

• ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ, МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ  
ТА ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ

УДК 57.017.6:796.012.3

**БІОЛОГІЧНІ МЕХАНІЗМИ СТАРІННЯ  
І РУХОВА АКТИВНІСТЬ ЛЮДИНИ**

**Георгій КОРОБЕЙНИКОВ**

*Національний університет  
фізичного виховання і спорту України*

**Анотація.** Одними з основних чинників, які впливають на темпи старіння організму людини, є здоровий спосіб життя та рівень рухової активності людини. У статті подані результати дослідження біологічних механізмів старіння та взаємозв'язку темпів старіння організму людини з рівнем її рухової активності. Здоровий спосіб життя й висока рухова активність сприяють зниженню значень біологічного віку. В результаті дослідження виявлено, що високий рівень рухової активності позитивно впливає на функції кардіо-респіраторної системи та уповільнює темпи старіння організму. Для осіб із індивідуальним ставленням до рухової активності та здорового способу життя характерним є прискорення темпів старіння організму.

**Ключові слова:** старіння, біологічний вік, здоровий спосіб життя, рухова активність.

**Постановка проблеми.** Старіння – процес неминучий, який спрямований на інволюцію основних фізіологічних систем організму людини. Результатом старіння є старість, але детермінованості процесів вікової деградації організму можна протиставити превентивні механізми. Зокрема, важливо знати причини прискорення процесів вікової інволюції.

Згідно з даними сучасної геронтології [1, 2, 3, 4, 15], основними причинами старіння людини є:

- надлишок вільних радикалів у клітинах;
- підвищений рівень інсуліну й кортизолу, гормонів старіння;
- зниження рівня тестостерону, естерогену, прогестерону, мелатоніну;
- апоптоз клітин.

Найпоширенішими теоріями (гіпотезами) старіння є: молекулярно-генетичні та стохастичні (імовірності). Серед молекулярно-генетичних теорій старіння можна виокремити:

- теломерну теорію старіння;
- елеваційну (онтогенетичну) теорію старіння;
- адаптаційно-регуляторну теорію старіння.

Стохастичні теорії старіння виділяють:

- теорію вільних радикалів;
- "старіння за помилкою";
- теорію апоптозу (самогубство клітин);

1961 року американський геронтолог Л. Хейфлік встановив, що фібробласти (клітини шкіри) у культурі здатні пройти  $50 \pm 2$  цикли поділу – "межа Хейфліка" [16]. 1971 року А.М. Оловников пояснив цей феномен вкороченням під час кожного поділу соматичних клітин кінцевих ділянок їхніх хромосом – теломерів [5, 6].

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження виконано в межах наукової теми 2.4.8. "Діагностика психофізичних станів спортсменів високої кваліфікації" Зведеного плану науково-дослідної роботи у сфері фізичної культури і спорту Міністерства України у справах сім'ї, молоді та спорту на 2006 – 2010 рр.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** В.М. Дільман запропонував та обґрунтував ідею існування єдиного регуляторного механізму, який визначає закономірності виникнення

і розвитку в організмі у процесі онтогенезу різних регуляторних систем (концепція В.М. Дільмана [3]). Таким механізмом, за його визначенням, є вікове підвищення порогу чутливості гіпоталамусу до регуляторних гомеостатичних сигналів. Наслідком аналогічних вікових змін у системі метаболічного гомеостату є наростання з віком вмісту жирової тканини, зниження чутливості тканини до інсуліну та атеросклероз.

Згідно з даними В.В. Фролькіса [10, 11, 12], старіння – це процес зниження адаптаційних можливостей організму, обумовлений взаємодією між фенотиповими та генетичними факторами. На основі цього визначення В.В. Фролькісом запропоновував адаптаційно-регуляторну теорію вікового розвитку і старіння організму [13]. Згідно з адаптаційно-регуляторною теорією, старіння генетично не запрограмоване, але детерміноване та визначається особливостями біологічної організації та життєдіяльності організму. Кожна біологічна система має відповідний потенціальний запас своїх функціональних можливостей, спрямованих на збереження внутрішньої структури та функції – гомеостазу. Зміни гомеостазу в часі (у динаміці вікового розвитку) визначаються як гомеорезис. В.В. Фролькіс встановив, що гомеорезис відображає "біологічний паспорт" людини й об'єктивно характеризує її біологічний вік (рис. 1) [11]. Поряд із деградацією у процесі старіння в організмі активуються адаптаційно-регуляторні зміни. Загалом, такі адаптаційні реакції спрямовані на підвищення рівня життєдіяльності організму. Цей феномен академік В.В. Фролькіс (1993) назвав процесом вітаукту (*vita* – життя, *auctum* – збільшувати).

