

# Простий метод оцінки темпу старіння для скринінгу здоров'я населення

А.В. Писарук<sup>1</sup>,  
М.Д. Халангот<sup>2</sup>,  
В.І. Кравченко<sup>3</sup>,  
Л.В. Писарук<sup>1</sup>,  
В.Г. Гур'янов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Інститут геронтології ім. Д.Ф. Чеботарьова НАМН України»

<sup>2</sup> Національний університет охорони здоров'я України ім. П.Л. Шупика

<sup>3</sup>ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України»

<sup>4</sup>Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця

**Резюме.** Старіння сприяє розвитку низки захворювань, зокрема серцево-судинних захворювань та цукрового діабету (ЦД) 2-го типу. Люди, які прискорено старіють, мають високий ризик розвитку асоційованої з віком патології. Для оцінки темпу старіння використовується розрахунок біологічного віку (БВ). БВ може як збігатися з хронологічним віком (ХВ), і в цьому випадку процес старіння оцінюється як нормальний, фізіологічний, так і значно перевищувати ХВ. В останньому випадку старіння оцінюється як прискорене. **Мета** роботи полягала в розробці простого методу оцінки темпу старіння для скринінгу здоров'я населення. **Матеріал і методи.** Обстежено 165 практично здорових людей віком від 18 до 87 років та 178 осіб із гіперглікемією. Критеріями включення в групу осіб із гіперглікемією був рівень глюкози плазми крові натщесерце 6,1 ммоль/л та вище або 2-х годинна глюкоза 7,8 ммоль/л та вище при проведенні стандартного тесту толерантності до глюкози. Побудова моделі розрахунку БВ проводилася на вибірці 165 практично здорових людей, які мали рівень глюкози натщесерце нижче 6,1 ммоль/л, та рівень 2-х годинної глюкози нижче 7,8 ммоль/л. Вік у вибірці від 18 років до 87 років, середній вік — 55 років, міжквартильний інтервал (35,8–65,3 року). У вибірці включено 43 чоловіки та 122 жінки. Всім включеним у дослідження людям проводилося вимірювання антропометричних показників, артеріального тиску і виконувався стандартний тест толерантності до глюкози. Формула розрахунку біологічного віку отримана методом покрокової множинної регресії. **Результати.** Розрахунок БВ у здорових людей за отриманою нами формулою показав, що стандартна прогностична помилка становить 11,1 років. Встановлено, що підвищення рівня глюкози пов'язано із підвищеним темпом старіння в молодому та середньому віці, тоді як після 60-и років вплив гіперглікемії на швидкість старіння зникає. **Висновок.** Розроблений нами спосіб оцінки темпу старіння має досить високу точність і може бути застосований для оцінки ризику розвитку асоційованої з віком патології при скринінгових обстеженнях населення.

**Ключові слова:** біологічний вік, гіперглікемія, скринінг здоров'я населення.

БВ — це метод характеристики ступеня розвитку вікових змін, темпу старіння й діагностики прискореного старіння [1-5]. БВ може як збігатися з ХВ, і в цьому випадку

процес старіння оцінюється як нормальний, фізіологічний, так і значно перевищувати ХВ. В останньому випадку старіння оцінюється як прискорене. Відомо, що в процесі старіння виникають зміни органів і систем, що сприяють

розвитку низки захворювань, зокрема ЦД 2-го типу. Люди, які прискорено старіють, мають високий ризик розвитку асоційованої з віком патології [6]. Прискорене старіння сприяє розвитку метаболічних порушень (метаболічний синдром): збільшення маси тіла, артеріального тиску і зниження толерантності до вуглеводів [7, 8]. Зазначені зміни призводять до розвитку ЦД 2-го типу.

Розрахунок БВ у більшості робіт базується на вимірюванні кількісних показників, що іменуються біологічними маркерами старіння. Ці показники повинні корелювати з віком, бути доступними для вимірювання в умовах сімейної медицини. Біологічними маркерами можуть виступати найрізноманітніші показники: анатомічні, функціональні, біохімічні, імунологічні, генетичні та епігенетичні [9-12].

Загальноприйнятим математичним методом оцінки БВ є розрахунок рівняння множинної регресії, що зв'язує ХВ і низку кількісних показників [13-15]. Для визначення коефіцієнтів цього рівняння використовують дані обстеження практично здорових людей різного віку. Щоб визначити БВ обстежуваної людини, їй проводять ряд досліджень і за отриманою формулою розраховують її вік. Якщо розрахунковий вік істотно перевищує ХВ, тоді робиться висновок про прискорене старіння цієї людини. Для використання методу оцінки БВ у клінічній практиці він повинен ґрунтуватися на простих тестах, доступних для всіх медичних закладів.

**Мета роботи** — розробка простого методу оцінки темпу старіння для скринінгу здоров'я населення.

## Матеріали та методи

Обстеження популяційного зразка проводили в амбулаторіях сімейної медицини с. Андріївки та с. Копилів Макарівської селищної громади Бучанського району Київської області спільно зі співробітниками цих закладів. У лікарів відповідних амбулаторій сімейної медицини отримали електронний список всіх мешканців від 18 років. Зі списку були виключені особи з відомим діагнозом ЦД та тяжкими хронічними хворобами. Після цього за методом випадкових чисел (функція процесора ПК «randomize») проводили ранжування.

