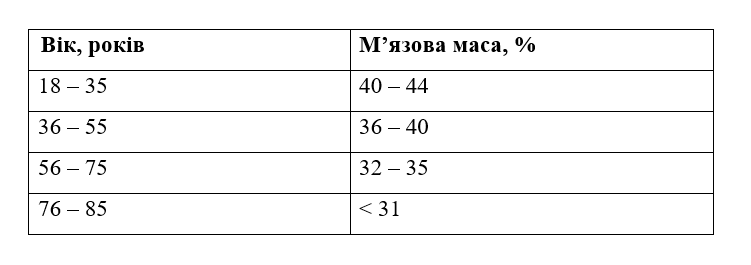
Рисунок 3.1.5 – Жирова маса учасників основної групи, %

Рисунок 3.1.6 – Жирова маса учасників контрольної групи, %

Окрім відсотка жирової маси, для аналізу складу тіла учасників важливий відсоток м’язової маси (див. таблицю 3.1.3).

М’язова маса є важливою складовою для підтримки фізичної працездатності, метаболічного здоров’я та загальної якості життя. Зменшення м'язової маси з віком – саркопенія – природне явище у чоловіків, особливо після досягнення 50 років. Це зниження пов’язане з декількома факторами, включаючи гормональні зміни (зменшення тестостерону, гормону росту, збільшення кортизолу та естрогену), зниження фізичної активності, порушення синтезу білка та зміни нервово-м’язової передачі.

Таблиця 3.1.3 – Вікові норми м’язової маси для чоловіків, %



Дані учасників відповідають нормам вікового періоду другого зрілого віку. Найбільший відсоток м’язової маси становить 40,3 % в учасника основної групи, а найменший – 36,7 % відповідно [86].

Результати визначення м’язової маси у відсотках, зображені на рис. 31.7, 3.1.8

Рисунок 3.1.7 – Відсоток м’язової маси учасників основної групи, %

Рисунок 3.1.8 – Відсоток м’язової маси учасників контрольної групи, %

Середній показник гідратації учасників обох груп становив 52,7 ± 1,7% (див. рис 3.1.9, 3.1.10). Оскільки оптимальний рівень гідратації чоловіків у другому періоді зрілого віку має становити 55 – 60%, доцільно дотримуватись питного режиму, використовувати станції води у місцях частого перебування, щоб оптимізувати споживання рідини відповідно до відчуття спраги, але не менше 6 – 8 склянок на день. [86].

Варто відзначити, що недостатнє споживання рідини може вплинути на величину біологічного віку, оскільки гідратація організму з роками зменшується і свідчить про фізіологічні вікові зміни.

Рисунок 3.1.9 – Рівень гідратації учасників основної групи, %

Рисунок 3.1.10 – Рівень гідратації учасників контрольної групи, %

Бали анкети, створеної нами для оцінки стану здоров’я (див. Додаток Б), самопочуття та звичок учасників, здебільшого свідчать про добрий стан здоров’я учасників (16 – 30 балів). Проте, кілька учасників обох груп отримали бали, що свідчать про задовільний стан (табл. 3.1.4).

Таблиця 3.1.4 – Результати анкетування оцінки стану здоров’я та самопочуття учасників, бали

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Учасник №** | **Основна група** | **Контрольна група** |
| 1 | 9 | 18 |
| 2 | 31 | 16 |
| 3 | 16 | 10 |
| 4 | 22 | 19 |
| 5 | 20 | 32 |

За суб’єктивною оцінкою здоров’я (СОЗ) Войтенка учасники основної та контрольної групи оцінили власний стан здоров’я (див. рис. 3.1.11, 3.1.12) здебільшого як добрий (2 – 7 балів за шкалою оцінок), але були учасники, які отримали задовільний результат – 8 – 10 балів.

Рисунок 3.1.11 – Бали учасників контрольної групи в анкеті СОЗ

Рисунок 3.1.12 – Бали учасників основної групи в анкеті СОЗ

Більшість учасників відмічали зниження якості сну, концентрації, появу чутливості до погодних змін, незначне погіршення фізичної та розумової працездатності порівняно з попередніми роками.

Артеріальний систолічний тиск (АТС) учасників вимірювався у стані спокою три рази підряд з інтервалом в одну хвилину, враховувалось середнє значення (рис. 3.1.13, 3.1.14).

Рисунок 3.1.13 – Результати вимірювання артеріального систолічного тиску учасників контрольної групи, мм. рт. ст.

Рисунок 3.1.14 – Результати вимірювання артеріального тиску учасників основної групи, мм. рт. ст.

Початкові показники артеріального систолічного тиску учасників знаходились в межах від 120 до 130 мм рт. ст., що відповідає віковій нормі. Лише в одного члена основної групи був підвищений систолічний тиск – 140 мм рт. ст.

Також тричі з інтервалом у п’ять хвилин для кожного учасника вимірювали час затримки дихання після вдиху (ЗДВ). Враховувалось найкраще значення (див. табл. 3.1.5).

Таблиця 3.1.5 – Результати затримки дихання (ЗДВ) учасників, с

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Учасник №** | **Основна група** | **Контрольна група** |
| 1 | 32 | 32 |
| 2 | 27 | 30 |
| 3 | 31 | 34 |
| 4 | 29 | 33 |
| 5 | 36 | 28 |

У середньому показники ЗДВ учасників знаходились в діапазоні 27 – 36 секунд, що є оптимальним для чоловіків цієї вікової категорії та відображає їх кардіореспіраторний потенціал. [5]

Статичне балансування: для оцінки роботи вестибулярного апарату учасники ставали на ліву ногу, як опорну, праву ногу згинали у коліні, притискали до опорної та тримали вище підлоги, при цього очі мали бути заплющені, а руки опущені вздовж тіла. Тестування проводили босоніж, три рази з інтервалом 5 хвилин. Враховувався найкращий результат учасників (рис. 3.1.15).

Рисунок 3.1.15 – Результати статичного балансування учасників, с.

Отримані показники тесту на статичне балансування коливались від 28 секунд до 46 секунд.

Таким чином, були отримані дані для прорахунку біологічного віку за методом Войтенка відповідно до формули: БВ (чоловіки): 26,985 + 0,215 ×АТС – 0,149 × ЗДВ + 0,723 × СОЗ – 0,151 × СБ. [5]

Таблиця 3.1.6 – Результати відхилення біологічного віку від календарного у контрольній групі напочатку дослідження

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **КВ, р.** | 38 | 40 | 43 | 41 | 39 |
| **БВ, р.** | 38,49 | 42,02 | 47,04 | 39,08 | 43,82 |
| **Відхилення, %** | 1,30 | 5,04 | 9,40 | -4,68 | 12,36 |

Показники біологічного віку учасників контрольної групи виявились переважно більшими за їх календарний вік, що вказує на пришвидшений темп старіння. Однак біологічний вік одного з учасників цієї групи був менший майже на 5%, ніж його календарний вік, що свідчить про нормальні вікові зміни (табл. 3.1.16, 3.1.17).

Таблиця 3.1.7 – Статистичне відхилення біологічного віку контрольної групи

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Календарний вік, р. | Біологічний вік, р. | Різниця, р. | Різниця, % |
| **Середній показник** | 40, 21 | 42, 09 | 1,89 | 4,72 |
| **Статистичне відхилення** | 1, 92 | 3,52 | 2,71 | 6,73 |

За допомогою програми Excel ми визначили статистичне відхилення календарного та біологічного віку (табл. 3.1.1, 3.1.8, 3.1.9). І в результаті отримали такі дані: середній календарний вік становив 40,21 ± 1,92 роки, а біологічний – 42, 09 ± 3,52 роки у контрольній групі.

Таблиця 3.1.8 – Результати відхилення біологічного віку від календарного в основній групі напочатку дослідження

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **КВ, р.** | 45 | 39 | 40 | 41 | 40 |
| **БВ, р.** | 48,76 | 42,3 | 39,2 | 43,6 | 41,07 |
| **Відхилення, %** | 6,73 | 4,43 | -5,25 | 3,24 | -0,73 |

Найбільше відхилення у бік прискореного темпу старіння мав учасник, чий календарний вік був майже на 4 роки меншим від біологічного. Відхилення становило близько 7 % (табл. 3.1.8)

Таблиця 3.1.9 – Статистичне відхилення біологічного віку основної групи

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Календарний вік, р. | Біологічний вік, р. | Різниця, р. | Різниця, % |
| **Середній показник** | 41 | 42,98 | 1,98 | 4,84 |
| **Статистичне відхилення** | 2,34 | 3,6 | 1,9 | 1,69 |

Середній календарний вік учасників основної групи склав 41 ± 2,34 роки, біологічний – 42, 98 ± 3,6 роки (табл. 3.1.9).

Таблиця.3.1.10 – Результати відхилення біологічного віку від належного біологічного віку в основній групі напочатку дослідження

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **НБВ, р.** | 45,68 | 40,5 | 41,37 | 42,23 | 41,37 |
| **БВ, р.** | 48,76 | 42,3 | 39,2 | 43,6 | 41,07 |
| **Відхилення, років** | 3,081 | 1,8 | -2,17 | 1,37 | -0,3 |
| **Відхилення, %** | 6,73 | 4,43 | -5,25 | 3,24 | -0,73 |

Додатково, як орієнтир, був розрахований належний біологічний вік (НБВ) учасників обох груп (див. табл. 3.1.10) за формулою: НБВ чол. = 0,863 х КВ + 6,85. [5]

Величина біологічного віку учасників основної групи здебільшого перевищує показники належного біологічного віку, що вказує на певні відхилення фізіологічного стану від належного рівня показників для цієї вікової групи. Це може бути пов’язано з певними факторами, зокрема з сидячою роботою та невисокою побутовою активністю, яка характерна основній вибірці учасників. Більш високий біологічний вік свідчить про потенційний ризик пришвидшеного темпу старіння систем організму та зменшення функціональних резервів. Важливо враховувати цей чинник для наступної оцінки впливу ресвератрола на фізіологічний стан чоловіків основної групи і визначення його ефективності для корекції вікових змін.