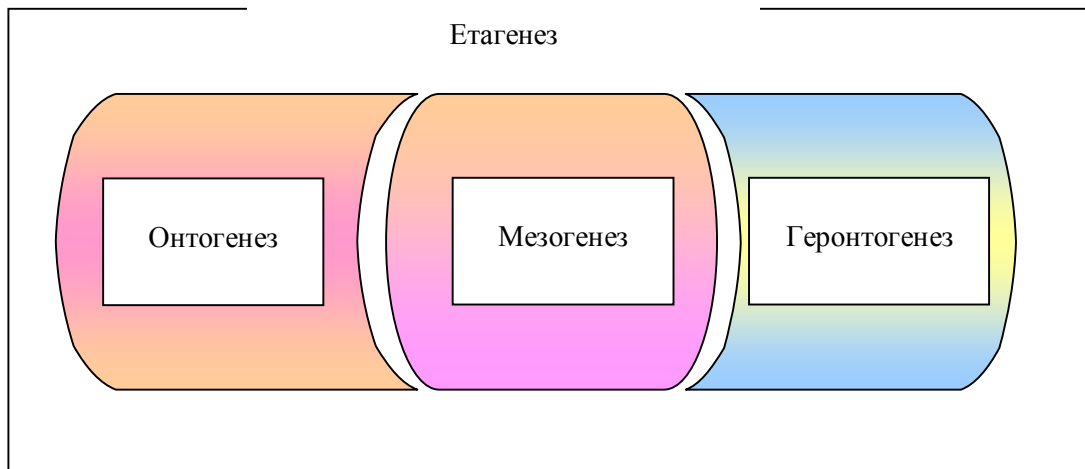


Рис. 1. Схема періодів вікового розвитку (етагенезу)  
(за В.В. Фролькісом, 1993)

На рисунку 2 схематично показано схему взаємодії процесів старіння та вітаукту. Згідно з цією схемою, активація процесів вітаукту впливає на рівень працездатності організму людини.

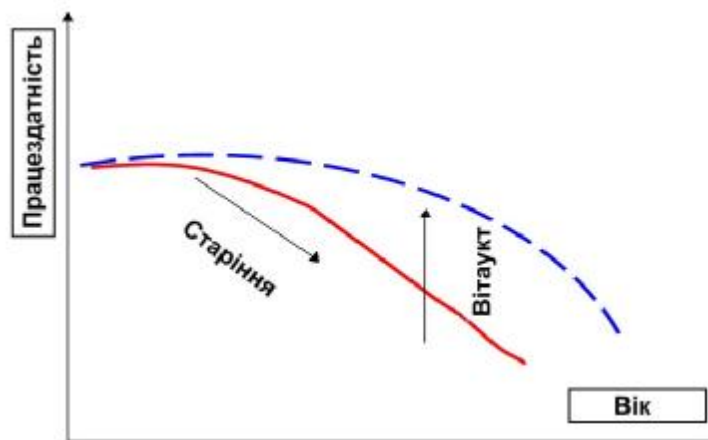


Рис. 2. Схема взаємодії процесів старіння та вітаукту

Критерієм вікових змін популяції є середня тривалість життя, яка розраховується за демографічними показниками кожної країни.

За середньою тривалістю життя Україна займає 143 місце у світі та перше місце за показниками смертності. Порівняльні значення середньої тривалості життя в Україні та інших країнах світу подано в таблиці 1. Згідно з цими даними, середня тривалість життя чоловіків та жінок в Україні відрізняється від країн-сусідів. У Польщі цей показник вищий, а в Росії – нижчий, проте ця різниця порівняно невелика.

Таблиця 1

## Значення середньої тривалості життя в Україні та інших країнах світу

Середня тривалість життя	Україна	Росія	Польща	Індія	Фінляндія	США	Японія
Загальна	<b>68,0</b>	65,3	74,3	63,3	78,5	77,4	82,0
Чоловіки	<b>62,2</b>	58,9	70,3	61,8	75,1	74,6	78,4
Жінки	<b>74,0</b>	72,3	78,4	65,0	81,7	80,0	85,4

В Індії тривалість життя найнижча у світі, у Японії – найвища, а у Фінляндії – найвища серед країн Європи (див. табл. 1). Загальний аналіз свідчить про наявність незадовільного стану здоров'я української нації, що відображається в невисокій середній тривалості життя.

За прогнозом демографічного департаменту ООН на 2045 – 2050 рр. середня тривалість життя в Україні досягне 88 років (чоловіків – 74 років, жінок – 81 років).

Серед чинників, які є протекторами старіння (здатні впливати на зростання тривалості життя людини), називають такі:

- відсутність шкідливих звичок;
- раціональне харчування;
- рухова активність;
- соціальна підтримка;
- відсутність психологічних стресів.

За відомостями фахівців медичного факультету Кембриджського університету, щоденна фізична активність (тривалістю 30–60 хвилин) збільшує тривалість життя людини на 3 роки.

У США, завдяки державній програмі з формування здорового способу життя (Healthy Life Style), кількість серцево-судинних захворювань знизилася на 23 %, а ризик смерті від серцево-судинних захворювань віддалився на 15 років.

Досвід Фінляндії свідчить, що 70% населення країни займаються оздоровчими видами спорту та фізичної культури, а 50% жителів Фінляндії ходять пішки чи їздять на роботу на велосипеді. За різними даними, серед населення України лише 3,6 % займаються оздоровчими видами спорту та фізичної культури.

Критерієм фізичних аеробних можливостей людини є показник максимального споживання кисню (МСК). На рисунку 3 подано вікову динаміку МСК у практично здорових чоловіків із помірним рівнем рухової активності при використанні методу поперечних зрізів [14].