Було створено 2 списки — основний та запасний. Основний список використали для розсилання запрошень на обстеження. У разі відмови чи відсутності особи з основного списку використовували запасний. Запрошення надсилалися місцевим медпрацівником чи передавалися особисто або телефоном.

У досліджуваних осіб після підписання інформованої згоди заповнювали анкету та, якщо вони не вказували про наявність у себе ЦД, проводили стандартний тест толерантності до глюкози за методикою Всесвітньої організації охорони здоров'я [16]. Проведення цього тесту дає можливість виявляти нормальні глікемію та толерантність до глюкози (нормоглікемію) і гіперглікемію, що в частині випадків сягатиме діабетичного рівня, а критеріями включення в групу осіб із гіперглікемією був рівень глюкози плазми крові натщесерце 6,1 ммоль/л та вище або 2-х годинна глюкоза 7,8 ммоль/л та вище.

Побудова моделі розрахунку БВ проводилася на вибірці 165 практично здорових людей, які мали рівень глюкози натщесерце нижче 6,1 ммоль/л, та рівень 2-х годинної глюкози нижче 7,8 ммоль/л. Вік у вибірці від 18 років до 87 років, середній вік — 55 років, міжквартильний інтервал (35,8-65,3 року). У вибірці включено 43 чоловіки та 122 жінки.

У досліджуваних осіб вимірювали систолічний і діастолічний артеріальний тиск (САТ і ДАТ), а також визначали антропометричні показники: масу тіла та зріст — за допомогою повірених електронних ваг і портативного стадіометра, окружність талії (ОТ), окружність стегон (ОС) і окружність шиї (ОШ) — за допомогою гнучкої сантиметрової стрічки з точністю вимірювання 0,5 см на рівні максимального поперекового розміру в положенні стоячи. Індекс маси тіла (ІМТ) розраховували як відношення маси тіла в кг до квадрата зросту в метрах.

Частку жиру в тілі розраховували за такими формулами (всі показники в см) [17]:

$$\text{частка жиру в тілі, \% (чоловіки)} = 10,1 - 0,239 \text{ Зріст} + 0,8 \text{ ОТ} - 0,5 \text{ ОШ},$$

$$\text{частка жиру в тілі, \% (жінки)} = 19,2 - 0,239 \text{ Зріст} + 0,8 \text{ ОТ} - 0,5 \text{ ОШ}.$$

АТ вимірювали двічі з інтервалом 5 хв, у разі відмінностей результатів, які перевищують 10 мм рт. ст., проводили третє вимірювання, розраховуючи середнє арифметичне

## Оригінальні дослідження

двох або трьох вимірювань. Дослідженням проводили забір крові натщесерце та через 2 год після вживання розчину глюкози (75 г у 200 мл води). Плазму швидко відокремлювали за допомогою центрифугування і зберігали на холоді для подальших лабораторних досліджень протягом доби. Для визначення рівня глюкози в плазмі застосували автоматичний біохімічний аналізатор «Microlab 300» («VitalScientific», Нідерланди).

Статистична обробка отриманих даних виконана за допомогою програми Statistica 7 («Stat Soft», США). Використані стандартні статистичні процедури, що включають варіаційний і регресійний аналіз.

До початку дослідження було отримано позитивне рішення Комісії з медичної етики ДУ «Інститут ендокринології та обміну речовин ім. В.П. Комісаренка НАМН України» та інформовані згоди від усіх обстежених.

## Результати та обговорення

Характеристика досліджуваних осіб наведена в **табл. 1**.

Як свідчать ці дані, у осіб із гіперглікемією відбувається вірогідне збільшення ваги тіла, ІМТ, окружності талії та відношення окружності талії до стегон, окружності ший, частки жиру в організмі та артеріального тиску.

**Таблиця 1.** Демографічні та антропометричні характеристики досліджуваних осіб  
**Table 1.** Demographic and anthropometric characteristics of the subjects

Показники Indicators	Всі особи All persons (n=343)	Особі з нормоглікемією Persons with normoglycemia (n=165)	Особі з гіперглікемією Persons with hyperglycemia (n=178)	p
Жінки (n, %) Female (n, %)	245 (71,4%)	122 (73,9%)	123 (69,1%)	0,34
Вік (роки) Age, years	60 (45,25-70,01)	55 (35,75-65,25)	64,5 (56-72)	<0,001
Зріст (см) Height, cm	162 (158-170)	164 (158-170)	162 (157-169)	0,297
Маса тіла (кг) Body weight, kg	78 (67-93)	75 (65,0-87,8)	81 (69-97)	0,002
ІМТ (кг/м <sup>2</sup> ) Body mass index, kg/m <sup>2</sup>	29,52 (24,67-34,38)	27,82 (23,94-31,96)	31,19 (26,30-36,36)	<0,001
ОТ (см) Waist circumference, cm	99 (88-108)	94 (82,500-104)	103 (92-113)	<0,001
ОС (см) Hip circumference, cm	106 (96-112)	105 (96-111)	107 (96-115)	0,193
Співвідношення ОТ/ОС Waist circumference/hip circumference ratio	0,93 (0,86-1,01)	0,895 (0,820-0,970)	0,960 (0,89-1,03)	<0,001
ОШ (см) Neck circumference, cm	36,25 (34-40)	35 (33,5-37)	38 (36-41)	<0,001
Частка жиру в тілі (%) Body fat percentage, %	38,37 (28,51-46,73)	34,47 (25,77-43,60)	40,64 (32,22-49,26)	<0,001
САТ (мм Hg) Systolic blood pressure, mm Hg	130 (119,25-145)	125 (110-142)	135 (120-150)	<0,001
ДАТ (мм Hg) Diastolic blood pressure, mm Hg	80 (72,0-86,5)	77 (70-90)	80 (75-85)	0,03
Пульсовий тиск (мм Hg) Pulse blood pressure, mm Hg	50 (40,25-60,0)	45 (40-60)	55 (45-62)	<0,001
Глюкоза плазми натще (ммоль/л) Fasting plasma glucose, mmol/L	6,03 (5,52-6,68)	5,515 (5,09-5,75)	6,595 (6,21-7,41)	<0,001
Глюкоза плазми 2-х годинна (ммоль/л) Plasma glucose 2 hours, mmol/L	6,06 (4,97-7,90)	5,15 (4,44-6,17)	7,51 (5,79-10,04)	<0,001

