

УДК 57.017.6

Н.В. ШЕПЕЛЕВИЧзаведующий отраслевой лабораторией «Лонгитудинальные исследования»¹**Т.Л. ЛЕБЕДЬ**научный сотрудник лаборатории биохимии РНПЦ спорта,
г. Минск, Республика Беларусь**Н.В. ЖУР**ассистент кафедры биохимии и биоинформатики¹**Н.А. ГЛИНСКАЯ**, канд.сх. наук, доцентдекан факультета дополнительного образования¹**Е.С. СЫСУН-ГУК**доцент кафедры биохимии и биоинформатики¹**Д.В. КУРИЛЮК**студент биотехнологического факультета¹¹Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь

Статья поступила 11.04.2025

**ОЦЕНКА ТЕМПА СТАРЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА
НА ОСНОВАНИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ВОЗРАСТА**

В статье проведена сравнительная оценка взаимного соответствия результатов определения биологического возраста по методам Войтенко В.П., Горелкина-Пинхасова, BS-BA. Предложен подход к технологии интегрального оценивания физического и функционального состояния здоровья индивида с использованием метода одночастотного биоимпедансного анализа состава тела. Проведенные исследования позволили сопоставить различные методологические приемы определения биологического возраста, подчеркнуть их прогностичность.

Ключевые слова: биологический возраст, биоимпедансный анализ, старение, геронтология.

SHAPIALEVICH N.V., Head of the Industry Laboratory «Longitudinal Research»¹**LEBED T.L.**, Researcher Laboratory of Biochemistry

Republican Scientific and Practical Sports Center, Minsk, Republic of Belarus

ZHUR N.V., Researcher of the Branch Laboratory «Longitudinal Research»¹**GLINSKAYA N.A.**, PhD. in Agric. Sc., Associate ProfessorDean of the Faculty of Continuing Education¹**SYSUN-GUK E.S.**, Associate Professor of the Department of Biochemistry and Bioinformatics¹**KURILYUK D.V.**, Student¹¹Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus**ESTIMATION OF AGING RATE AND HUMAN HEALTH STATE
ON THE BASIS OF BIOLOGICAL AGE MEASUREMENT**

In the article a comparative assessment of mutual conformity of the results of biological age determination according to the methods of V.P. Voitenko, Gorelkin-Pinhasov, BS-BA is carried out. An approach to the technology of integral assessment of physical and functional health of an individual using the method of single-frequency bioimpedance analysis of body composition is proposed. The conducted research allowed us to compare different methodological techniques of biological age determination and emphasize their predictability.

Keywords: *biological age, bioimpedance analysis, aging, gerontology.*

Введение. Биологический возраст (БВ), или возраст развития – понятие, отражающее степень морфологического и физиологического развития организма. Введение понятия «биологический возраст» объясняется тем, что календарный (паспортный, хронологический) возраст не является достаточным критерием состояния здоровья и трудоспособности стареющего человека [4].

Основные проявления биологического возраста при старении – нарушения важнейших жизненных функций и сужение диапазона адаптации, возникновение болезней и увеличение вероятности смерти или снижение продолжительности предстоящей жизни. Каждое из них отражает течение биологического времени и связанное с ним увеличение биологического возраста [2,3].

Самая большая задача в реальной жизни и клинической практике – оценить этот биологический возраст. Установление БВ должно строиться на комплексной и этапной основе с учетом индивидуальных особенностей старения и включать показатели, характеризующие конкретные причины и механизмы старения.

Цель исследования – выполнить расчёт биологического возраста каждого испытуемого согласно моделям Войтенко, Горелкина-Пинхасова и BS-BA и оценить взаимное соответствие результатов моделей.

Исследования выполнялись в рамках НИР «Изучить влияние полиморфизмов генов-регуляторов метаболизма на темпы биологического старения человека», выполненного сотрудниками УО «Полесский государственный университет» в соответствии с договором № Б23М-033 от «02» мая 2023 г. на базе отраслевой лаборатории «Лонгитудинальные исследования» и кафедры биохимии и биоинформатики.

Материалы и методы исследований. Исследуемая группа составила 85 человек: 58 респондентов в возрасте 18-24 года (их них 25 девушек и 33 юношей) и 27 респондентов в возрасте 25-40 лет (из них 11 мужчин и 16 женщин). С целью дифференцирования обследуемых по полу, возрасту и подверженности действию основных негенетических факторов, влияющих на биологический возраст, проведено анкетирование. Параллельно с анкетированием проводилась самооценка здо-

ровья (СОЗ) по Войтенко [1]. Расчет биологического возраста проводили с использованием моделей Войтенко, Горелкина-Пинхасова, BS-BA (по форме тела) [3].