Аналіз рисунку 3 свідчить про наявність пропорційного зниження МСК з віком. Досягнення піку фізичної працездатності людини відбувається у віці 25 – 30 років, надалі спостерігається зниження її абсолютних значень [14]. Водночас поряд із посиленням інволюційних процесів в організмі активуються компенсаторні механізми, спрямовані на протидію зниженню фізичної працездатності людини.

У дослідженнях А.Л. Решетюка наведено докази наявності функціонального механізму компенсації рівня спеціальної (професійної) працездатності у промисловості в умовах вікової інволюції [8]. Встановлено, що рівень працездатності 20 та 60-річного робітників однаковий (рис. 4), хоча рівень загальної фізичної працездатності у 60-річного робітника об'єктивно нижчий. Підтримання високого рівня професійної працездатності в 60-річного робітника можливе за рахунок мобілізації функціональних резервів (залучення нових елементів функціональної системи), у результаті чого компенсується вікове зниження можливостей функціональної системи організму, відповідальної за адаптацію до конкретного виду діяльності.

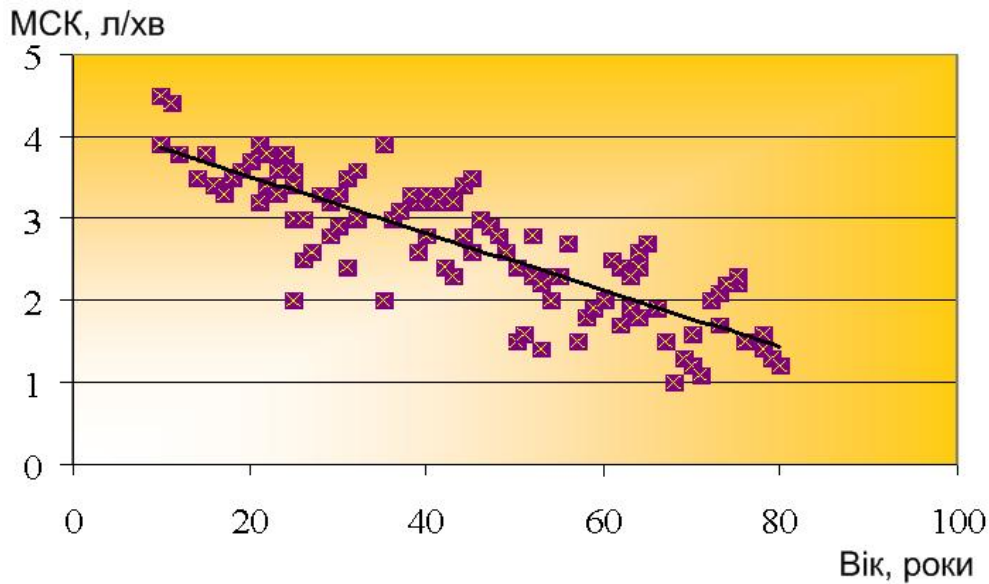


Рис. 3. Вікова динаміка МСК у практично здорових чоловіків з помірним рівнем рухової активності (за Ю.Т. Ярошенко, 2005)

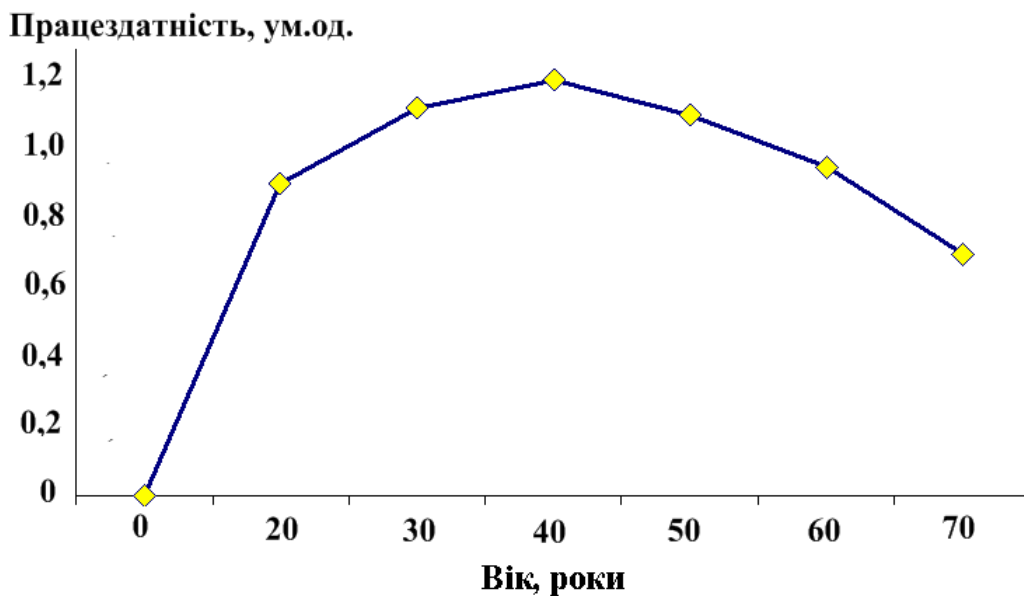


Рис. 4. Вікова динаміка професійної працездатності (А.Л. Решетюк, 1990)

Цей механізм компенсації обумовлений феноменом тренування в людей похилого віку [18, 19]. В окремих дослідження встановлено, що в умовах короткострокових фізичних навантажень малої інтенсивності в людей похилого віку нівелюється чи навіть зникає віковий дефіцит. Значною мірою така закономірність спостерігається також при динамічних видах фізичної діяльності людини [4].