Примітка: дані є медіанами та інтерквартильними інтервалами, якщо не вказано інше; p — рівень значимості відмінності між групами осіб із нормо- і гіперглікемією.

Note: data are medians and interquartile intervals, unless otherwise indicated; p — the level of significance of differences between groups of subjects with normo- and hyperglycemia.

Порівняння залежно від наявності гіперглікемії вказує на збільшення антропометричних показників, що пов'язані з ожирінням та артеріальною гіпертензією в групі гіперглікемії. Серед обстежених нами людей переважали жінки, їх частка не відрізнялася залежно від наявності гіперглікемії.

Попереднім етапом розрахунку формули біологічного віку був аналіз залежності вивчених показників від віку 165 обстежених осіб з нормоглікемією. У **табл. 2** наведено коефіцієнти кореляції цих показників за віком.

Для відбору значущих ознак, пов'язаних із віком у багатофакторній моделі лінійної регресії використано інформаційний критерій Акаїке [19]. Було відібрано 6 факторних ознак: стать, маса тіла, ІМТ, частка жиру в тілі, САТ, ДАТ, САТ–ДАТ. Модель, побудована на виділених ознаках адекватна (коригований коефіцієнт детермінації  $R_{2adj} = 0,525$ ,  $F=31,1$  при  $p<0,001$ ). У **табл. 3** представлено результати розрахунків коефіцієнтів моделі.

**Таблиця 2.** Коефіцієнти кореляції показників за віком  
**Table 2.** Correlation coefficients of indicators with age

Показники Indicators	Коефіцієнт кореляції Correlation coefficient	p
ІМТ Body mass index	0,194	0,013
ОТ Waist circumference	0,269	0,001
ОС Hip circumference	0,039	0,619
Співвідношення ОТ/ОС Waist circumference/hip circumference ratio	0,37	<0,001
ОШ Neck circumference	0,233	0,003
Частка жиру в тілі Body fat percentage	0,255	0,001
САТ Systolic blood pressure	0,584	<0,001
ДАТ Diastolic blood pressure	0,348	<0,001
САТ–ДАТ Systolic blood pressure – Diastolic blood pressure	0,586	<0,001
Глюкоза натщесерце Fasting plasma glucose	-0,066	0,412
Глюкоза 2-х годинна Plasma glucose 2 hours	0,183	0,022

Примітка: p — рівень значимості відмінності.  
Note: p — the level of significance of differences.

Отримана формула розрахунку віку обстежених здорових людей за значеннями їх показників:

$$\text{Вік (років)} = 52,7 - 21,4X1 - 1,06X2 + 1,88X3 + 0,57X4 + 0,24X5 + 0,30X6,$$

де:

X1 — стать (чоловіки=1; жінки=2),

X2 — маса тіла (кг),

X3 — ІМТ,

X4 — частка жиру в тілі (%),

X5 — САТ (мм Hg),

X6 — САТ–ДАТ (мм Hg).

Стандартна похибка розрахунку віку склала 11,1 років.

На **рис.** наведено результати розрахунку БВ для вибірки 165 досліджених людей.

Для оцінки темпу старіння пацієнтів на вибірці отримано значення належного біологічного віку (НБВ) здорових людей, як лінія регресії

**Таблиця 3.** Коефіцієнти моделі БВ

**Table 3.** Coefficients of the biological age model

Показники Indicators	Коефіцієнт моделі The coefficient of the model (b±m)	Частинний коефіцієнт кореляції Partial correlation coefficient (r <sub>part</sub> )	p
Константа Constant	52,7		
Стать (чоловіки=1; жінки=2) Gender (male=1; female=2)	-21,4±3,6	-0,433	<0,001
Маса тіла (кг) Body weight, kg	-1,06±0,15	-0,495	<0,001
ІМТ (кг/м <sup>2</sup> ) Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	1,88±0,47	0,304	<0,001
Частка жиру в тілі (%) Body fat percentage, %	0,57±0,19	0,235	0,003
САТ (мм Hg) Systolic blood pressure, mm Hg	0,24±0,11	0,174	0,029
САТ–ДАТ (мм Hg) Systolic blood pressure – Diastolic blood pressure, mm Hg	0,30±0,14	0,165	0,037

Примітка: p — рівень значимості відмінності.  
Note: p — the level of significance of differences.