В группах проведен анализ показателей биологического возраста по модели Войтенко. Степень возрастных изменений оценивалась разницей между показателями ФБВ (формула БВ) и ДБВ (должного БВ):

- если $\text{ФБВ} - \text{ДБВ} = 0$, то степень постарения соответствует статистическим нормам;
- если $\text{ФБВ} - \text{ДБВ}$ больше 0, то степень постарения большая и следует обратить внимание на образ жизни и пройти дополнительные обследования;
- если $\text{ФБВ} - \text{ДБВ}$ меньше 0, то степень постарения малая.

Для определения биологического возраста по Горелкину-Пинхасову вычисляли коэффициент скорости старения (КСС). При КСС от 0,95 включительно до 1,05 включительно делают заключение о соответствии скорости старения норме, при КСС менее 0,95 – о замедлении старения, при КСС более 1,05 – об ускорении старения.

Для получения расчетных значений параметров состава тела и оценки скорости метаболических процессов у обследуемых респондентов был проведен биоимпедансный анализ с использованием портативного биоимпедансного анализатора «ABC-01 МЕ-ДАСС». Анализ основан на измерении параметров электрического импеданса – активного сопротивления (R) и реактивного сопротивления (Xc).

Результаты исследования. Резюмируя полученные результаты по методу Войтенко отмечена большая степень постарения в группе девушек (18-24 года). Им следует пройти дополнительные обследования или внести коррективы в образ жизни. В группе (25-40 лет) результаты выявили незначительную степень постарения, как среди мужчин, так и среди женщин.

Результаты расчёта коэффициент скорости старения среди групп представлены на рисунке 1. Сравнительный анализ КСС показал, что пониженный коэффициент скорости старения (<0,95) отмечен у лиц старшей группы на 18,38%.

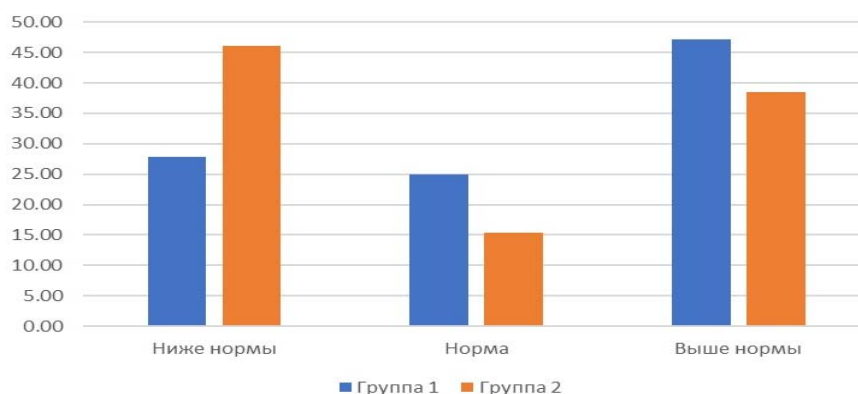


Рисунок 1. – Значения коэффициента скорости старения

Для расчёта биологического возраста с применением модели BS-BA (по форме тела), необходимы значения тощей массы тела (%), которую устанавливали по данным биоимпедансометрии.

Сравнительная характеристика показателей биоимпедансного анализа между двумя группами представлена на рисунке 2. Группа 1 (респонденты в возрасте 18-24 года), группа 2 (респонденты в возрасте 25-40 лет).

Сравнение показателей групп обследованных выявило снижение значений активной клеточной массы, скелетно-мышечной

массы, основного обмена и тощей массы у 2-й группы.

Оценка взаимного соответствия результатов трёх моделей определения БВ представлена в таблице.

Согласно полученным данным совпадений по оценке биологического возраста совпали по всем трём моделям у 34,88% респондентов. У 32,56% совпадений больше по моделям Горелкина-Пинхасова и BS-BA.

Среди всех респондентов был применён метод CART (Classification and Regression Trees) для выявления показателей связанных с возрастом респондентов (рисунок 2).