Однак, незважаючи на значну кількість робіт про вивчення впливу фізичної активності на інволюційні процеси, недостатньо вивченим залишається механізм компенсації вікового зниження фізичних можливостей організму.

На рисунку 5 показано один із механізмів компенсації вікового зменшення працездатності людини за рахунок набутого досвіду та включення когнітивних процесів [17].

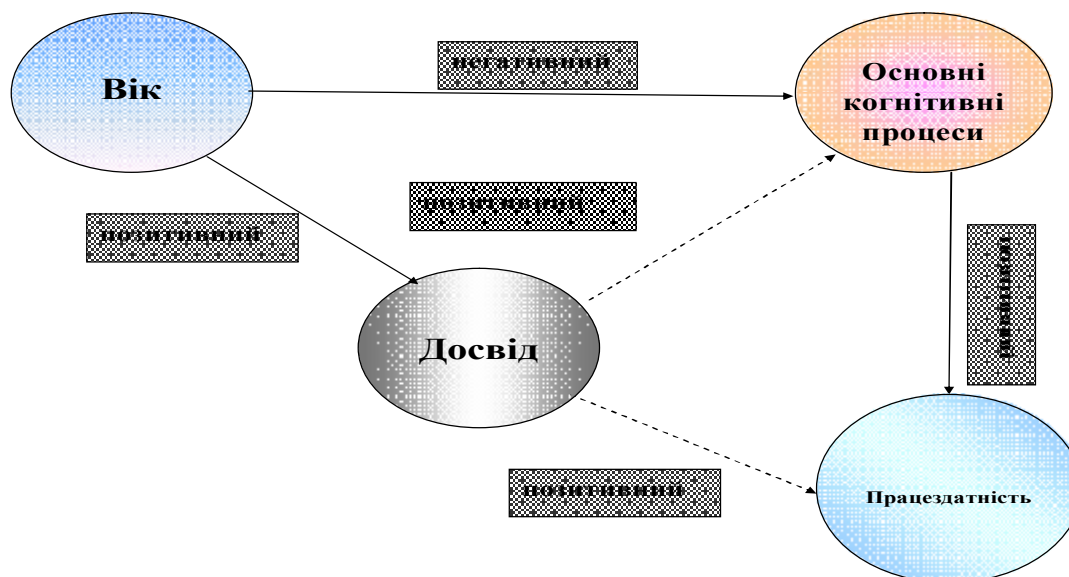


Рис. 5. Взаємозв'язок між віком, досвідом та працездатністю (J.E. Ilmarinen, 2001)

Згідно з адаптаційно-регуляторною теорією старіння, кожна біологічна система має відповідний потенціальний запас своїх функціональних можливостей, спрямованих на збереження своєї внутрішньої структури та функції – гомеостазу [8].

**Мета дослідження.** Вивчення біологічних механізмів старіння та зв'язку темпу старіння з руховою активністю.

**Методи й організація дослідження.** Було обстежено 106 осіб, серед яких 36 дотримувались здорового способу життя та мали високу рухову активність (рухово-активні), 40 осіб ігнорували здоровий спосіб життя та мали низький рівень рухової активності (рухово-індиферентні). Всі обстежені були розподілені на чотири вікові групи: 30 – 39, 40 – 49, 50 – 69 та понад 69 років.

Для визначення міри старіння організму застосували методіку визначення функціонального (біологічного) віку й темпу старіння організму, яку розробили співробітники Інституту геронтології АМН України [9].

Темп старіння (ТС) організму людини визначався за формулою:

$$TC = \left( \frac{ATC_{\phi}}{ATC_T} + \frac{ATD_{\phi}}{ATD_T} + \frac{ЧСС_{СПОК-T}}{ЧСС_{СПОК-\phi}} + \frac{ЧСС_{НАВ-T}}{ЧСС_{НАВ-\phi}} + \frac{ЖЄЛ_{\phi}}{ЖЄЛ_T} + \frac{ЗДВ_{ВД-\phi}}{ЗДВ_{ВД-T}} + \frac{ЗДВ_{ВИД-\phi}}{ЗДВ_{ВИД-T}} + \frac{СБ_{\phi}}{СБ_T} \right) / N, \quad (1)$$

де ТС – темп старіння (у. о.);

АТС – артеріальний тиск систолічний (мм рт. ст.);

АТД – артеріальний тиск діастолічний (мм рт. ст.),

ЖЄЛ – життєва ємність легенів (л);

ЗДВ<sub>ВД</sub> – затримки дихання на вдиху (с);

ЗДВ<sub>ВИД</sub> – затримки дихання на видиху (с);

СБ – статичне балансування (с);

ЧСС<sub>спок</sub> – частота серцевих скорочень у стані спокою (хв<sup>-1</sup>);

ЧСС<sub>нав</sub> – частота серцевих скорочень після 20 присідань (хв<sup>-1</sup>);

т – табличне (належне) значення показників (див. табл. 2);

φ – фактичне значення показників;

N – кількість показників, використаних у формулі.

Функціональний вік визначався за формулою:

$$\Phi B = TC \cdot KB, \quad (2)$$

де KB – календарний вік (роки).