## Оригінальні дослідження

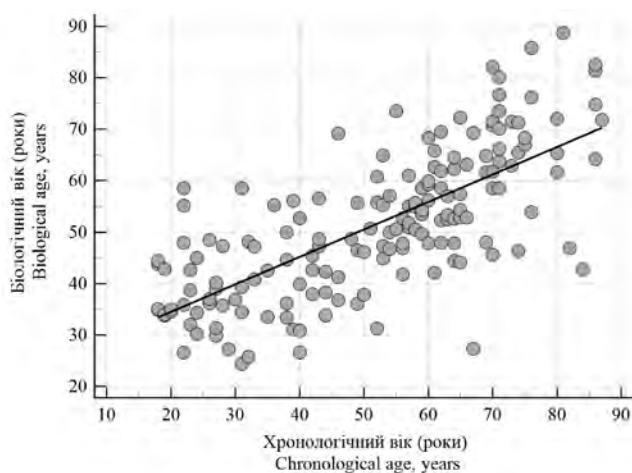
на рисунку. Звідси зв'язок між ХВ та НБВ пацієнта може бути виражений рівнянням:

$$\text{НБВ} = 23,6 + 0,54 \text{ ХВ}.$$

У цьому випадку перевищення БВ над НБВ ( $\Delta = \text{БВ} - \text{НБВ} > 0$ ) свідчить про прискорене старіння, перевищення НБВ над БВ ( $\Delta = \text{БВ} - \text{НБВ} < 0$ ) свідчить про сповільнене старіння людини.

В табл. 4 наведено значення  $\Delta$  для здорових досліджуваних та осіб, у яких у ході обстеження було виявлено підвищений рівень хоча б за одним показником глюкози (рівень глюкози натщесерце 6,1 ммоль/л та більше та/або рівень 2-х годинної глюкози 7,8 ммоль/л та більше).

У результаті порівняння двох груп обстежуваних можна говорити, що для молодих людей ( $\leq 34$  років) підвищення рівня глюкози пов'язано



**Рис.** Кореляція ХВ і БВ досліджених людей  
**Fig.** Correlation of chronological and biological age of people

**Таблиця 4.** Темп старіння ( $\Delta = \text{БВ} - \text{НБВ}$ ,  $\bar{X} \pm \text{SD}$ ) осіб з нормо- та гіперглікемією

**Table 4.** Aging rate ( $\Delta = \text{BA} - \text{PBA}$ ,  $\bar{X} \pm \text{SD}$ ) of persons with normo- and hyperglycemia (PBA — proper biological age)

Вік (роки) Age, years	Особи з нормоглікемією Persons with normoglycemia (n=165)	Особи з гіперглікемією Persons with hyperglycemia (n=178)	Середня різниця (95% CI) The average difference (95% CI)	$p^a$
$\leq 34$	1,64 $\pm$ 8,83	10,24 $\pm$ 7,99	8,60 (2,14-15,07)	0,010
35-60	-1,87 $\pm$ 8,51	1,59 $\pm$ 9,65	2,82 (-0,50-6,13)	0,038
61-78	1,24 $\pm$ 9,62	0,72 $\pm$ 11,09	-0,52 (-4,23-3,18)	0,781
$\geq 79$	-0,48 $\pm$ 14,08	-3,82 $\pm$ 12,35	-3,34	0,498

Примітки:  $^a T$ -test,  $p$  — рівень значимості відмінності між групами.  
Note:  $^a T$ -test,  $p$  — the level of significance of differences between groups.

з підвищеним ( $p=0,01$ ) темпом старіння — у середньому на 8,6 року (95% ВІ 2,14-15,07 року) порівняно з людьми без гіперглікемії. Для людей у віці 35-60 років підвищення рівня глюкози також пов'язано з підвищеним ( $p=0,038$ ) темпом старіння — у середньому на 3,46 року (95% ВІ 0,20-6,71 року) порівняно зі здоровими людьми, тоді як для людей 61-78 років та  $\geq 79$  років відмінностей темпу старіння залежно від глікемії не виявлено ( $p=0,781$  та  $p=0,498$  відповідно).

До переваг нашого дослідження можна віднести його епідеміологічний характер — ми вивчали популяційний зразок людей, що не мали симптомів, діагнозу ЦД та не зазнавали впливу відповідного лікування гіперглікемії. Аналіз нелінійних моделей, що описують еволюцію факторів ризику, виміряних у Фремінгемівському дослідженні, довів, що значну додаткову інформацію про процеси старіння людини можна отримати, якщо оцінювати саме нелінійні ефекти. Зокрема виявлено, що стан здоров'я жінки більш чутливий до нелінійних взаємодій між факторами ризику [18]. Доцільно згадати, що в дослідженні нами популяційному зразку кількісно суттєво переважали жінки (71,4%), що може частково пояснити наші результати. Виявлений нами феномен зникнення впливу гіперглікемії на прискорення старіння в категорії людей після 60 років вказує на нелінійний характер впливу глікемії на БВ та вартий подальшого дослідження.

## Висновок

Розроблений нами спосіб оцінки темпу старіння має досить високу точність і може бути застосований для оцінки ризику розвитку асоційованої з віком патології при скринінгових обстеженнях населення.

### Перспективи подальших досліджень

Використаний нами підхід для оцінки БВ вимагає верифікації на досить великій новій групі практично здорових людей.