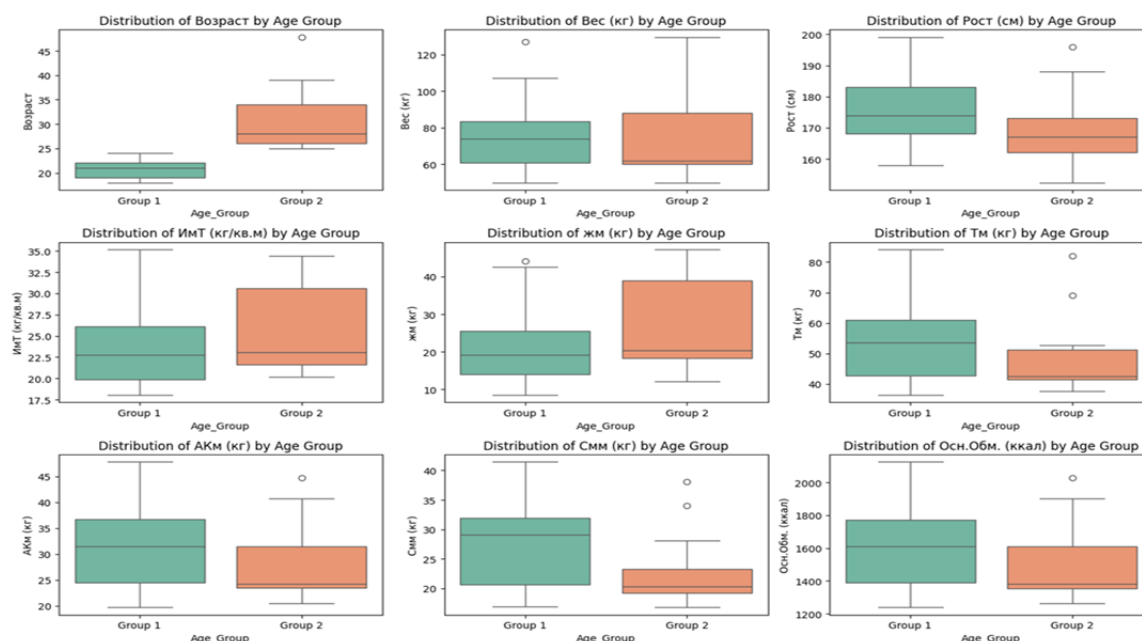


Рисунок 2. – Сравнительная характеристика значений параметров состава тела и скорости метаболических процессов

Таблица – Процент взаимного соответствия результатов моделей определения БВ

Модели	I	II	III
I	-	25,58%	6,98%
II	25,58%	-	32,56%
III	6,98%	32,56%	-

Примечание – I -модель Войтенко В.П.; II- модель Горелкина-Пинхасова; III- модель BS-BA.

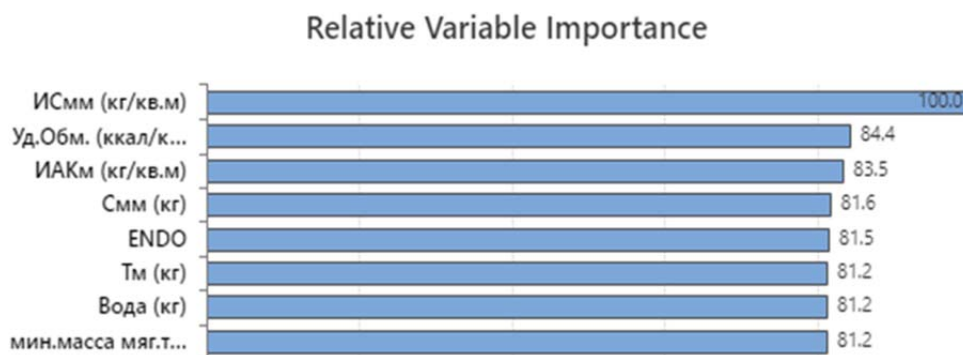


Рисунок 2. – Схема дерева решений

Определена взаимосвязь следующих показателей с увеличением календарного возраста:

- индексом скелетно-мышечной массы (100%);
- удельным обменом веществ (84,4%);
- индексом активной клеточной массы (уровень двигательной активности) (83,5%);
- скелетно-мышечной массой (81,6%);
- тощей массой (81,2%);
- водой (характеризует состояния гидратации организма (81,2%);
- минеральной массой мягких тканей (81,2%);
- балл эндоморфии (ENDO) (81,5%).

Среди показателей связанных, по нашим данным, с увеличением календарного возраста был проведен корреляционный анализ с использованием программы Minitab (рисунок 3).

При исследовании показателей индекса скелетно-мышечной массы обследуемых был

получен коэффициент корреляции (r), равный 0,83 с тощей массой и водой, 0,90 с индексом активной клеточной массы. Данные значения характеризуют весьма сильную прямую зависимость между этими показателями.

Наряду с характеристикой компонентного состава тела, для оценки функционального состояния организма, интенсивности обменных процессов и нарушений нутритивного статуса в биоимпедансном анализе использовали величину фазового угла (ФУ) импеданса, определяемую как арктангенс отношения реактивного и активного сопротивлений.

Клиническими нормами ФУ считаются градации:

- нормальные значения (от 5,4 до 7,8°);
- спортивные значения (от 7,8 до 10°);
- указание на гиподинамию (от 4,4 до 5,4°);
- указание на наличие катаболического сдвига ($<4,4^\circ$).