Таблиця.3.1.11 – Результати відхилення біологічного віку від належного біологічного віку у контрольній групі напочатку дослідження

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **НБВ, р.** | 39,64 | 41,37 | 43,96 | 42,23 | 40,5 |
| **БВ, р.** | 38,49 | 42,02 | 47,04 | 39,08 | 43,82 |
| **Відхилення, років** | -1,15 | 0,65 | 3,08 | -3,15 | 3,32 |
| **Відхилення, %** | -2,99 | 1,54 | 6,56 | -8,06 | 7,56 |

Двоє учасників контрольної групи отримали показники біологічного віку, які були меншими за належний вікової норми (табл. 3.1.11), що вказує на нормальний та повільний темп старіння. Ми допускаємо, що індивідуальні особливості обміну речовин, певний рівень побутової та фізичної активності могли вплинути на швидкість старіння цих учасників. Адже фізична активність і здорове харчування можуть сприяти збереженню молодшого біологічного віку.

Окрім визначення біологічного віку за методикою Войтенка, в ході магістерського дослідження ми використовували перевірку фізичної підготовленості та стрибучості за пробою Абалакова (див табл. 3.1.12), функціональну діагностику роботи серцево-судинної системи за пробою Руф’є.

Таблиця 3.1.12 – Результати перевірки пригучості за пробою Абалакова в обох групах напочатку дослідження

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Контрольна група, см** | 41,00 | 36,00 | 41,50 | 38,00 | 35,00 |
| **Основна група, см** | 39,00 | 38,00 | 36,00 | 40,00 | 41,00 |

У контрольній групі значення висоти стрибка за пробою Абалакова перебували у межах від 35,00 до 41,50 см. Найкращий показник – 41,50 см мав учасник 3, що свідчить про вищий рівень розвитку м'язової сили нижніх кінцівок, порівняно з іншими результатами учасників групи. Найнижчий результат – 35,00 см – продемонстрував учасник 5.

В основній групі стрибучість варіювалась від 36,00 до 41,00 см, а найвищий результат становив 41,00 см (учасник 5).

Показники індексу Руф’є в основній групі знаходились в межах від 3,30 до 6,10. Найнижче значення в 3,30 показав учасник 5, що демонструє високий рівень працездатності його серцево-судинної системи (див. табл. 3.1.13).

У контрольній групі значення проби Руф’є коливались від 2,90 до 6,50 (див. рис. 3.1.16). Найвищий показник 2,90 мав учасник 4, що може свідчити про високу стійкість серцево-судинної системи до фізичних навантажень. Натомість найбільший індекс 6,50 отримав учасник 3, що може вказувати на невідповідність оптимальним віковим показникам і є характерним для віку 50 років.

Таблиця 3.1.13 – Результати за пробою Руф’є в обох групах напочатку дослідження

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Контрольна група** | 3,40 | 4,20 | 6,50 | 2,90 | 4,70 |
| **Основна група** | 4,10 | 3,80 | 4,40 | 6,10 | 3,30 |

Рис. 3.1.16 Результати функціональної перевірки роботи серцево-судинної за пробою Руф’є

Початкові результати проби Абалакова та Руф’є демонструють, що учасники обох груп мають переважно достатню фізичну підготовку та задовільний стан серцево-судинної системи, але з певними індивідуальними відмінностями.

**3.2 Вплив ресвератролу на біологічний вік та перспективи його застосування для чоловіків другого зрілого віку, що займаються оздоровчим фітнесом. Аналіз результатів дослідження**

Формування раціону за методикою «Гарвардської тарілки» викликало деякі труднощі в учасників обох груп на старті дослідження. Основними проблемами, з якими зіткнулись учасники, були: планування прийомів їжі завчасно, розуміння та аналіз складу продуктів, а також планомірне зменшення споживання солодкого (див. рис. 3.2.1).

Рисунок 3.2.1 – Основні труднощі в організації збалансованого раціону учасників

Більша частина учасників в обох групах до початку дослідження не планували свій раціон, що демонстрували нерегулярні прийоми їжі та часті перекуси протягом дня. При переході на нову методику харчування більшість учасників зазначали, що планування прийомів їжі на день заздалегідь вимагало додаткового часу. Зокрема, учасникам необхідно було розуміти, які продукти належать до групи вуглеводів, білків, чи жирів, а також контролювати розмір порцій.

Для полегшення цієї задачі проводилися ознайомчі онлайн-зустрічі з учасниками, де пояснювались головні принципи розподілення харчових груп. Учасники вчились урізноманітнювати комбінації страв, зважаючи на пропорції білків, жирів та вуглеводів згідно з рекомендаціями «Гарвардської тарілки». Завдяки плавному переходу та наочним інструментам, таким як приклади збалансованих тарілок у каналі Telegram, учасники змогли освоїти необхідні навички планування раціону.

Однією з ключових змін у харчуванні, яку вимагала методика «Гарвардської тарілки», було споживання достатньої кількості овочів та зелені як пріоритетного джерела клітковини. Для багатьох учасників це стало викликом, так як збільшена кількість клітковини спочатку могла викликати дискомфортні відчуття, наприклад, здуття. Цей побічний ефект міг бути зумовленим недостатньою адаптацією кишківника до нової кількості харчових волокон.

Для зменшення неприємних ефектів учасникам рекомендувалось поступово збільшувати обсяг харчових волокон на тарілці. Ми радили включати до раціону 1 – 2 види овочів на прийом їжі, починаючи з легкозасвоюваних термічно оброблених варіантів (наприклад, запечені овочі або приготовлені на пару).

Складнощі виникали й в учасників, які попередньо мали звичку частого споживання солодощів, зокрема у вигляді борошняних виробів і солодких напоїв. Обмеження споживання солодких продуктів могло викликати певний стрес і бажання повернутись до минулих звичок у перші тижні дослідження. Задля підтримки учасників в дотриманні умов збалансованого харчування та зменшення спокуси порушення нового режиму, ми пропонували включати у раціон солодкі фрукти в якості природнього джерела цукрів.

Також ми надавали рекомендації учасникам щодо корисних альтернатив магазинним солодощам, таким як натуральний йогурт з ягодами, горішки або мед у помірних кількостях.

Цікаво, що учасники основної групи зазначали поступове зниження тяги до солодкої їжі вже через 2 тижні від початку дослідження, що може вказувати на адаптацію до нового режиму, і можливу позитивну дію ресвератролу, який, згідно з дослідженнями, впливає на метаболізм глюкози. [50]

В той час, як учасники контрольної групи зменшили бажання вживати продукти з великою кількістю цукру не раніше, ніж через 3 тижні від початку дослідження (див. рис. 3.2.2).