## Список використаної літератури

1. Коркушко ОВ, Шатило ВВ. Ускоренное старение и его профилактика. Буковинський медичний вісник. 2009;13(4):153-8 (Korkushko OV, Shatilo VB. Accelerated aging and its prevention. Bukovynian Medical Bulletin. 2009;13(4):153-8. Russian).
2. Крутько ВН, Донцов ВИ, Захарьяшчева ОВ, Кузнецов ИА, Мамиконова ОА, Пырву ВВ и др. Биологический возраст как показатель уровня здоровья, старения и экологического благополучия человека. Авиакосмическая и экологическая медицина. 2014;48(3):12-9. (Krutko VN, Dontsov VI, Zakharayshcheva OV, Kuznetsov IA, Mamikonova OA, Pyrvu VV et al. Biological age as an indicator of health level, aging and ecological well-being of a person. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya medicina. 2014;48(3):12-9.

- Mamikonova OA, Pyrvu VV, et al. Biological age as an index of human health level, aging and ecological well-being. *Aerospace and Environmental Medicine*. 2014;48(3):12-9. Russian).
- Cevenini E, Invidia L, Lescai F, Salvioli S, Tieri P, Castellani G, et al. Human models of aging and longevity. *Expert Opin Biol Ther*. 2008 Sep;8(9):1393-405.
  - Mitnitski AB, Graham JE, Mogilner AJ, Rockwood K. Frailty, fitness and late-life mortality in relation to chronological and biological age. *BMC Geriatr*. 2002 Feb 27;2:1.
  - Salthouse T. Aging and measures of processing speed. *Biol Psychol*. 2000 Oct;54(1):35-54.
  - Morgan E. Modeling the rate of senescence: can estimated biological age predict mortality more accurately than chronological age? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013 Jun;68(6):667-74.
  - Han T, Lean M. Metabolic syndrome. *Medicine*. 2015;43(2):80-7.
  - Халангот НД, Кравченко ВІ, Писаренко ЮМ, Охріменко НВ, Лерман НГ, Ковтун ВА. Дослідження поширеності цукрового діабету, порушеної регуляції глюкози та антропометричні фактори ризику їх розвитку в мешканців літнього віку сільської місцевості України. Попередні дані. *Ендокринологія*. 2014;19(2):119-25. Ukrainian).
  - Khalangot MD, Kravchenko VI, Pysarenko YM, Okhrimenko NV, Lerman NG, Kovtun VA. Prevalence of Diabetes Mellitus, Impaired Glucose Regulation, and their anthropometric risk factors in elderly residents of rural Ukraine. Preliminary data. *Endokrynologia*. 2014;19(2):119-25. Ukrainian).
  - Belsky DW, Caspi A, Houts R, Cohen HJ, Corcoran DL, Danese A, et al. Quantification of biological aging in young adults. *Proc Natl Acad Sci*. 2015 Jul 28;30(112): E4104-10.
  - Bürkle A, Moreno-Villanueva M, Bernhard J, Blasco M, Zondag G, Hooijmakers J, et al. MARK-AGE biomarkers of ageing. *Mech Ageing Dev*. 2015 Nov;151:2-12.
  - Cardoso AL, Fernandes A, Aguilar-Pimentel JA, de Angelis MH, Guedes JR, Brito MA, et al. Towards frailty biomarkers: Candidates from genes and pathways regulated in aging and age-related diseases. *Ageing Res Rev*. 2018 Nov;47:214-77.
  - Moreno-Villanueva M, Capri M, Breusing N, Siepelmeyer A, Sevinci F, Ghezzi A, et al. MARK-AGE standard operating procedures (SOPs): A successful effort. *Mech Ageing Dev*. 2015 Nov;151:18-25.
  - Коркушко ОВ, Писарук АВ, Чижова ВП. Оценка метаболического возраста человека с помощью регрессионного и нейросетевого анализа. *Запорожский медицинский журнал*. 2021;23(1):60-4 (Korkushko OV, Pysaruk AV, Chyzhova VP. Estimation of human metabolic age using regression and neural network. *Zaporozhye medical journal*. 2021;23(1):60-4).
  - Caballero FF, Soulis G, Engchuan W, Sánchez-Niubó A, Arndt H, Ayuso-Mateos JL, et al. Advanced analytical methodologies for measuring healthy ageing and its determinants, using factor analysis and machine learning techniques: the ATHLOS project. *Sci Rep*. 2017 Mar 10;7:43955.
  - Krøll J, Saxtrup O. On the use of regression analysis for the estimation of human biological age. *Biogerontology*. 2000;1(4):363-8.
  - World Health Organization. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: report of a WHO/IDF consultation [Internet]. Geneva: WHO Press; 2006 [updated 2006 Dec 31; cited 2021 May 25]. Available from: [https://www.who.int/diabetes/publications/diagnosis\\_diabetes2006/en/](https://www.who.int/diabetes/publications/diagnosis_diabetes2006/en/)
  - Lahav Y, Epstein Y, Kedem R, Schermann H. A novel body circumference-based estimation of percentage body fat. *Br J Nutr*. 2018 Mar;119(6):720-5.
  - Kulminski A, Akushevich I, Manton K. Modeling nonlinear effects in longitudinal survival data: Implications for the physiological dynamics of biological systems. *Front Biosci*. 2004 Jan 1; 9:481-93.
  - Akaike H. Information theory and an extension of maximum likelihood principle. In: Petrov BN and Csáki F, editors. 2<sup>nd</sup> International Symposium on Information Theory, 1971 Sep 2-8; Tsahkadsor, Armenia, USSR. Akademiai Kiado, Budapest, 1973. p. 267-81.