У таблиці 2 подано відповідні показники, що входять у формулу для визначення темпу старіння організму людини.

Таблиця 2

**Належні показники,  
що входять у формулу визначення темпу старіння організму людини**

Показники	Стать	Вікові групи, роки				
		30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 69	понад 70
АТС, мм рт. ст.	чоловіки	120	130	130	130	130
	жінки	120	130	130	130	130
АТД, мм рт. ст.	чоловіки	70	70	80	80	80
	жінки	70	70	80	80	80
ЧСС <sub>спок</sub> , хв <sup>-1</sup>	чоловіки	70	70	70	70	75
	жінки	70	70	70	70	75
ЧСС <sub>нав</sub> , хв <sup>-1</sup>	чоловіки	130	140	150	150	150
	жінки	130	140	150	150	150
ЗДВ <sub>вд</sub> , с	чоловіки	90	80	60	40	30
	жінки	60	40	30	20	20
ЗДВ <sub>вид</sub> , с	чоловіки	60	40	30	20	20
	жінки	40	20	20	18	18
ЖЄЛ, л	чоловіки	3,4	3,0	2,9	2,6	2,0
	жінки	2,8	2,8	2,0	1,8	1,8
СБ, с	чоловіки	60	40	30	20	10
	жінки	30	20	18	18	10

Згідно із запропонованими критеріями, значення TC понад 1,1 відображують прискорений темп старіння організму людини, значення TC менші ніж 1,0 – уповільнений темп старіння, значення 1-1,1 – нормальний темп старіння організму людини [9].

За відхиленням значень ФВ від значень KB визначається тип старіння організму людини. Відхилення ФВ менше, ніж на 5 років від календарного свідчать про функціональну цілісність організму, понад 5 років – процес фізіологічного старіння, понад на 10 років – прискорене старіння організму людини [9].

Статистичний аналіз проводився за допомогою програмного пакета STATISTICA 6. У зв'язку з тим, що отримані показники не відповідають нормальному розподілу, нами застосовувались методи непараметричної статистики за допомогою критеріїв знакових рангових сум Вілкоксона [7]. Для аналізу розкиду даних використовувався інтерквартильний розмах, із зазначенням низького та високого квартилю (25 % і 75 % відповідно).

**Результати досліджень та їх обговорення.** В таблиці 3 подано значення параметрів, які входять у формулу визначення темпу старіння організму осіб із різним рівнем рухової активності. Згідно з цими результатами, достовірна різниця між особами різного рівня фізичної активності спостерігається за показниками ЧСС у віковій групі 40 – 49 років, за показниками життєвої ємності легенів – у віковій групі 60 – 70 років, за показниками затримки дихання на вдиху – у віковій групі 50 – 59 років та на видиху – у вікових групах 30 – 39 років, 50 – 59 років і 60 – 70 років, а також за показниками статичного балансування – у вікових групах 40 – 49 років, 50 – 59 років і 60 – 70 років.

Таблиця 3

**Значення показників,  
які визначають темп старіння організму в осіб з різним рівнем рухової активності  
(у дужках – квантилі)**

Групи	Середні показники			
	Вік			
	30 – 39	40 – 49	50 – 59	60 – 70
Артеріальний тиск систолічний, мм рт. ст.				
Рухово-активні	120 (100;140)	129 (115;134)	125 (110;135)	137,5 (132,5;145)
Рухово-індіферентні	122,5 (105;135)	110 (110;120)	125 (115;130)	148 (140;153)
Артеріальний тиск діастолічний, мм рт. ст.				
Рухово-активні	70 (68;84)	80 (72,5;86)	80 (70;86)	80 (80;85)
Рухово-індіферентні	80 (70;80)	80 (70;85)	80 (77;80)	82,2 (78;85)
ЧСС у стані спокою, хв <sup>-1</sup>				
Рухово-активні	65 (60;75)	67,5 (62;70)	70 (65;78)	66 (61;73)
Рухово-індіферентні	71 (68;82)	73 (66;76)	73 (66;76)	71,2 (68;73)
ЧСС після фізичного навантаження, хв <sup>-1</sup>				
Рухово-активні	110 (92;116)	91 (82;110)	100 (92;110)	98 (88;100)
Рухово-індіферентні	102 (96;112)	100* (71;120)	102 (86;114)	94,9 (83;102)
Життєва ємність легенів, мл				
Рухово-активні	4,1 (3,8;4,3)	3,8 (3,5;4)	3,3 (3,;4,2)	3,4 (3,1;3,8)
Рухово-індіферентні	3,9 (3,5;4,4)	3,6 (2,9;5)	3,5 (3,2;3,6)	2,1* (1,8;2,3)
Затримка дихання на вдиху, с				
Рухово-активні	82 (60;91)	60,5 (39,5;80)	65 (43;85)	45,5 (29;60)
Рухово-індіферентні	70* (61;80)	65 (49;75)	45* (38;57)	33,5* (28;36)
Затримка дихання на видиху, с				
Рухово-активні	30 (26;50)	45 (37;53)	34,5 (24,5;46)	29 (25;35)
Рухово-індіферентні	38,5 (26;54)	28* (22,5;35)	27* (23;38)	21* (18;25)
Статичне балансування, с				
Рухово-активні	48 (35;64)	77 (49;102)	42 (24;77)	20 (13;43)
Рухово-індіферентні	37 (30;70)	34,5* (26;47,5)	20* (18;32)	12* (9;14)

Примітка.\* –  $p < 0,01$  відносно групи фізично активних осіб.