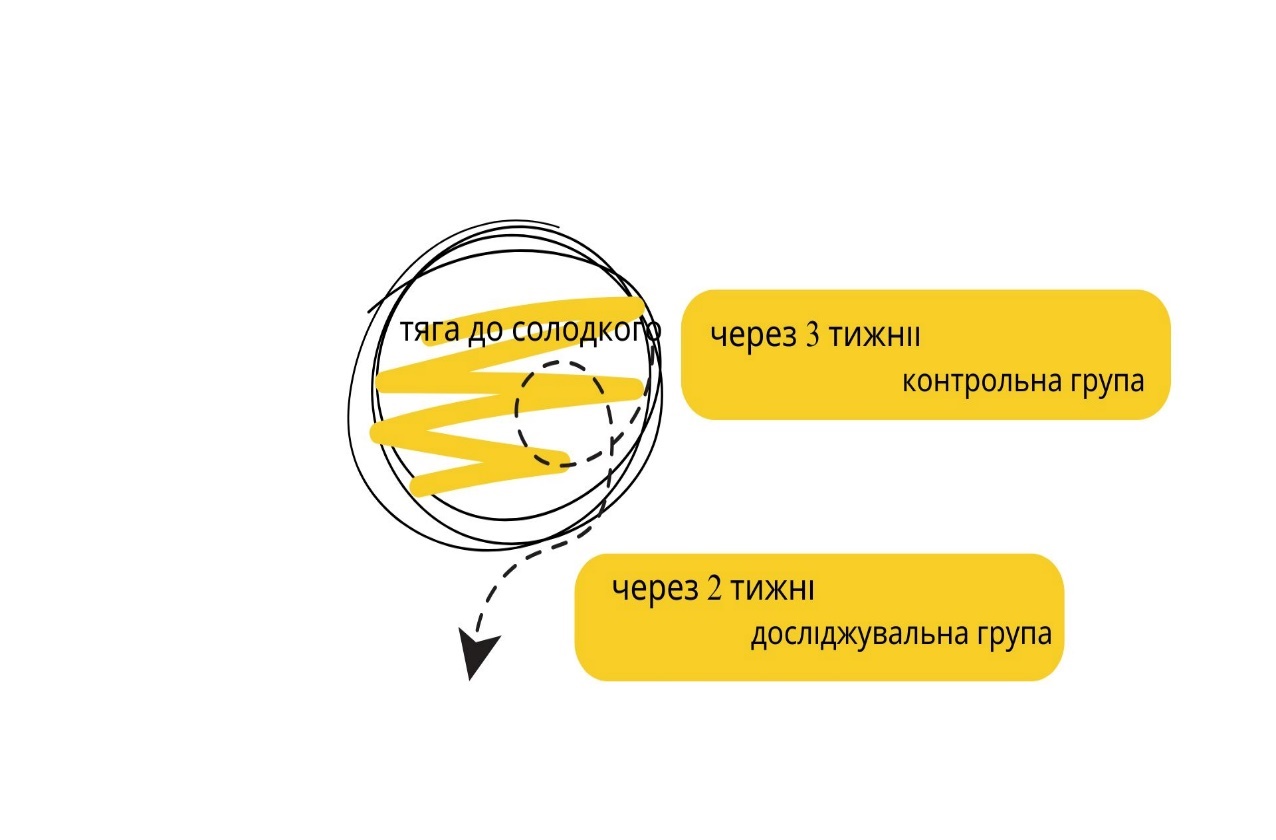
****

Рисунок 3.2.2 – Адаптація учасників до збалансованого раціону

Через місяць щоденного прийому дієтичної добавки ресвератролу учасники основної вибірки зазначали зміни у своєму самопочутті, зокрема збільшення рівня енергії та зростання продуктивності протягом дня (рис. 3.2.3). Більшість учасників цієї групи повідомляли про відчуття бадьорості протягом дня. Учасники зазначали, що їм стало простіше справлятись з фізичними навантаженнями на тренуваннях. Окрім того, чоловіки вказували на зменшення втоми ввечері, що, ймовірно, також може бути пов’язано з позитивним впливом ресвератролу на процеси відновлення.



Рисунок 3.2.3 – Проміжний ефект ресвератролу в основній групі

Контрольна група, яка не приймала дієтичну добавку, також отримала певні позитивні зміни у самопочутті, що ймовірно зумовлено збалансованим харчуванням за методикою «Гарвардської тарілки». Налагодження харчування стабілізувало рівень глюкози, що допомогло зменшити кількість перекусів із значною кількістю швидких вуглеводів, а також сприяло підвищенню рівня енергії протягом дня. Тим не менш, учасники контрольної групи в основному повідомляли про ці ефекти пізніше, ніж учасники, які приймали ресвератрол, що ймовірно свідчить про можливий синергічний ефект цієї дієтичної добавки та нового методу харчування.

У фіналі дослідження учасники обох груп відзначали певні антропометричні зміни, що можуть бути пов’язані як з дотриманням збалансованого раціону та обмеженням солодощів, так і з регулярними фізичними навантаження у спортзалі. В основній групі, яка додатково приймала добавку ресвератрол, спостерігались дещо виразніші позитивні зміни в антропометричних показниках, що ймовірно свідчить про можливий вплив цієї дієтичної добавки на метаболічні процеси (рис. 3.2.4).

**Основна група**

**Контрольна група**

Рисунок 3.2.4 – Зміни у масі тіла учасників через 2 місяці дослідження, кг

В основній групі відзначалось краще зниження маси тіла на 1,9 ± 0,7 кг – в середньому, тоді як у контрольній групі середнє зниження маси учасників склало близько 1,6 ± 0,3 кг. Це може бути спричинено впливом ресвератролу на метаболічні процеси, зокрема стимуляцією процесу окиснення жирів.

Рисунок 3.2.5 – Порівняння зменшення окружності талії учасників, см

Учасники основної групи відзначили зниження окружності талії в середньому на 2 ± 0,67 см, що сприяло зменшенню рівня абдомінального жиру. У контрольній групі середнє зменшення окружності талії становило 1,5 ± 0,81 см (див. рис. 3.2.5).

Ми зафіксували зниження індексу маси тіла (ІМТ) через 2 місяці дослідження в обох групах. У контрольній групі ІМТ в середньому знизилось з 25,90 – до 25,10 (див. табл. 3.2.1), а в основній з 26,73 – до 25,61 (див. табл. 3.2.2). Ці результати підтверджують загальну позитивну тенденцію у зниженні ваги учасників і на 1,1% більший прогрес в основній вибірці.

Таблиця 3.2.1 – Зміни ІМТ контрольної групи через 2 місяці

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ІМТ початкове | ІМТ через 2 місяці | Різниця | Різниця, % |
| Середній показник | 25,90 | 25,10 | 0,80 | 3,17 |
| Статистичне  відхилення | 2,07 | 1,88 |  |  |

Таблиця 3.2.2 – Зміни ІМТ основної групи через 2 місяці

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | ІМТ початкове | ІМТ через 2 місяці | Різниця | Різниця, % |
| Середній показник | 26,73 | 25,61 | 1,12 | 4,28 |
| Статистичне  відхилення | 1,42 | 1,90 |  |  |

Рисунок 3.2.6 – Зміни у співвідношенні талії до стегон учасників через 2 місяці дослідження (основна група)

Співвідношення талії до стегон (СТС) в основній групі зменшилось з 0,93 ± 0,02 до 0,89 ± 0,01, що є важливим показником у контексті зниження метаболічних ризиків та ймовірно пов’язано з прийомом дієтичної добавки ресвератролу (рис. 3.2.6).

Рисунок 3.2.7 – Зміни у співвідношенні талії до стегон учасників через 2 місяці дослідження (контрольна група)

У контрольній групі СТС також знизилось, але з меншим прогресом – з 0,92 ± 0,02 – до 0,90 ± 0,02 (рис. 3.2.7). Це ймовірно вказує на зменшення жирової маси у чоловіків, що займаються оздоровчим фітнесом та збалансовано харчуються.

Так як, обидві групи учасників мали регулярні тренування, включаючи силові вправи з вагою та дотримувались методики «Гарвардської тарілки», то через 2 місяці дослідження, враховуючі відносно незначне та поступове схуднення, втрати м’язової маси були мінімальними. За даними біоімпендансного аналізу зменшення м’язової маси серед десяти учасників обох груп становило 0,7 ± 0,3 % загальної ваги. (рис. 3.2.8).

Рисунок 3.2.8 – Порівняння втрати жирової та м’язової маси учасників через 2 місяці дослідження, %

У контрольній групі втрата жирової маси склала близько 1,8 ± 0,58 %. Отже, схуднення здійснювалось переважно за рахунок втрати жирової маси, що можна пояснити збалансованим харчуванням та регулярною фізичною активністю.

Біомпендансний аналіз показав, що жирова маса учасників основної групи, які приймали ресвератрол знизилась на 2,49 ± 0,67% (див. рис. 3.2.8) в середньому.

Збереження м’язової маси та більшу втрату жирової маси в основній групі можна пояснити додатковим впливом ресвератролу на метаболічні процеси. Згідно досліджень ресвератрол підвищує чутливість до інсуліну, стимулює окиснення жирів та зменшує синтез жирової тканини, що ймовірно сприяє контролю ваги і позитивно впливає на склад тіла, особливо в комплексі зі збалансованим раціоном та регулярними фізичними навантаженнями. [45]

Дотримання питного режиму та забезпечення сприятливих умов для нього, а саме: встановлення станцій води у місцях, де чоловіки найчастіше проводили час (за робочим місцем, в авто, біля ліжка), звичка брати із собою пляшку води та вживати її по спразі протягом дня, продемонстрували позитивну динаміку щодо покращення рівня гідратації організму на 2,5 ± 2,1%. Таким чином, рівень гідратації учасників обох груп в середньому збільшився до 55,2 %, що є оптимальним рівнем для чоловіків другого зрілого віку.

Таблиця 3.2.3 – Результати анкетування оцінки стану здоров’я та звичок учасників, бали

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник №** | **Основна група** | | **Контрольна група** | |
| До | Через 2 місяці | До | Через 2 місяці |
| 1 | 9 | 6 | 18 | 15 |
| 2 | 31 | 26 | 16 | 14 |
| 3 | 16 | 12 | 10 | 6 |
| 4 | 22 | 17 | 19 | 17 |
| 5 | 20 | 16 | 32 | 28 |

На заключному етапі дослідження ми запропонували учасникам повторно заповнити анкети, щоб порівняти їх бали з тими, що були на початку. В результаті основна група показала дещо більший прогрес в анкетах самооцінки здоров’я, ніж учасники контрольної групи (табл. 3.2.3).

В основній групі спостерігалося зменшення скарг на погіршення концентрації та поліпшення якості сну. Хоча і учасники контрольного групи повідомляли, що відчувають більше енергії вдень та продуктивніше справляються з поставленими задачами.

Загальні бали анкетування учасників основної групи здебільшого наблизились до показника – «добрий» та «відмінний» стан здоров’я. Один учасник із задовільними балами наблизився до рівня «добрий» (16 – 30 балів), а учасники із «добрим» рівнем здоров'я на початку дослідження, наприклад, на рівні 16 балів, отримали оцінку здоров’я – «відмінний стан».

Через 2 місяці повторно визначались дані, необхідні для прорахунку величини біологічного віку учасників.

На початку дослідження в одного з учасників основної групи був дещо підвищений систолічний артеріальний тиск – 140 мм рт. ст. Ймовірно на фоні прийому ресвератролу та дотримання збалансованого, цей показник зменшився до 132 мм рт. ст. Ми припускаємо позитивний вплив ресвератролу щодо зниження артеріального тиску. Завдяки підвищенню біодоступності оксиду азоту (NO), він сприяє розширенню судин та покрашенню кровообігу, знижуючи загальний опір судин. Це, у свою чергу, може допомогти знизити артеріальний тиск, особливо при його незначному підвищенні. Також ресвератрол може пригнічувати окиснення ліпопротеїдів низької щільності (ЛПНЩ) і таким чином захищати судини від розвитку атеросклерозу, який часто зумовлює підвищений артеріальний тиск.