## Простой метод оценки темпа старения для скрининга здоровья населения

А.В. Писарук<sup>1</sup>, М.Д. Халангот<sup>2</sup>, В.И. Кравченко<sup>3</sup>, Л.В. Писарук<sup>1</sup>, В.Г. Гурьянов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ДУ «Институт геронтологии им. Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины»

<sup>2</sup>Национальный университет здравоохранения Украины им. П.Л. Шупика  
<sup>3</sup>ДУ «Институт эндокринологии и обмена веществ им. В.П. Комиссаренко НАМН Украины»

<sup>4</sup>Национальный медицинский университет им. А.А. Богомольца

**Резюме.** Старение способствует развитию ряда заболеваний, в том числе, сердечно-сосудистых заболеваний и сахарного диабета 2-го типа. Ускоренно стареющие люди имеют высокий риск развития ассоциированной с возрастом патологии. Для оценки темпа старения используется расчет биологического возраста. Биологический возраст может как совпадать с хронологическим возрастом, и в этом случае старение оценивается как нормальное, физиологическое, так и значительно превышать его. В последнем случае старение оценивается как ускоренное. **Цель** работы заключалась в разработке простого метода оценки темпа старения для скрининга здоровья населения. **Материал и методы.** Обследовано 165 практически здоровых людей в возрасте от 18 до 88 лет и 178 человек с гипергликемией. Критериями включения в группу людей с гипергликемией был уровень глюкозы плазмы крови натощак 6,1 ммоль/л и выше или 2-х часовая глюкоза 7,8 ммоль/л и выше при проведении стандартного теста толерантности к глюкозе. Всем включенным в исследование людям проводилось измерение антропометрических показателей, артериального давления и выполнялся стандартный тест толерантности к глюкозе. Формула расчета биологического возраста получена методом пошаговой множественной регрессии. **Результаты.** Расчет биологического возраста у здоровых людей по полученной нами формуле показал, что стандартная ошибка составляет 11,1 лет. Установлено, что повышение уровня глюкозы связано с повышенным темпом старения в молодом и среднем возрасте. **Вывод.** Разработанный нами способ оценки темпа старения имеет достаточно высокую точность и может быть применен для оценки риска развития ассоциированной с возрастом патологии при скрининговых обследованиях населения.

**Ключевые слова:** биологический возраст, гипергликемия, скрининг здоровья населения.

## A simple method of estimating the rate of aging for population health screening

А.В. Писарук<sup>1</sup>, М.Д. Халангот<sup>2</sup>, В.И. Кравченко<sup>3</sup>, Л.В. Писарук<sup>1</sup>, В.Г. Гурьянов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>State Institution «D.F. Chebotarev Institute of Gerontology of the NAMS of Ukraine»

<sup>2</sup>Shupyk National Healthcare University of Ukraine

<sup>3</sup>SI «V.P. Komisarenko Institute of Endocrinology and Metabolism of the NAMS of Ukraine»

<sup>4</sup>Bogomolets National Medical University

**Abstract.** Aging contributes to the development of a number of diseases, including cardiovascular disease and type 2 diabetes. Rapidly aging people have a high risk of developing age-related pathology. For the estimation of the aging rate the calculation of biological age is used. Biological age can both coincide with chronological age, and in

## Оригінальні дослідження

this case aging is assessed as normal and physiological, or it can significantly exceed chronological age (accelerated aging). **The aim** of this study was to develop a simple method for estimating the rate of aging for population health screening. **Methods.** 165 practically healthy persons aged 18 to 87 years and 178 persons with hyperglycemia were examined. All individuals included in the study were assessed for anthropometric parameters, blood pressure and glucose tolerance. The inclusion criteria for the hyperglycemia group were fasting plasma glucose levels of 6.1 mmol/L and above or 2-hour glucose of 7.8 mmol/L and above on a standard glucose tolerance test. The formula for calculating the biological age was obtained through stepwise multiple regression. **Results.** The calculation of biological age in healthy persons according to the obtained formula showed that the standard prediction error was 11.1 years. Elevated glucose levels have been shown to be associated with increased aging in young and middle age, whereas after 60 years, the effects of hyperglycemia on the rate of aging disappeared. **Conclusions.** Our method of estimating the rate of aging is sufficiently accurate and can be used to assess the risk of age-related pathology in screening surveys.

**Keywords:** biological age, hyperglycemia, population health screening.

**Для цитування:** Писарук АВ, Халангот МД, Кравченко ВИ, Писарук ЛВ, Гур'янов ВГ. Простий метод оцінки темпу старіння для скринінгу здоров'я населення. *Ендокринологія.* 2021;26(2):128-134. DOI: 10.31793/1680-1466.2021.26-2.128.

**Адреса для листування:** Писарук Анатолій Васильович, avpisaruk54@gmail.com; ДУ «Інститут геронтології ім. Д.Ф. Чеботарьова НАМН України», вул. Вишгородська, 67, м. Київ, 04114, Україна.