Дані таблиці 3 свідчать про наявність достовірної різниці у практично всіх рухово-активних обстежених, порівняно із групою рухово-індіферентних осіб.

Таким чином, здоровий спосіб життя й висока рухова активність сприяють поліпшенню функцій кардіо-респіраторної системи та здатності до підтримання пози тіла.

На рисунку 6 подано значення функціонального віку осіб із різним рівнем фізичної активності. Згідно з даними рисунка 6, у всіх вікових групах (крім групи 30 – 39 років) особи, які дотримуються здорового способу життя та мають високу рухову активність, характеризуються достовірно нижчим функціональним віком, ніж особи з індивідуальними ставленням до рухової активності.

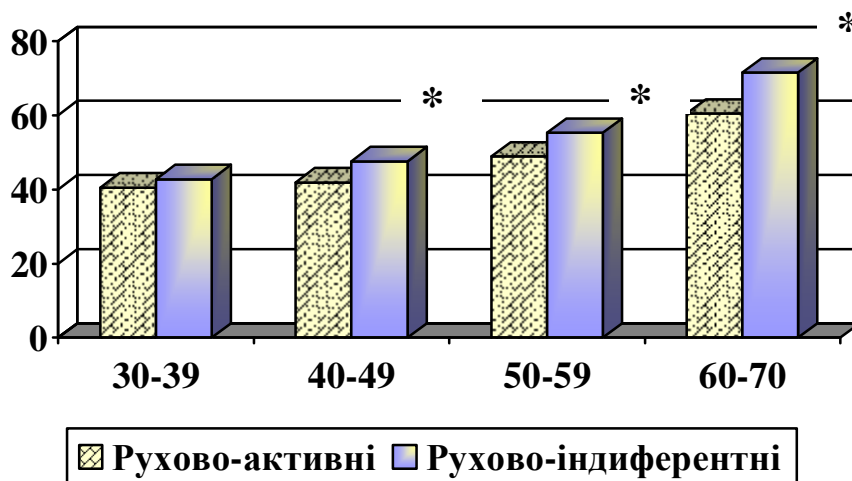


Рис. 6. Значення функціонального віку в осіб із різним рівнем фізичної активності

Примітка. \* –  $p < 0,01$ .

Отриманий факт відображає наявність явища сповільнення процесів вікової інволюції під впливом чинника рухової активності.

На рисунку 7 подано дані темпу старіння в осіб із різним рівнем фізичної активності. Аналіз рисунка 7 свідчить, що темпи старіння в осіб, які дотримуються активного способу життя та мають високу рухову активність, нижчі, ніж у осіб з індивідуальними ставленням до рухової активності. Вірогідна різниця виявлена у групах 50 – 59 років та 60 – 70 років.

Темп старіння, од.

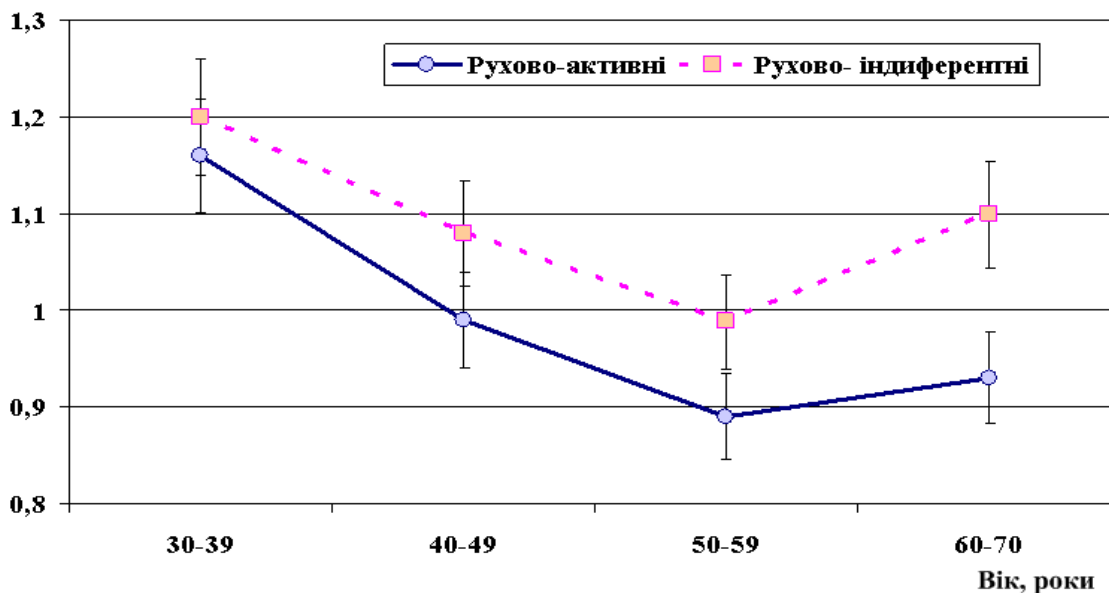


Рис. 7. Значення темпу старіння в осіб із різним рівнем фізичної активності

Між групами обстежених 30 – 39 років і 40 – 49 років немає достовірної відмінності темпу старіння. Значення темпу старіння в осіб із зниженим рівнем рухової активності у групах 30



– 39 років і 40 – 49 років та в осіб із високим рівнем рухової активності у групі 30 – 39 років, перевищували одиницю (рис. 7). Це вказує на прискорений темп старіння організму цих осіб.