Аналізуючи результат часу затримки дихання після вдиху (ЗДВ), ми помітили незначні покращення серед учасників з більш значним прогресом в учасників основної групи (табл. 3.2.4).

Таблиця 3.2.4 – Результати затримки дихання (ЗДВ) учасників, с

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник №** | **Основна група** | | **Контрольна група** | |
| До | Через 2 місяці | До | Через 2 місяці |
| 1 | 32 | 34 | 32 | 33 |
| 2 | 27 | 33 | 30 | 35 |
| 3 | 31 | 37 | 34 | 37 |
| 4 | 29 | 31 | 33 | 36 |
| 5 | 36 | 40 | 28 | 31 |

Рисунок 3.2.9 – Порівняння часу статичного балансування учасників контрольної групи через 2 місяці, с.

Результати тесту статичного балансування учасників, які допомагають оцінити роботу вестибулярного апарату та функціонального стану опорно-рухової системи у середньому покращились на 1,8 ± 0,8 с у контрольній групі (див. рис. 3.2.9).

В основній групі цей показник в середньому збільшився на 2,4 ± 1,7 с. Покращення результатів тесту на статичне балансування в основній групі, може свідчити про його можливий позитивний вплив на функціонування нервової системи, зокрема на координацію і стабільність. Дослідження стверджують, що ресвератрол здатний покращувати мікроциркуляцію, в тому числі й у головному мозку, що позитивно впливає на координацію та функціонування вестибулярного апарату [74]. Це також може сприяти кращому контролю рівноваги й збільшенню часу утримання статичної рівноваги, що було відзначено серед учасників основної групи.

Рисунок 3.2.10 – Порівняння часу статичного балансування учасників основної групи через 2 місяці, с.

Згідно нових даних ми виконали розрахунок біологічного віку учасників по формулі Войтенко через 2 місяці дослідження. І отримали такі дані (див. табл. 3.2.5).

Таблиця 3.2.5 – Порівняння відхилення біологічного віку від календарного у контрольній групі через 2 місяці

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **КВ, р.** | 38 | 40 | 43 | 41 | 39 |
| **БВ, р. напочатку** | 38,49 | 42,02 | 47,04 | 39,08 | 43,82 |

Продовження таблиці 3.2.5

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **БВ, р. через 2 місяці** | 38,10 | 41,50 | 45,80 | 38,0 | 41,20 |
| **Різниця між БВ у %** | 1,02 | 2,75 | 2,71 | 2,84 | 6,10 |

Максимальне зниження величини біологічного віку у контрольній групі склало 6, 10 % (див. табл. 3.2.5) та – 2,88 % у середньому у групі, що може свідчити про позитивний вплив збалансованого раціону, достатнього рівня гідратації та регулярної фізичної активності.

Таблиця 3.2.6 – Порівняння відхилення біологічного віку від календарного в основній групі через 2 місяці

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **КВ, р.** | 45 | 39 | 40 | 41 | 40 |
| **БВ, р. напочатку** | 48,76 | 42,30 | 39,2 | 43,6 | 41,07 |
| **БВ, р. через 2 місяці** | 45, 30 | 40, 40 | 38,10 | 40,20 | 39,60 |
| **Різниця між БВ у %** | 7,30 | 4,59 | 2,89 | 8,11 | 3,71 |

В основній групі ми отримали зменшення показника біологічного віку на 8,11 % та 7,30% у двох учасників, та 5,32 % в середньому у групі.

Це може свідчити про ймовірний позитивний вплив ресвератролу на процеси, пов'язані з уповільненням старіння та покращенням метаболічних процесів в організмі. Ресвератрол може активувати сигнальні шляхи, пов'язані зі зменшенням рівня окисного стресу і зрештою зменшувати запалення в організмі. Сукупність цих ефектів сприяє збереженню оптимального рівня здоров’я, що відображається у більшому зменшенні величини біологічного віку учасників основної групи в порівнянні з контрольною групою, яка не вживала дієтичну добавку ресвератролу.

Також ми порівняли, як змінилось відхилення біологічного віку учасників від належного біологічного наприкінці дослідження (табл. 3.2.7).

Таблиця 3.2.7 – Порівняння відхилення біологічного віку від належного біологічного віку в основній групі через 2 місяці

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **НБВ, р.** | 45,68 | 40,5 | 41,37 | 42,23 | 41,37 |
| **БВ, р. через 2 місяці** | 45, 30 | 40, 40 | 38,10 | 40,20 | 39,60 |
| **Відхилення напочатку, років** | 3,081 | 1,8 | -2,17 | 1,37 | -0,3 |
| **Відхилення через 2 місяці, років** | -0,38 | -0,1 | -3,27 | -2,03 | -1,77 |

Порівняння динаміки змін величини біологічного віку відносно належного вказує на те, що всі учасники основної групи сповільнили темп старіння і наблизились до нормальної швидкості старіння. А один учасник – до уповільненого темпу старіння (– 3,0 роки).

Таблиця 3.2.8 – Порівняння відхилення біологічного віку від належного біологічного віку у контрольній групі через 2 місяці

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **НБВ, р.** | 39,64 | 41,37 | 43,96 | 42,23 | 40,50 |
| **БВ, р. через 2 місяці** | 38,10 | 41,50 | 45,80 | 38,00 | 41,20 |
| **Відхилення напочатку, років** | -1,15 | 0,65 | 3,08 | -3,15 | 3,32 |
| **Відхилення через 2 місяці, років** | -1,54 | 0,13 | 1,84 | -4,23 | 0,7 |

Учасники контрольної групи теж сповільнили швидкість біологічного старіння організму, але в меншій мірі порівняно з основною групою (табл. 3.2.8). Максимальний результат у цій групі складає мінус 2,6 роки. В той час, як в основній групі – 3, 5 роки, що може вказувати на потенційний додатковий вплив ресвератролу у комплексній антивіковій терапії.

Перевірка координації та пригучості за пробою Абалакова через 2 місяці показала позитивні зміни в обох групах.

У контрольній групі середнє покращення висоти стрибка становило 1,3 см ± 0, 7 см, що можна пояснити впливом регулярних фізичних тренувань та переходом на збалансоване харчуванням. Зокрема, учасники з початковими показниками 36 см і 35 см досягли висоти 38 см і 36,8 см відповідно (табл. 3.2.9).

В основній групі, яка додатково приймала ресвератрол, покращення було більш вираженим, у середньому на 2,42 ± 0,6 см. Наприклад, учасник із початковим найнижчим результатом у групі – 36 см досягнув показника 38,5 см, а учасник із 41 см – 42, 8 см (табл. 3.2.9). Такі результати можуть свідчити про позитивний вплив ресвератролу на метаболічні процеси, що сприяють поліпшенню координації.

Таблиця 3.2.9 – Порівняння результатів за пробою Абалакова в обох групах через 2 місяці дослідження

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Контрольна група напочатку, см** | 41,00 | 36,00 | 41,50 | 38,00 | 35,00 |
| **Контрольна група через 2 місяці, см** | 42,00 | 38, 00 | 42, 00 | 39, 30 | 36, 80 |
| **Основна група напочатку, см** | 39,00 | 38,00 | 36,00 | 40,00 | 41,00 |
| **Основна група через 2 місяці, см** | 41, 70 | 39, 60 | 38, 50 | 43, 00 | 42,80 |

Функціональна діагностика роботи серцево-судинної системи за індексом Руф’є також показала певні зміни в результатах учасників.

У контрольній групі середній показник ЧЧС під час відновлення після виконання навантаження знизився на 1 – 2 уд./хв, що свідчить про покращення функціонального стану серцево-судинної системи, ймовірно завдяки збалансованому раціону та регулярному фізичному навантаженню. Наприклад, учасник з початковим індексом Руф’є – 6,50 отримав значення 6,20, а учасник з результатом 4,7 – 4,31 (табл. 3.2.10).

Таблиця 3.2.10 – Результати перевірки функціонального стану серцево-судинної системи за індексом Руф’є в обох групах через 2 місяці дослідження

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Учасник** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Контрольна група** | 3,40 | 4,20 | 6,50 | 2,90 | 4,70 |
| **Контрольна група через 2 місяці** | 3,20 | 3,90 | 6,20 | 2,82 | 4,31 |
| **Основна група** | 4,10 | 3,80 | 4,40 | 6,10 | 3,30 |
| **Основна група через 2 місяці** | 3,70 | 3,29 | 3,91 | 5,73 | 2,94 |

В основній групі учасників середній показник ЧЧС під час відновлення скоротився на 2 – 3 уд./хв, що може свідчити про сприятливий вплив ресвератролу на серцево-судинну систему та покращення її здатності до адаптації. Наприклад, учасник, який спочатку мав індекс Руф’є – 6,10 після двох місяців дослідження отримав результат 5,73, а учасник з 4,10 – 3,7 (табл. 3.2.10). Ці зміни можуть бути зумовлені антиоксидантними властивостями ресвератролу, серед яких покращення кровообігу та роботи серця.

**Висновки до розділу 3**

Аналіз способу життя та показників біологічного віку учасників на початку дослідження продемонстрував, що більшість із них мали порушення у харчуванні, зокрема пропуск сніданку, часте переїдання у вечірній час, споживали недостатню кількість клітковини.