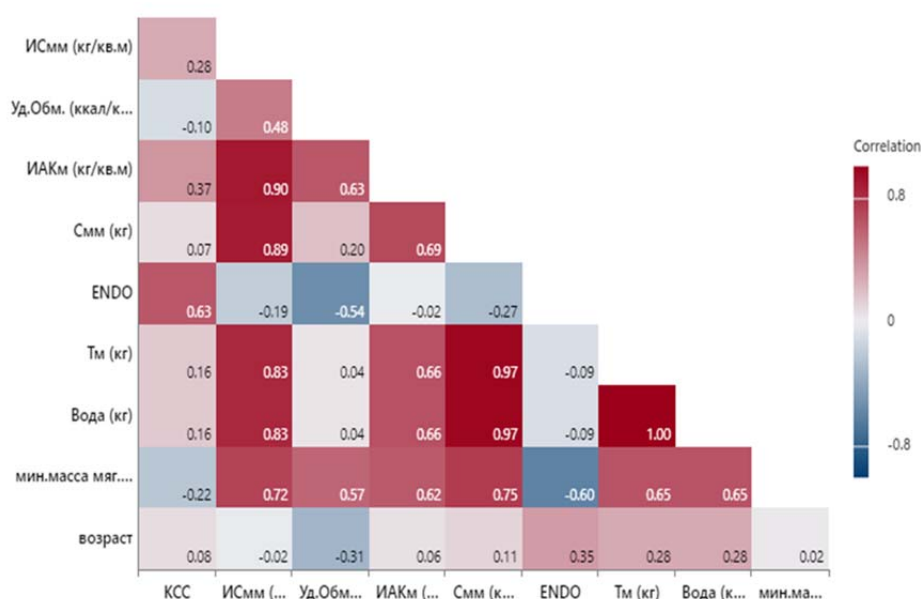


Рисунок 3. – Корреляционная матрица параметров импедансных измерений у лиц с высоким КСС

Значения ФУ у респондентов двух групп составил $7,0^{\circ} \pm 0,16$ [минимум $5,8^{\circ}$; максимум $11,4^{\circ}$], что соответствовало нормальным значениям.

Вывод. Старение – это необратимый биологический процесс, ассоциированный с развитием дегенеративных изменений в организме и снижением адаптационных возможностей. Согласно полученным данным совпадений по оценке биологического возраста совпали по всем трём моделям у 34,88% респондентов. У 32,56% совпадений больше по моделям Горелкина-Пинхасова и BS-BA. Установление БВ должно строиться на комплексной и этапной основе с учетом индивидуальных особенностей старения и включать показатели, характеризующие конкретные причины и механизмы старения.

Список литературы

1. Войтенко, В. П. Биологический возраст / В. П. Войтенко // Биология старения. – Л.: Наука, 1982. – С. 102–115.
2. Монахова, М. А. Генетические и эпигенетические механизмы старения / М. А. Монахова, Н. И. Акимова, З. Г. Кокаева // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологии. – 2018. – Т. 123. – Вып. 2. – С. 12–13.
3. Столбовская, О. В. Основы биологии старения : учеб.-метод. комплекс / О. В.

Столбовская, С. В. Ермолаева. – Ульяновск : УлГУ, 2008. – 69 с.

4. Рябчикова, Т. В. Сопоставление паспортного и биологического возраста / Т. В. Рябчикова, Л. А. Егорова, Е. А. Кузьмичева // Клиническая геронтология. – 2009. – Т. 15. – № 12. – С. 19–22.

References

1. Voitenko V.P. Biologicheskij vozrast [Biological age]. *Biologiya stareniya* [Biology of aging]. L., Nauka, 1982, pp. 102–115. (In Russian)
2. Monakhova M.A., Akimova N.I., Kokaeva Z.G. Geneticheskie i e`pigeneticheskie mekhanizmy` stareniya [Genetic and epigenetic mechanisms of aging]. *Byulleten` Moskovskogo obshhestva ispy`tatelej prirody`. Otdel biologii* [Bul. Moscow Institute of Physics and Technology. Biology Department]. 2018, vol. 123, Iss. 2, pp. 12–13. (In Russian)
3. Stolbovskaya O.V., Ermolaeva S.V. *Osnovy` biologii stareniya* [Fundamentals of the biology of aging]. Ulyanovsk, Ulyanovsk State University, 2008, 69 p. (In Russian)
4. Ryabchikova T.V., Egorova L.A., Kuzmicheva E.A. Sopostavlenie pasportnogo i biologicheskogo vozrasta [Comparison of passport and biological age]. *Klinicheskaya gerontologiya* [Clinical gerontology]. 2009, vol. 15, no. 12, pp. 19–22. (In Russian)

Received 11.04.2025