У вікових групах 40 – 49 років, 50 – 59 років та 60 – 70 років особи з високим рівнем рухової активності характеризуються уповільненим темпом старіння. Особи із індіферентними ставленням до рухової активності мають уповільнений темп старіння лише у вікових групах 50 – 59 та 60 – 70 років.

#### **Висновки.**

1. Виявлено, що здоровий спосіб життя та висока рухова активність сприяють уповільненню темпів старіння, зменшенню функціонального віку, а індіферентне ставлення до рухової активності прискорює темп старіння організму.

2. В осіб із високим рівнем рухової активності темпи старіння з віком знижуються. Можна стверджувати, що старіння у віковій групі 30 – 39 років характеризуються прискореним темпом порівняно із особами старших вікових груп.

3. Наявність уповільнення темпів старіння та знижених значень біологічного віку вказує на активацію процесу вітаукту за умов збереження високої рухової активності.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з конкретизацією впливу рівня рухової активності на діяльність функціональних систем організму.

#### **Список літератури**

1. *Анисимов В. И.* Приоритетные направления фундаментальных исследований в геронтологии: вклад России / В. И. Анисимов // *Успехи геронтологии.* – 2003. – Т. 12. – С. 9-27.

2. *Божков А. И.* Низкокалорийная диета как модель увеличения продолжительности жизни и исследования механизмов старения / А. И. Божков // *Успехи геронтологи.* – 2001. – Т. 7. – С. 89-99.

3. *Дильман В. М.* Четыре модели медицины / В. М. Дильман. – М. : Медицина, 1987. – 288 с.

4. *Коробейников Г. В.* Физическая работоспособность и темп старения человека / Г. В. Коробейников // *Проблемы старения и долголетия.* – 1996. – Т. 6, № 1/2. – С. 36-40.

5. *Половников А. М.* Внутрядерные ионные фонтаны как регуляторы деятельности генома: фонтанная гипотеза доминанты и некоторые эпигенетические эффекты / А. М. Оловников // *Молекулярная биология.* – 2000. – Т. 35. – С. 163-176.

6. *Половников А. М.* Принцип маргинотомии в матричном синтезе полинуклеотидов / А. М. Оловников // *Докл. АН СССР.* – 1971. – Т. 201. – С. 1496-1499.

7. *Реброва О. Ю.* Описание процедуры и результатов статистического анализа медицинских данных в научных публикациях / О. Ю. Реброва // *Международный журнал медицинской практики.* – 2000. – № 4. – С. 43-46.

8. *Решетюк А. Л.* Физиологическая реабилитация пожилых на производстве (постановка актуальной проблемы) / А. Л. Решетюк // *Вестник АМН СССР.* – 1990. – № 1. – С. 54-58.

9. *Решетюк А. Л.* Визначення функціонального віку та темпів старіння людини / А. Л. Решетюк, О. А. Поляков, Г. В. Коробейников // *Методичні рекомендації.* – К. : МОЗ України, 1996. – 8 с.

10. *Фролькис В. В.* Старение и увеличение продолжительности жизни / В. В. Фролькис. – Л. : Наука, 1988. – 239 с.

11. *Фролькис В. В.* Синдромы старения / В. В. Фролькис // *Вестник АМН СССР.* – 1990. – № 1. – С. 18-24.

12. *Фролькис В. В.* Онтогенез и этагенез / В. В. Фролькис // *Биохимия и физиология возрастного развития организма.* – К. : Наук. думка, 1992. – С. 62-67.

13. *Фролькис В. В.* Этагенез = онтогенез + мезогенез + гетерогенез / В. В. Фролькис // *Проблемы старения и долголетия.* – 1993. – Т. 3, № 4. – С. 291-301, 146.

14. *Ярошенко Ю. Т.* Механізми зниження максимальної фізичної працездатності при старінні людини та шляхи її підвищення / Ю. Т. Ярошенко : дис... д-ра мед. наук : 14.03.03 / Інститут геронтології АМН України. – К., 2005. – 37 с.

15. *Arking R.* Biology of Aging: Observations and Principles / R. Arking. – Englewood Cliffs N. J. : Prentice Hall Inc. – 1991. – 203 p.
16. *Hayflick L.* The serial cultivation of human diploid cell strains / L. Hayflick, P. S. Moorhead // *Exp. Cell Res.* – 1961. – Vol. 25. – P. 585-621.
17. *Ilmarinen J. E.* Towards the 24-hour society--new approaches for aging shift workers? / J. E. Ilmarinen // *Occup Environ Med.* – 2001. – № 58(8). – P. 546-552.
18. *Peterson M. D.* Influence of Resistance Exercise on Lean Body Mass in Aging Adults : a Meta-Analysis / M. D. Peterson, A. Sen, P. M. Gordon // *Med Sci Sports Exercise.* – 2010. – P. 205-213.
19. *Powers S. K.* Aging, exercise, and cardioprotection / S. K. Powers, J. Quindry, K. Hamilton // *Acad Sci.* – 2004. – P. 462-470.