Ці порушення у харчуванні разом із переважно малорухливим способом життя в робочі дні, негативно вплинули на їх самопочуття, функціональний стан серцево-судинної системи та фізичні показники відповідно вікових норм. Тому перевищення величини біологічного віку учасників відносно календарного віку було очікуваним і свідчило про необхідність корекції раціону.

Збалансоване харчування за принципом «Гарвардської тарілки» та регулярні заняття оздоровчим фітнесом сприяли покращенню метаболічного стану, функціональних показників та зниженню біологічного віку в обох групах учасників. Зокрема, в контрольній групі, яка не отримувала ресвератрол, спостерігалося максимальне зниження біологічного віку – 6,10%, в середньому – на 2,88 %, що демонструє позитивний вплив здорового способу життя на показники біологічного віку.

Проте, завдяки прийому ресвератролу 200 мг щоденно в основній групі зменшення біологічного віку було більш вираженим і досягло максимально 7,30% і 8,11% та 5,32% в середньому. Ми вважаємо, що такий ефект можна пояснити антиоксидантними та протизапальними властивостями ресвератролу, його здатністю посилювати функцію мітохондрій, покращувати метаболізм глюкози та ліпідів, а також зменшувати окисний стрес.

Ресвератрол вплинув і на інші фізіологічні і функціональні показники учасників. Зокрема, в основній групі спостерігається більша динаміка покращення координації, стрибучості за пробою Абалакова, що свідчить про позитивний вплив ресвератролу на опорно-руховий апарат. А також зниження індексу Руф'є за рахунок незначного зниження ЧСС під час відновлення. Крім того, зменшення артеріального систолічного тиску на 8 мм рт. ст. в учасника з гіпертонією вказує на покращення роботи серцево-судинної системи внаслідок прийому ресвератролу.

Таким чином, ресвератрол є перспективним як дієтична добавка, яка сприяє зниженню біологічного віку, покращенню фізичного стану та загального самопочуття чоловіків у другому періоді зрілого віку.

**ВИСНОВКИ**

1. Нами було доведено, що дієтична добавка ресвератролу може позитивно впливати на функціональний стан серцево-судинної системи, що продемонстровано результатами випробування учасників магістерського дослідження за індексом Руф’є. Так, в основній групі через 2 місяці прийому ресвератролу у дозуванні 200 мг на день середнє зниження індексу Руф’є становило – 0,82 ± 0,2.
2. Ресвератрол сприяє покращенню роботи вестибулярного апарату й координації. Це демонструють результати проби Абалакова та тестування на статичне балансування. Так, ми зафіксували поліпшення стрибучості учасників основної групи в середньому на 2,42 ± 0,6 см. Результати тесту на статичне балансування у середньому зросли на 2,4 ± 1,7 с.
3. Ресвератрол здатний покращувати кардіо-респіраторний потенціал чоловіків другого періоду зрілого віку, що відображається зростанням часу затримки дихання після вдиху (ЗДВ) + 4 ±2 с.
4. Дієтична добавка ресвератролу позитивно впливає на суб’єктивну оцінку здоров'я (СОЗ). За результатами анкетування СОЗ методу Войтенка учасники основної групи оцінили власне здоров’я вище (рівень «добре»), ніж на початку дослідження (рівень «задовільно»).
5. Ресвератрол також може зумовлювати покращення складу тіла, що було визначено за методом біоімпендансу. Так, в основній групі втрата жирової маси становила 2,49 ± 0,67 % в середньому через 2 місяці дослідження.
6. Антропометричні дані учасників зазнали позитивних змін під впливом ресвератролу. Зокрема, середнє значення ІМТ учасників основної групи знизилось з 26,73 – до 25,61. Окружність талії зменшилась в середньому на 2 ± 0,67 см.
7. Ресвератрол ймовірно може знижувати величину біологічного віку, що було продемонстровано результатами визначення біологічного віку учасників за формулою Войтенка. Зменшення біологічного віку учасників основної групи становило 8,11 % та 7,30% максимально та 5,32 % в середньому у групі. За період магістерського дослідження учасники основної групи максимально знизили швидкість біологічного старіння організму на 3,5 роки.
8. Отже, ресвератрол здатний позитивно впливати на маркери біологічного віку, зокрема на роботу серцево-судинної системи, вестибулярного апарату, координацію, затримку дихання, суб’єктивну оцінку здоров’я, антропометричні показники та склад тіла, що підтверджується відповідним випробовуванням учасників.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Li X, Ploner A, Wang Y, Magnusson PKE, Reynolds C, Finkel D, Pedersen NL, Jylhävä J, Hägg S. Longitudinal trajectories, correlations and mortality associations of nine biological ages across 20-years follow-up. eLife [Internet]. 2020 Feb 11; Available from: https://elifesciences.org/articles/51507 DOI: 10.7554/eLife.51507.2.

2. Poganik JR, Zhang B, Baht GS, Tyshkovskiy A, Deik A, Kerepesi C, et al. Biological age is increased by stress and restored upon recovery. Cell Press [Internet]. 2023 May 2; 35(5):807-820.e5. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1550413123000931 DOI: 10.1016/j.cell.2023.03.016.

3. Levine ME, Lu AT, Quach A, Chen BH, Assimes TL, Bandinelli S, et al. An epigenetic biomarker of aging for lifespan and healthspan. Aging (Albany NY) [Internet]. 2018 Apr 18; 10(4):573-591. Available from: https://www.aging-us.com/article/101414/text

4. Zhang L-X, Li C-X, Kakar MU, Khan MS, Wu P-F, Amir RM, et al. Resveratrol (RV): A pharmacological review and call for further research. Biomed Pharmacother [Internet]. 2021 Nov; 143:112164. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0753332221009483

1. Михалюк ЄЛ, Черепок ОО, Малахова СМ. Біологічний вік та кількісна оцінка рівня фізичного здоров’я людини. Навчально-методичний посібник. ЗДМУ; 2011. 115 с.

6. Jia L, Zhang W, Chen X. Common methods of biological age estimation. Clinical Interventions in Aging [Internet]. 2017 May 11; 12:759-772. Available from: https://www.dovepress.com/common-methods-of-biological-age-estimation-peer-reviewed-fulltext-article-CIA DOI: 10.2147/CIA.S134921.

7. Levine ME. Modeling the rate of senescence: can estimated biological age predict mortality more accurately than chronological age? The Journals of Gerontology. 2013 Jun;68(6):667–674. Available from: <https://academic.oup.com/biomedgerontology/article-abstract/68/6/667/873700?redirectedFrom=fulltext&login=false>. DOI:10.1093/gerona/gls233.

8. Li Z, Zhang W, Duan Y, Niu Y, Chen Y, Liu X, et al. Progress in biological age research. Front Public Health. 2023 Apr 12;11:1074274. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10130645/>. DOI:10.3389/fpubh.2023.1074274.

9. Фединяк Н, Мицкан Б. Біологічний вік і темп старіння людей різних вікових груп. Молодіжний науковий вісник. 2013;(45):50 с.

10. Киселевська СМ, Євсюкова ТВ, уклад. Здоров’я та біологічний вік: методичні вказівки для студентів спеціальної медичної групи. К.: КНУБА; 2017. 27 с.

11. Dubiel A. Bioelectrical impedance analysis in medicine. World Scientific News. 2019;125:127-138. Available from: https://worldscientificnews.com/bioelectrical-impedance-analysis-in-medicine/

12. Buffa R, Floris GU, Putzu PF, Marini E. Body composition variations in ageing. Coll Antropol. 2011;35:259-265. Available from: https://www.researchgate.net/profile/Elisabetta-Marini/publication/51213811\_Body\_composition\_variation\_in\_ageing/links/0fcfd50853e23e9501000000/Body-composition-variation-in-ageing.pdf?origin=publication\_detail.

13. Гриньків МЯ, Вовканич ЛС, Музика ФВ. Спортивна морфологія (з основами вікової морфології): навч. посіб. Л.: ЛДУФК; 2015. 304 с.

14. Case MA, Burwick HA, Volpp KG, Patel MS. Accuracy of smartphone applications and wearable devices for tracking physical activity data. JAMA. 2015;313(6):625-626. Available from: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2108876>. DOI:10.1001/jama.2014.17841.

15. Evenson KR, Goto MM, Furberg RD. Systematic review of the validity and reliability of consumer-wearable activity trackers. Int J Behav Nutr Phys Act. 2015;12:159. Available from: https://ijbnpa.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12966-015-0314-1. DOI:10.1186/s12966-015-0314-1.

16. Wright SP, Brown TS, Collier SR, Sandberg K. How consumer physical activity monitors could transform human physiology research. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. 2017;312(3). Available from: https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpregu.00349.2016. DOI:10.1152/ajpregu.00349.2016.17.

17. Biological Age Calculator [Internet]. Calculator-online.net. Available from: https://calculator-online.net/biological-age-calculator/. Accessed 2024

18. Biological Age Calculator [Internet]. AgelessRx. Available from: https://bioagecalculator.agelessrx.com/. Accessed 2024

19. Calculate Your Heart Age [Internet]. NHS. Available from: https://www.nhs.uk/health-assessment-tools/calculate-your-heart-age/details. Accessed 2024

20. Gligorijević N, Stanić-Vučinić D, Radomirović M, Stojadinović M, Khulal U, Nedić O, Ćirković Veličković T. Role of resveratrol in prevention and control of cardiovascular disorders and cardiovascular complications related to COVID-19 disease: mode of action and approaches explored to increase its bioavailability. Molecules. 2021;26(10):2834. Available from: https://www.mdpi.com/1420-3049/26/10/2834. DOI:10.3390/molecules26102834.