**Відомості про авторів:** Писарук Анатолій Васильович, д-р мед. наук, завідувач лабораторії математичного моделювання процесів старіння, ORCID: 0000-0001-5522-0172; Халангот Микола Дмитрович, д-р мед. наук, проф. кафедри ендокринології, ORCID: 0000-0002-4632-5447; Кравченко Віктор Іванович, д-р мед. наук, проф., завідувач відділу епідеміології ендокринних захворювань, ORCID: 0000-0003-0867-2023; Писарук Людмила Васильовна, наук. співроб. лабораторії математичного моделювання процесів старіння, ORCID:0000-0002-9604-036X; Гур'янов Віталій Григорович, канд. фіз-мат. наук, доцент кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики, ORCID:0000-0001-8509-6301.

**Особистий внесок:** А.В. Писарук — концепція, аналіз та інтерпретація, написання статті; М.Д. Халангот — збір, аналіз та інтерпретація даних, написання та редагування статті; Л.В. Писарук — вивчення літератури за цією темою, обробка матеріалу та участь у підготовці до публікації статті; В.І. Кравченко — концепція та дизайн дослідження; В.Г. Гур'янов — аналіз та статистична обробка результатів досліджень.

**Фінансування:** стаття підготовлена в рамках бюджетного фінансування Національної академії медичних наук України.

**Декларація з етики:** автори задекларували відсутність конфлікту інтересів і фінансових зобов'язань.

**Стаття:** надійшла до редакції 31.05.2021 р.; перероблена 04.06.2021 р.; прийнята до друку 02.07.2021 р.; надрукована 14.07.2021 р.

**Для цитування:** Писарук АВ, Халангот НД, Кравченко ВИ, Писарук ЛВ, Гур'янов ВГ. Простой метод оценки темпа старения для скрининга здоровья населения. *Эндокринология.* 2021;26(2):128-134. DOI: 10.31793/1680-1466.2021.26-2.128.

**Адрес для переписки:** Писарук Анатолий Васильевич, avpisaruk54@gmail.com; ГУ «Институт геронтологии им. Д.Ф. Чеботарева НАМН Украины», ул. Вышгородская, 67, г. Киев, 04114, Украина.

**Сведения об авторах:** Писарук Анатолий Васильевич, д-р мед. наук, заведующий лабораторией математического моделирования процессов старения, ORCID: 0000-0001-5522-0172; Халангот Николай Дмитриевич, д-р мед. наук, проф. кафедры эндокринологии, ORCID: 0000-0002-4632-5447; Кравченко Виктор Иванович, д-р мед. наук, проф., заведующий отделом эпидемиологии эндокринных заболеваний, ORCID: 0000-0003-0867-2023; Писарук Людмила Васильевна, научн. сотр. лаборатории математического моделирования старения, ORCID:0000-0002-9604-036X; Гурьянов Виталий Григорьевич, канд. физ-мат. наук, доцент кафедры медицинской и биологической физики и информатики, ORCID: 0000-0001-8509-6301.

**Личный вклад:** А.В. Писарук — концепция, анализ и интерпретация, написание, статьи; Н.Д. Халангот — сбор, анализ и интерпретация данных, написание и редактирование статьи; В.И. Кравченко — концепция и дизайн исследования; Л.В. Писарук — изучение литературы по теме, обработка материала и участие в подготовке статьи к публикации; В.Г. Гурьянов — анализ и статистическая обработка результатов исследования.

**Финансирование:** статья подготовлена в рамках бюджетного финансирования Национальной академии медицинских наук Украины.

**Декларация по этике:** авторы задекларировали отсутствие конфликта интересов и финансовых обязательств.

**Статья:** поступила в редакцию 31.05.2021 г.; переработана 04.06.2021 г.; принята к печати 02.07.2021 г.; напечатана 14.07.2021 г.

**For citation:** Pisaruk AV, Khalangot MD, Kravchenko VI, Pisaruk LV, Guryanov VG. A simple method of estimating the rate of aging for population health screening. *Endokrynologia.* 2021;26(2):128-134. DOI: 10.31793/1680-1466.2021.26-2.128.

**Correspondence address:** Pisaruk Anatoly Vasilevich, avpisaruk54@gmail.com; State Institution «D.F. Chebotarev Institute of Gerontology NAMS of Ukraine», 67 Vyshgorodska Street, Kyiv 04114, Ukraine.

**Information about the authors:** Pisaruk Anatoly Vasilevich, Dr. Sci. (Medicine), Head of the laboratory of mathematical modeling of aging processes, ORCID: 0000-0001-5522-0172; Khalangot Mykola Dmytrovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., ORCID: 0000-0002-4632-5447; Kravchenko Viktor Ivanovych, Dr. Sci. (Medicine), Prof., Head of the Department of Epidemiology of Endocrine Diseases, ORCID: 0000-0003-0867-2023; Pisaruk Ludmila Vasilevna, Researcher of the laboratory of mathematical modeling of aging processes, ORCID:0000-0002-9604-036X; Guryanov Vitaliy Hryhorovych, Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics and Informatics, ORCID: 0000-0001-8509-6301

**Authors' contributions:** A.V. Pisaruk — concept, analysis and interpretation, writing of the article; M.D. Khalangot — data collection, analysis and interpretation of data, writing and editing articles; V.I. Kravchenko — concept and design of research; L.V. Pisaruk — study of literature on the topic, analysis and processing of material, participation in preparation for publication of the article; V.H. Guryanov — analysis and statistical processing of research results.