### List of references

1. *Anisimov V. I.* Prioritetnye napravlenija fundamental'nyh issledovanij v gerontologii: vklad Rossii / V. I. Anisimov // *Uspehi gerontologii.* – 2003. – T. 12. – S. 9-27.
2. *Bozkov A. I.* Nizkokalorijnaja dieta kak model' uvelichenija prodolzhitel'nosti zizni i issledovanija mehanizmov starenija / A. I. Bozkov // *Uspehi gerontologii.* – 2001. – T. 7. – S. 89-99.
3. *Dilman V. M.* Chetyre modeli medicyny / V. M. Dilman. – M. : Medicina, 1987. – 288 s.
4. *Korobejnikov G. V.* Fizicheskaja rabotosposobnost' i temp starenija cheloveka / G. V. Korobejnikov // *Problemy starenija i dolgoletija.* – 1996. – T. 6, № 1/2. – S. 36-40.
5. *Olovnikov A. M.* Vnutrijadernye ionnye fontany kak reguljatory dejatel'nosti genoma: fontannaja gipoteza dominanty i nekotorye epigeneticheskie efekty / A. M. Olovnikov // *Molekuljarnaja biologija.* – 2000. – T. 35. – S. 163-176.
6. *Olovnikov A. M.* Princip marginotomii v matrichnom sinteze polinukleotidov / A. M. Olovnikov // *Dokl. AN SSSR.* – 1971. – T. 201. – S. 1496-1499.
7. *Rebrova O. Ju.* Opisanie procedury i rezultatov statisticheskogo analiza medicinskih dannyh v nauchnyh publikacijah / O. Ju. Rebrova // *Mezhdunarodnyj zurnal medicinskoj praktiki.* – 2000. – № 4. – S. 43-46.
8. *Reshetjuk A. L.* Fiziologicheskaja rehabilitacija pozilyh na proizvodstve (postanovka aktual'noj problemy) / A. L. Reshetjuk // *Vestnik AMN SSSR.* – 1990. – № 1. – C. 54-58.
9. *Reshetjuk A. L.* Vyznachennja funkcional'nogo viku ta tempiv starinnja ljudyny / A. L. Reshetjuk, O. A. Poljakov, G. V. Korobejnikov // *Metodychni rekomendaciji.* – K. : MOZ Ukrainy, 1996. – 8 s.
10. *Frol'kis V. V.* Starenie i uvelichenie prodolzitel'nosti zizni / V. V. Frol'kis. – L. : Nauka, 1988. – 239 s.
11. *Frol'kis V. V.* Sindromy starenija / V. V. Frol'kis // *Vestnik AMN SSSR.* – 1990. – № 1. – S. 18-24.
12. *Frol'kis V. V.* Ontogenez i etagenez / V. V. Frol'kis // *Biohimija i fiziologija vozrastnogo razvitija organizma.* – K. : Nauk. dumka, 1992. – S. 62-67.
13. *Frol'kis V. V.* Etagenez = ontogenez + mezogenez + geterogenez / V. V. Frol'kis // *Problemy starenija i dolgoletija.* – 1993. – T. 3, № 4. – S. 291-301, 146.
14. *Jaroshenko Ju. T.* Mehanizmy znyzennja maksimal'noji fizychnoji pracezdatnosti pry starinni ljudyny ta shljahy jiji pidvyshchennja / Ju. T. Jaroshenko : dys... d-ra med. nauk : 14.03.03 / Instytut gerontologii AMN Ukrainy. – K., 2005. – 37 s.

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СТАРЕНИЯ И ДВИГАТЕЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА**

**Георгий КОРОБЕЙНИКОВ**

*Национальный университет  
физического воспитания и спорта Украины*

**Аннотация.** Одними из основных факторов, которые влияют на темпы старения организма человека, являются здоровый образ жизни и уровень двигательной активности человека. В статье представлены результаты исследования биологических механизмов старения и взаимосвязи темпов старения организма человека с уровнем двигательной активности. Здоровый образ жизни и высокая двигательная активность способствуют снижению значений биологического возраста. В результате исследования установлено, что высокий уровень двигательной активности положительно влияет на функции кардио-респираторной системы и замедляет темпы старения организма. Для лиц с индифферентным отношением к двигательной активности и здоровому образу жизни характерно ускорение темпов старения организма.

**Ключевые слова:** старение, биологический возраст, здоровый образ жизни, двигательная активность.

## **BIOLOGICAL MECHANISMS OF AGING AND HUMAN PHYSICAL ACTIVITY**

**Georgiy KOROBAYNIKOV**

*National University  
of Physical Education and Sport of Ukraine*

**Abstract.** A healthy lifestyle and level of physical activity are one of the main factors that influence the rate of aging of the human body. The results of biological mechanisms of aging and interconnection rates of aging of the human body with its level of physical activity are presenting in paper. A healthy lifestyle and high physical activity helps to reduce the values of biological age. The high levels of physical activity positively affect on function of cardio-respiratory system and slow the pace of aging. The acceleration of aging is characteristic for those with a neutral attitude to motor activity and healthy lifestyles.

**Key words:** aging, biological age, healthy lifestyle, physical activity.