21. Faisal Z, Mazhar A, Batool SA, Akram N, Hassan M, Khan MU, Afzaal M, Ul Hassan U. Exploring the multimodal health-promoting properties of resveratrol: A comprehensive review. Food Science & Nutrition [Internet]. 2024 Jan 28; Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/fsn3.3933> DOI: 10.1002/fsn3.3933

22. Shaito A, Posadino AM, Younes N, Hasan H, Halabi S, Alhababi D, Nasrallah GK, Eid AH, Pintus G. Potential adverse effects of resveratrol: a literature review. International Journal of Molecular Sciences [Internet]. 2018;19(7):1955. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6207623/ DOI: 10.3390/ijms19071955

23. Kovacic P, Somanathan R. Multifaceted approach to resveratrol bioactivity: Focus on antioxidant action, cell signaling and safety. Oxid Med Cell Longev. 2010 Mar-Apr;3(2):86-100. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2952093/ DOI: 10.4161/oxim.3.2.11147.

24. Malaguarnera L. Influence of Resveratrol on the Immune Response. Nutrients. 2019 Apr 26;11(5):946. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6566902/ DOI: 10.3390/nu11050946

25. Piotrowska H, Kucinska M, Murias M. Biological activity of piceatannol: Leaving the shadow of resveratrol. Mutation Research/Reviews in Mutation Research. 2012 Jan-Mar;750(1):60-82. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383574211000974

26. Sharma S, Chopra K, Kulkarni SK, Agrewala JN. Resveratrol and curcumin suppress immune response through CD28/CTLA-4 and CD80 co-stimulatory pathway. Clin Exp Immunol. 2007 Jan;147(1):155-63. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1810449/. DOI: 10.1111/j.1365-2249.2006.03257.x.

27. Brown VA, Patel KR, Viskaduraki M, Crowell JA, Perloff M, Booth TD, Vasilinin G, Sen A, Schinas AM, Piccirilli G, Brown K, Steward WP, Gescher AJ, Brenner DE. Repeat dose study of the cancer chemopreventive agent resveratrol in healthy volunteers: safety, pharmacokinetics, and effect on the insulin-like growth factor axis. Cancer Res. 2010 Nov 15;70(22):9003-11. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2982884/. DOI: 10.1158/0008-5472.CAN-10-2364

28. James A. Crowell, Peter J. Korytko, Robert L. Morrissey, Tristan D. Booth, Barry S. Levine. Resveratrol-Associated Renal Toxicity. Toxicological Sciences. Volume 82, Issue 2, December 2004, Pages 614–619. Available from: https://academic.oup.com/toxsci/article-abstract/82/2/614/1656888?redirectedFrom=fulltext. DOI: 10.1093/toxsci/kfh263.

29. la Porte, C., Voduc, N., Zhang, G. et al. Steady-State Pharmacokinetics and Tolerability of Trans-Resveratrol 2000mg Twice Daily with Food, Quercetin and Alcohol (Ethanol) in Healthy Human Subjects. Clin Pharmacokinet. 2010; 49: 449–454. Available from: https://link.springer.com/article/10.2165/11531820-000000000-00000#citeas. DOI: 10.2165/11531820-000000000-00000

30. Gal R, Deres L, Toth K, Halmosi R, Habon T. The Effect of Resveratrol on the Cardiovascular System from Molecular Mechanisms to Clinical Results. Int J Mol Sci. 2021 Sep 21;22(18):10152. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8466271/. DOI: 10.3390/ijms221810152

31. Feng H, Mou SQ, Li WJ, Zhang N, Zhou ZY, Ding W, Bian ZY, Liao HH. Resveratrol Inhibits Ischemia-Induced Myocardial Senescence Signals and NLRP3 Inflammasome Activation. Oxid Med Cell Longev. 2020 Aug 25;2020:2647807. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7468658/. DOI: 10.1155/2020/2647807.

32. Shang X, Lin K, Yu R, Zhu P, Zhang Y, Wang L, Xu J, Chen K. Resveratrol Protects the Myocardium in Sepsis by Activating the Phosphatidylinositol 3-Kinases (PI3K)/AKT/Mammalian Target of Rapamycin (mTOR) Pathway and Inhibiting the Nuclear Factor-κB (NF-κB) Signaling Pathway. Med Sci Monit. 2019 Dec 6;25:9290-9298. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6911307/.DOI: 10.12659/MSM.918369.

33. Abedini E, Khodadadi E, Zeinalzadeh E, Moaddab SR, Asgharzadeh M, Mehramouz B, Dao S, Samadi Kafil H. A comprehensive study on the antimicrobial properties of resveratrol as an alternative therapy. Evid Based Complement Alternat Med. 2021;2021:8866311. doi: 10.1155/2021/8866311. Available from: https://www.hindawi.com/journals/ecam/2021/8866311/ DOI: 10.1155/2021/8866311.

34. Repossi G, Das UN, Eynard AR. Molecular Basis of the Beneficial Actions of Resveratrol. Arch Med Res. 2020 Jan;51(1):45-55. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0188440919313293 DOI: 10.1016/j.arcmed.2020.01.010.

35. De Souza H F. Resveratrol can combat Alzheimer's via inflammatory suppression, study shows. News Medical. Feb 5, 2024. Available from: https://www.news-medical.net/news/20240205/Resveratrol-can-combat-Alzheimers-via-inflammatory-suppression-study-shows.aspx DOI: 10.1016/j.arcmed.2020.01.010.

36. Azargoonjahromi A, Abutalebian F. Unraveling the therapeutic efficacy of resveratrol in Alzheimer's disease: an umbrella review of systematic evidence. Nutr Metab (Lond). 2024 Mar 19;21(1):15. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10953289/. DOI: 10.1186/s12986-024-00792-1.

37. Kodali M, Parihar VK, Hattiangady B, Mishra V, Shuai B, Shetty AK. Resveratrol prevents age-related memory and mood dysfunction with increased hippocampal neurogenesis and microvasculature, and reduced glial activation. Sci Rep. 2015 Jan 28;5:8075. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4894403/. DOI: 10.1038/srep08075.

38. de Ligt M, Timmers S, Schrauwen P. Resveratrol and obesity: Can resveratrol relieve metabolic disturbances? Biochim Biophys Acta (BBA) - Mol Basis Dis. 2015 Jun;1852(6):1137-44. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925443914003421. DOI: 10.1016/j.bbadis.2014.11.012.

39. Lagouge M, Argmann C, Gerhart-Hines Z, Meziane H, Lerin C, Daussin F, Messadeq N, Milne J, Lambert P, Elliott P, Geny B, Laakso M, Puigserver P, Auwerx J. Resveratrol Improves Mitochondrial Function and Protects against Metabolic Disease by Activating SIRT1 and PGC-1α. Cell. 2016 Dec 15;127(6):1109-22. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092867406014280. DOI: 10.1016/j.cell.2006.11.013.

40. Brasnyó P, Molnár GA, Mohás M, et al. Resveratrol improves insulin sensitivity, reduces oxidative stress and activates the Akt pathway in type 2 diabetic patients. British Journal of Nutrition. 2011;106(3):383-389. Available from: https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/resveratrol-improves-insulin-sensitivity-reduces-oxidative-stress-and-activates-the-akt-pathway-in-type-2-diabetic-patients/A6F17DBF3B89379A4F5892411795FC34. DOI: 10.1017/S0007114511000316

41. Jeon BT, Jeong EA, Shin HJ, Lee Y, Lee DH, Kim HJ, Kang SS, Cho GJ, Choi WS, Roh GS. Resveratrol attenuates obesity-associated peripheral and central inflammation and improves memory deficit in mice fed a high-fat diet. Diabetes. 2012 Jun;61(6):1444–1454. Available from: https://diabetesjournals.org/diabetes/article/61/6/1444/15222/Resveratrol-Attenuates-Obesity-Associated. DOI: 10.2337/db11-1498

42. Sun C, Ghosh A, Cordero P, et al. SIRT1 improves insulin sensitivity under insulin-resistant conditions by repressing PTP1B. Cell Metabolism. 2017 Oct;6(4):307-319. Available from: https://www.cell.com/AJHG/fulltext/S1550-4131(07)00259-8. DOI: 10.1016/j.cmet.2007.08.005.

43. Yoshino J, Baur JA, Imai S, et al. Resveratrol supplementation does not improve metabolic function in nonobese women with normal glucose tolerance. Cell Metabolism. 2012 Nov;16(5):658-664. Available from: https://www.cell.com/cell-metabolism/fulltext/S1550-4131(12)00399-3. DOI: 10.1016/j.cmet.2012.10.005

44. Jimenez-Gomez Y, et al. Resveratrol Improves Adipose Insulin Signaling and Reduces the Inflammatory Response in Adipose Tissue of Rhesus Monkeys on High-Fat, High-Sugar Diet. Cell Metabolism. 2013;18(4):533-545. Available from: https://www.cell.com/cell-metabolism/fulltext/S1550-4131(13)00372-0

45. Kang W, Hong HJ, Guan J, Kim DG, Yang E-J, Koh G, Park D, Han CH, Lee Y-J, Lee D-H. Resveratrol improves insulin signaling in a tissue-specific manner under insulin-resistant conditions only: in vitro and in vivo experiments in rodents. Metabolism. 2011;60(12):1894-1901. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026049511002691. DOI: 10.1016/j.metabol.2011.08.003.