**Funding:** the article was prepared within the budget funding of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine.

**Declaration of ethics:** the authors declared the absence of conflict of interest and financial obligations.


**Article:** received 31 May 2021; revised 04 June 2021; accepted 02 July 2021; published 14 July 2021.

**ШАНОВНІ КОЛЕГИ!!!**


Компанія «МЕДІАМЕД» — організатор конференцій, виставок, форумів та конгресів — запрошує взяти участь у науково-практичних конференціях, що відбудуться восени 2021 року!

**Науково-медичні конференції внесено до Реєстру з'їздів, конгресів, симпозиумів та науково-практичних конференцій, які проводитимуться у 2021 році.**


**Формат проведення: offline, online**

- 


**3-4 вересня**  
Кам'янець-Подільський

**Науково-практична конференція**  
**«ПОДІЛЬСЬКІ ДНІ ОНКОЛОГІЇ. АСПЕКТИ ЛІКУВАННЯ**  
**ЗЛОЯКІСНИХ ПУХЛИН ШКІРИ, ЛЕГЕНЬ,**  
**ГРУДНОЇ ЗАЛОЗИ В СУЧАСНОМУ СВІТІ»**  
КНП «Хмельницький обласний протипухлинний центр» ХОР  
Українське науково-медичне товариство онкологів  
Національний інститут раку МОЗ України  
Департамент охорони здоров'я Хмельницької області
- 

**30 вересня**  
Київ

**Науково-практична конференція з міжнародною участю**  
**«АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ДІАГНОСТИКИ**  
**ТА ЛІКУВАННЯ ЗАХВОРЮВАНЬ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ»**  
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця  
Академія практикуючих неврологів
- 

**28 жовтня**  
Київ

**Науково-практична конференція з міжнародною участю**  
**«ІНФЕКЦІЙНІ ХВОРОБИ СУЧАСНОСТІ:**  
**ВИКЛИКИ, ПРОБЛЕМИ, ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ»**  
*Присвячена 135-річчю з дня народження професора Зюкова А.М.*  
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
- 

**5-6 листопада**  
Київ/Чернівці

**IV науково-практична конференція з міжнародною участю:**  
**«ПСИХОСОМАТИЧНА МЕДИЦИНА: НАУКА ТА ПРАКТИКА»**  
Національний медичний університет імені О.О. Богомольця  
Кафедра медичної психології, психосоматичної медицини та психотерапії  
Всеукраїнська асоціація психосоматичної медицини  
Буковинський державний медичний університет

**УЧАСТЬ ДЛЯ ЛІКАРІВ БЕЗКОШТОВНА**

**Реєстрація для слухачів обов'язкова за посиланням – [mediamed.com.ua](http://mediamed.com.ua)**

*Для отримання сертифікату Ви маєте прослухати не менше 50% відсотків матеріалу.*

*Конференції компанії МЕДІАМЕД призначені тільки для фахівців сфери охорони здоров'я, осіб, які мають вищу або середню спеціальну медичну освіту.*

**МЕДІАМЕД**

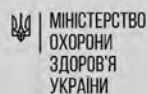
 +38 098 080-72-66    E-mail: [info@mediamed.com.ua](mailto:info@mediamed.com.ua)

[www.mediamed.com.ua](http://www.mediamed.com.ua)

 @mediamedconferences



МІЖНАРОДНА НЕВРОЛОГІЧНА  
ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦІЯ



# XIII НЕЙРОСИМПОЗИУМ

✓ 6 – 9 ВЕРЕСНЯ 2021 РОКУ / ОДЕСА



## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ



**Смоланка Володимир  
Іванович**

д.м.н., професор, президент  
Української асоціації нейрохірургів,  
ректор Державного вищого  
навчального закладу «Ужгородський  
національний університет»



**Орос Михайло  
Михайлович**

д.м.н., професор, завідувач кафедри  
неврології, нейрохірургії та  
психіатрії Ужгородського  
національного університету.

### НАУКОВІ НАПРЯМКИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

- ✓ сучасні підходи до лікування болю ;
- ✓ захворювання екстрапірамідної нервової системи;
- ✓ гострі кути в діагностиці та лікуванні розсіяного склерозу;
- ✓ сучасні аспекти захворювань периферійної нервової системи;
- ✓ нейроінфекції;
- ✓ сомнологія
- ✓ терапевтичні та нейрохірургічні підходи до лікування епілепсії;
- ✓ нервово-м'язові захворювання та підходи до лікування;
- ✓ сучасні питання лікування хворих з судинною патологією;
- ✓ психосоматичні розлади.

### У РАМКАХ КОНФЕРЕНЦІЇ

- Інтерактивні клінічні випадки з можливістю голосувати онлайн та отриманням сертифікатів;
- Вебінари з іноземними спікерами (видаються сертифікати з СМЕ);
- Можливість задати питання іноземним експертам;
- Секція «Питання-Відповіді»;
- Симуляційний майстер-клас з інсульту;
- Вікторини в перервах між секціями;
- Щорічна гра «ЩО? ДЕ? КОЛИ?» в режимі online.

- ✓ Робота на стендах з лікарями;
- ✓ Майстер-класи з іноземними лекторами;
- ✓ Розіграш цінних подарунків;

- ✓ Традиційна гра Що? Де? Коли?
- ✓ Офіційне відкриття конференції;
- ✓ Традиційна гра Що? Де? Коли?.