46. van Herpen NA, Schrauwen-Hinderling VB, Schaart G, Mensink RP, Schrauwen P. Three weeks on a high-fat diet increases intrahepatic lipid accumulation and decreases metabolic flexibility in healthy overweight men. J Clin Endocrinol Metab. 2011;96(4). Available from: https://academic.oup.com/jcem/article-abstract/96/4/E691/2720888. DOI: 10.1210/jc.2010-2243.

47. Purushotham A, Jha P, Xie Z, et al. Hepatocyte-Specific Deletion of SIRT1 Alters Fatty Acid Metabolism and Results in Hepatic Steatosis and Inflammation. Cell Metab. 2009;9(4):327-338. Available from: https://www.cell.com/AJHG/fulltext/S1550-4131(09)00060-6. DOI: 10.1016/j.cmet.2009.02.005.

48. Baur J, Pearson K, Price N, et al. Resveratrol improves health and survival of mice on a high-calorie diet. Nature. 2006;444:337-342. Available from: https://www.nature.com/articles/nature05354. DOI: 10.1038/nature05354.

49. Poulsen MM, Vestergaard PF, Clasen BF, Radko Y, Christensen LP, Stødkilde-Jørgensen H, Møller N, Jessen N, Pedersen SB, Jørgensen JOL. High-Dose Resveratrol Supplementation in Obese Men: An Investigator-Initiated, Randomized, Placebo-Controlled Clinical Trial of Substrate Metabolism, Insulin Sensitivity, and Body Composition. Diabetes. 2013;62(4):1186–1195. Available from: https://diabetesjournals.org/diabetes/article/62/4/1186/17546. DOI: 10.2337/db12-0975.

50. Ginés C, Cuesta S, Kireev R, García C, Rancan L, Paredes SD, Vara E, Tresguerres JAF. Protective effect of resveratrol against inflammation, oxidative stress and apoptosis in pancreas of aged SAMP8 mice. Exp Gerontol. 2017 Apr;90:61-70. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0531556516304156?via%3Dihub. DOI: 10.1016/j.exger.2017.01.02

51. Wang N, Luo Z, Jin M, Sheng W, Wang H, Long X, Wu Y, Hu P, Xu H, Zhang X. Exploration of age-related mitochondrial dysfunction and the anti-aging effects of resveratrol in zebrafish retina. Aging (Albany NY). 2019 May 19; 11:3117-3137. Available from: https://www.aging-us.com/article/101966/text. DOI: 10.18632/aging.101966.

52. Chaplin A, Carpéné C, Mercader J. Resveratrol, Metabolic Syndrome, and Gut Microbiota. Nutrients. 2018; 10(11):1651. Available from: https://www.mdpi.com/2072-6643/10/11/1651. DOI: 10.3390/nu10111651.

53. Hector KL, Lagisz M, Nakagawa S. The effect of resveratrol on longevity across species: a meta-analysis. Biol Lett. 2012; 8(5): 874-877. Available from: https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2012.0316. DOI: 10.1098/rsbl.2012.0316.

54. Ren J, Wang Y, Zhang X, et al. Targeting autophagy in aging and aging-related cardiovascular diseases. Trends Pharmacol Sci. 2018;39(12):1064-1076. Available from: https://www.cell.com/trends/pharmacological-sciences/abstract/S0165-6147(18)30183-4. DOI: 10.1016/j.tips.2018.09.001.

55. Ajoolabady A, Aslkhodapasandhokmabad H, Aghanejad A, Zhang Y, Ren J. Mitophagy receptors and mediators: therapeutic targets in the management of cardiovascular ageing. Ageing Res Rev. 2020;62:101129. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568163720302646. DOI: 10.1016/j.arr.2020.101129.

56. Morselli, E., Maiuri, M., Markaki, M., et al. Caloric restriction and resveratrol promote longevity through the Sirtuin-1-dependent induction of autophagy. Cell Death Dis. 2010;1. Available from: https://www.nature.com/articles/cddis20098. DOI: 10.1038/cddis.2009.8.

57. Costa, C., Lodesani, M., & Maistrello, L. Effect of thymol and resveratrol administered with candy or syrup on the development of Nosema ceranae and on the longevity of honeybees (Apis mellifera L.) in laboratory conditions. Apidologie. 2010;41:141–150. Available from: https://link.springer.com/article/10.1051/apido/2009070. DOI: 10.1051/apido/2009070.

58. Chandrashekara, K. T., & Shakarad, M. N. Aloe vera or Resveratrol Supplementation in Larval Diet Delays Adult Aging in the Fruit Fly, Drosophila melanogaster. The Journals of Gerontology: Series A. 2011;66A(9):965–971. Available from: https://academic.oup.com/biomedgerontology/article-abstract/66A/9/965/613413?redirectedFrom=fulltext. DOI: 10.1093/gerona/glr103.

59. Khan, M., Park, S., Kim, H.-J., Lee, K.-J., Kim, D.H., Baek, S.-H., & Hong, S.-T. The Resveratrol Rice DJ526 Callus Significantly Increases the Lifespan of Drosophila (Resveratrol Rice DJ526 Callus for Longevity). Nutrients. 2019; 11(5):983. Available from: https://www.mdpi.com/2072-6643/11/5/983. DOI: 10.3390/nu11050983.

60. Yu, X., & Li, G. Effects of resveratrol on longevity, cognitive ability, and aging-related histological markers in the annual fish Nothobranchius guentheri. Experimental Gerontology. 2012; 47(11): 805-813. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0531556512002343. DOI: 10.1016/j.exger.2012.08.009.

61. Gerhardt, E., Gräber, S., Szegő, É. M., Moisoi, N., Martins, L. M., Outeiro, T. F., & Kermer, P. Idebenone and resveratrol extend lifespan and improve motor function of HtrA2 knockout mice. PLoS ONE. 2011; 6(12): e28855. Available from: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0028855. DOI: 10.1371/journal.pone.0028855.

62. Howitz, K., Bitterman, K., Cohen, H. et al. Small molecule activators of sirtuins extend Saccharomyces cerevisiae lifespan. Nature. 2003; 425: 191–196. Available from: https://www.nature.com/articles/nature01960. DOI: 10.1038/nature01960.

63. Zang, M., Xu, S., Maitland-Toolan, K. A., et al. Polyphenols stimulate AMP-activated protein kinase, lower lipids, and inhibit accelerated atherosclerosis in diabetic LDL receptor–deficient mice. Diabetes. 2006; 55(8): 2180–2191. Available from: https://diabetesjournals.org/diabetes/article/55/8/2180/12397/Polyphenols-Stimulate-AMP-Activated-Protein-Kinase. DOI: 10.2337/db05-1188.

64. Cottart, C.-H., Nivet-Antoine, V., & Beaudeux, J.-L. Review of recent data on the metabolism, biological effects, and toxicity of resveratrol in humans. Molecular Nutrition & Food Research. 2013. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/mnfr.201200589. DOI: 10.1002/mnfr.201200589.

65. Vang, O., Ahmad, N., Baile, C.A., Baur, J.A., Brown, K., Csiszar, A., et al. What is new for an old molecule? Systematic review and recommendations on the use of resveratrol. PLoS One. 2011. Available from: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0019881 DOI: 10.1371/journal.pone.0019881.

66. Sharma, G., Goodwin, J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. Clinical Interventions in Aging. 2006; 1(3):253–260. Available from: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.2147/ciia.2006.1.3.253 DOI: 10.2147/ciia.2006.1.3.253.

67. Navarro S, Reddy R, Lee J, Warburton D, Driscoll B. Inhaled resveratrol treatments slow ageing-related degenerative changes in mouse lung. Thorax. 2017;72(5):451–459. Available from: https://thorax.bmj.com/content/72/5/451.full. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2016-208964.

68. Cao Q, Jing C, Tang X, Yin Y, Han X, Wu W. Protective effect of resveratrol on acute lung injury induced by lipopolysaccharide in mice. Anat Rec (Hoboken). 2011;294(3):527–532. Available from: https://doi.org/10.1002/ar.21331. DOI: 10.1002/ar.21331.

69. Torregrosa-Muñumer R, Vara E, Fernández-Tresguerres J, et al. Resveratrol supplementation at old age reverts changes associated with aging in inflammatory, oxidative and apoptotic markers in rat heart. Eur J Nutr. 2021;60(5):2683–2693. Available from: https://doi.org/10.1007/s00394-020-02457-0. DOI: 10.1007/s00394-020-02457-0.

70. Олійник НА. Рухова активність і здоров'я різних верств населення: методичні вказівки для студентів та викладачів. Вінниця: ВНАУ; 2018. 55 с.

71. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. Age Ageing. 2019;48(1):16–31. Available from: https://doi.org/10.1093/ageing/afy169. DOI: 10.1093/ageing/afy169.

72. Morley JE, Abbatecola AM, Argiles JM, Baracos V, Bauer J, Bhasin S, et al. Sarcopenia with limited mobility: An international consensus. J Am Med Dir Assoc. 2011;12(6):403–409. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1525861011001423. DOI: 10.1016/j.jamda.2011.05.021.

73. Argilés JM, Campos N, Lopez-Pedrosa JM, Rueda R, Rodriguez-Mañas L. Skeletal muscle regulates metabolism via interorgan crosstalk: Roles in health and disease. J Am Med Dir Assoc. 2016;17(9):789–796. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S152586101630113X. DOI: 10.1016/j.jamda.2016.04.014.

74. Seidler RD, Bernard JA, Burutolu TB, Fling BW, Gordon MT, Gwin JT, et al. Motor control and aging: Links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. Neurosci Biobehav Rev. 2010;34(5):721–733. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0149763409001596. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2009.10.004.

75. Kostrominova TY, Brooks SV. Age-related changes in structure and extracellular matrix protein expression levels in rat tendons. Age (Dordr). 2013;35(6):2203–2214. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3824999/. DOI: 10.1007/s11357-013-9514-2.

76. Chistiakov DA, Sobenin IA, Revin VV, Orekhov AN, Bobryshev YV. Mitochondrial aging and age-related dysfunction of mitochondria. Biomed Res Int. 2014;2014:238463. Available from: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4003832/. DOI: 10.1155/2014/238463.

77. Palmer CS, Osellame LD, Stojanovski D, Ryan MT. The regulation of mitochondrial morphology: Intricate mechanisms and dynamic machinery. Cell Signal. 2011;23(10):1534–1545. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0898656811001707. DOI: 10.1016/j.cellsig.2011.04.003.

78. Brodkey FD, Dugdale DC, Conaway B, A.D.A.M. Editorial team. Aging changes in hormone production. MedlinePlus. Available from: https://medlineplus.gov/ency/article/004000.htm.

79. Brodkey FD, Dugdale DC, Conaway B, A.D.A.M. Editorial team. Aging changes in the immune system. MedlinePlus. Available from: https://medlineplus.gov/ency/article/004006.htm.

80. Pelc C. Aging human body experiences ‘really dramatic changes’ at 2 ages: study. Medical News Today. Available from: https://www.medicalnewstoday.com/articles/aging-human-body-dramatic-molecular-changes-40s-60s.

81. Shen X, Wang C, Zhou X, et al. Nonlinear dynamics of multi-omics profiles during human aging. Nat Aging. 2024. Available from: https://doi.org/10.1038/s43587-024-00692-2. DOI: 10.1038/s43587-024-00692-2.

82. Єжова О.О. Здоровий спосіб життя : навч. посіб. Суми : Університет. кн., 2011. 127 с.

83. Круцевич Т.Ю., Безверхня Г.В. Рекреація у фізичній культурі різних груп населення : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. К. : Олімпійська література, 2010. 248 с.

84. Harvard T.H. Chan School of Public Health. Healthy Eating Plate. [Internet]. Available from: <https://nutritionsource.hsph.harvard.edu/healthy-eating-plate/>

85. Міністерство охорони здоров’я України. Чому важливо вимірювати окружність талії? [Інтернет]. Київ: Міністерство охорони здоров’я України; [оновлено 2022 груд]. Доступно: https://moz.gov.ua/uk/chomu-vazhlivo-vimirjuvati-okruzhnist-talii

86. Janssen I, Heymsfield SB, Wang Z, Ross R. Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18–88 yr. J Appl Physiol. 2010 Jul;89(1):81-88.]. Available from: <https://journals.physiology.org/doi/full/10.1152/jappl.2000.89.1.81> DOI: 10.1152/jappl.2000.89.1.81.

ДОДАТКИ

**Додаток А**

Запитання для анкети для самооцінки здоров’я за методом Войтенка.

1. Чи хвилює Вас головний біль?

2. Чи можна сказати, що Ви легко просинаєтесь від любого шуму?

3. Чи хвилює Вас біль в області серця?

4. Чи вважаєте Ви, що у Вас погіршився зір?

5. Чи вважаєте Ви, що у Вас погіршився слух?

6. Чи намагаєтесь Ви пити тільки кип’ячену воду?

7. Чи уступають Вам молодші місто в міському транспорті?

8. Чи хвилює Вас біль в суглобах?

9. Чи впливає на Ваше самопочуття зміна погоди?

10. Чи бувають у Вас періоди, коли через хвилювання Ви втрачаєте сон?

11. Чи хвилюють Вас закрепи?

12. Чи хвилює Вас біль в області печінки (у правому підребер’ї)?

13. Чи бувають у Вас запаморочення?

14. Чи стало Вам концентруватися важче, ніж в минулі роки?

15. Чи хвилює Вас ослаблення пам’яті?

16. Чи відчуваєте Ви в різних місцях тіла печію, поколювання, "повзання комашок"?

17. Чи хвилює Вас шум чи дзвін у вухах?

18. Чи тримаєте Ви для себе в домашній аптечці один з наступних медикаментів: валідол, нітрогліцерин, серцеві краплі?

19. Чи бувають у Вас набряки на ногах?

20. Чи вимушені Ви відмовитись від деяких страв?

21. Чи буває у Вас задуха при швидкій ході?

22. Чи хвилює Вас біль в області попереку?

23. Чи доводилося Вам застосовувати з лікувальною метою яку-небудь мінеральну воду?

24. Чи можна сказати, що Ви почали легко плакати?

25. Чи відвідуєте Ви пляж?

26. Чи вважаєте Ви, що зараз такі же роботоспроможні, як колись?

27. Чи бувають у Вас такі періоди, коли Ви відчуваєте себе радісно збуджено, щасливо?

28. Як Ви оцінюєте стан свого здоров’я?

**Додаток Б**

Анкета харчових звичок

* **Як часто ви пропускаєте сніданок?**
* Рідко або ніколи
* 1-2 рази на тиждень
* 3-4 рази на тиждень
* Майже щодня
* **Як часто ви відчуваєте потребу в перекусах протягом робочого дня?**
* Рідко або ніколи
* 1-2 рази на день
* 3-4 рази на день
* Постійно
* **Чи часто ви вживаєте їжу за робочим столом?**
* Ніколи
* Рідко (1-2 рази на тиждень)
* Часто (3-4 рази на тиждень)
* Щодня
  + - * **Як часто ви вечеряєте після 20:00?**
* Рідко або ніколи
  + - * 1-2 рази на тиждень
      * 3-4 рази на тиждень
      * Майже щодня

*Продовження анкети*

* **Якщо порівняти з іншими прийомами їжі вечеря буде?**
* Найбільший прийом їжі
* Така як і інша прийоми
* Найменший прийом їжі
* **Чи відчуваєте ви важкість або здуття після вживання їжі?**
* Ніколи
* Рідко (1-2 рази на тиждень)
* Часто (3-4 рази на тиждень)
* Постійно
* **Як часто ви відчуваєте бажання перекусити ввечері після основної вечері?**
* Ніколи
* Рідко (1-2 рази на тиждень)
* Часто (3-4 рази на тиждень)
* Щодня
* **Чи плануєте ви заздалегідь свої прийоми їжі?**
* Так, завжди
* Іноді планую
* Зазвичай не планую
* **Як ви оцінюєте свій поточний режим харчування?**
* Задовільний, здоровий
* Потребує покращення
* Незадовільний, хаотичний

**Додаток В**

Шановний респонденте!

Запрошуємо вас взяти участь в опитуванні, що проводить Національний університет фізичного виховання і спорту в рамках дослідницької дипломної роботи магістра. Метою опитування є: суб’єктивна оцінка стану здоров’я, самопочуття та показників біологічного віку .

**• Як би ви оцінили загальний стан здоров’я?**

a) Відмінний

b) Добрий

c) Задовільний

d) Поганий

• **Чи маєте ви хронічні захворювання (діабет, гіпертонія, хвороби серця тощо)?**

• Так

• Ні

**• Як часто займаєтесь фізичною активністю (мінімум 30 хвилин на день)?**

• Щодня

• 3-5 разів на тиждень

• 1-2 рази на тиждень

• Рідше

**• Скільки годин зазвичай спите за добу?**

• Менше 5 годин

• 5-6 годин

*Продовження анкети*

• 7-8 годин

• Більше 8 годин

**• Чи курите ви?**

• Так, регулярно

• Так, зрідка

• Ні, кинув

• Ні, ніколи не курив

**• Як часто ви вживаєте алкогольні напої?**

• Щодня

• 1-2 рази на тиждень

• Рідше 1 разу на тиждень

• Не вживаю взагалі

**• Як ви харчуєтесь?**

• Збалансовано, з достатньою кількістю овочів і фруктів

• Їм нерегулярно, з переважанням жирної та обробленої їжі

• Дотримуюсь спеціальної дієти

**• Як часто ви відчуваєте стрес?**

• Постійно

• Часто

• Іноді

• Рідко

*Продовження анкети*

**• Чи відчуваєте ви втому або брак енергії протягом дня?**

• Часто

• Іноді

• Рідко

• Ніколи

**• Чи маєте ви регулярні проблеми зі сном (безсоння, проблеми із засинанням)?**

• Так

• Ні

**• Який у вас рівень фізичної витривалості? (як довго ви можете активно рухатися без відчуття втоми?)**

• Високий

• Середній

• Низький

**• Чи є у вас захворювання опорно-рухової системи (артрит, остеопороз, бурсит тощо)?**

• Так

• Ні

**• Чи берете ви участь у регулярних медичних оглядах або обстеженнях?**

• Так, регулярно

• Рідко

• Ніколи

*Кінець анкети*

**• Як би ви оцінили свою здатність запам'ятовувати інформацію?**

• Дуже добре

• Добре

• Задовільно

• Погано

**• Чи помічали ви зміни у вашій шкірі (втрата еластичності, сухість, зморшки)?**

• Так

• Ні

**• Як часто ви відчуваєте біль у спині або шиї?**

• Часто

• Іноді

• Рідко

• Ніколи

**Як часто ви відчуваєте втрату концентрації?**

• Щодня

• Іноді

• Майже ніколи

**• Чи вживаєте ви вітаміни або інші добавки для підтримки здоров’я?**

• Так

• Ні