

## Сравнительная характеристика размеров матки в первом периоде зрелого возраста и старческом возрасте по данным ультразвукового исследования

А.А. Баландин, А.М. Димидова, И.А. Баландина

*Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера  
Минздрава России  
414099, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26*

### Резюме

Цель исследования – провести сравнительный анализ линейных размеров матки женщин в первого периода зрелого возраста и старческого возраста по данным УЗИ. **Материал и методы.** В основу работы положены результаты УЗИ 53 женщин с нормальными размерами таза, проходивших обследование в отделении гинекологии ГБУЗ Пермского края «Пермская краевая клиническая больница» в период с 2021 по 2022 г. Все женщины дали согласие на исследование, которое проводилось по показаниям для исключения вероятной патологии репродуктивной системы. УЗИ заключалось в измерении продольного (длины), поперечного (ширины) и переднезаднего (толщины) размеров матки с помощью трансвагинального доступа. Обследованных разделили на две группы: первая состояла из 27 человек первого периода зрелого возраста (от 22 до 35 лет), вторая – из 26 женщин старческого возраста (от 75 до 88 лет). **Результаты.** При сравнении показателей размеров матки выявлено их статистически значимое уменьшение от первого периода зрелого возраста к старческому: длина матки уменьшается на 54,5 % ( $p < 0,001$ ), ширина – на 57,8 % ( $p < 0,001$ ), толщина – на 67,8 % ( $p < 0,001$ ). Мы полагаем, что данную закономерность можно обосновать наступлением периода постменопаузы и снижением содержания гормонов эстрогенового ряда от репродуктивного возраста к старческому. **Заключение.** Полученные результаты прижизненного сравнительного анализа линейных размеров матки у женщин первого периода зрелого возраста и старческого возраста расширяют научные представления о возрастных особенностях этого органа репродуктивной системы, служат фундаментом для дальнейших исследований и могут быть использованы врачами клинических специальностей, таких как гинекология, геронтология, ультразвуковая диагностика.

**Ключевые слова:** матка, возраст, морфометрия, УЗИ.

**Конфликт интересов.** Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

**Автор для переписки:** Баландина И.А., e-mail: balandina\_ia@mail.ru

**Для цитирования:** Баландин А.А., Димидова А.М., Баландина И.А. Сравнительная характеристика размеров матки в первом периоде зрелого возраста и старческом возрасте по данным ультразвукового исследования. *Сибирский научный медицинский журнал.* 2023;43(2):83–88. doi: 10.18699/SSMJ20230208

## Comparative characteristics of uterine size in the first period of adulthood and old age according to ultrasound examination

А.А. Balandin, А.М. Dimidova, I.A. Balandina

*Perm State Medical University n.a. Academician E.A. Wagner of Minzdrav of Russia  
414099, Perm, Petropavlovskaya str., 26*

### Abstract

The aim of the study was to carry out a comparative analysis of the linear size of the uterus in women during the first period of adulthood and old age according to ultrasound examination data. **Material and methods.** The study was based on the results of ultrasound examination of 53 women with normal pelvic dimensions who were examined at the gynecology department of the Perm Krai Clinical Hospital during the period from 2021 to 2022. All the women

consented to the examination, which was performed according to the indications in order to exclude probable pathology of the reproductive system. The ultrasound examination consisted of measuring the longitudinal (length), transverse (width) and anteroposterior (thickness) dimensions of the uterus using transvaginal access. Women were divided into two groups: the first group consisted of 27 subjects of the first period of mature age (22 to 35 years), the second group included 26 subjects of advanced age (75 to 88 years). **Results.** When comparing the indicators of uterine size, their statistically significant decrease from the first period of adulthood to old age: uterine length decreased by 54.5 % ( $p < 0.001$ ), width – by 57.8 % ( $p < 0.001$ ), thickness – by 67.8 % ( $p < 0.001$ ). We believe that this pattern can be substantiated by the onset of postmenopause and a decrease in estrogenic hormone content from reproductive age to senile age. **Conclusions.** The obtained results of the intravital comparative analysis of the uterus linear dimensions in women of the first period of adulthood and old age expand the scientific ideas about age-related features of this organ of the reproductive system, are the basis for further research and can be used by physicians of clinical specialties such as gynecology, gerontology, ultrasound diagnostics.

**Key words:** uterus, age, morphometry, ultrasonography.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Correspondence author:** Balandina I. A., e-mail: balandina\_ia@mail.ru

**Citation:** Balandin A.A., Dimidova A.M., Balandina I.A. Comparative characteristics of uterine size in the first period of adulthood and old age according to ultrasound examination. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2023;43(2):83–88. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20230208

## Введение

Одной из важных сфер современной медицины является работа с пациентами старческой возрастной группы. За последние несколько лет по причине многих факторов наблюдается рост продолжительности жизни, наиболее значимые из них – усовершенствование медицинского обслуживания, повышение качества питания, изменения условий жизни [1–3]. При учете индивидуальных качеств больного необходимо рассматривать совокупность факторов, в том числе возраст и пол [4]. Как показывает медицинская практика, в последнее время важность возрастных особенностей пациентов подчеркивается большим количеством научных публикаций [5–8]. Население старческой возрастной когорты, в особенности женщины, является очень уязвимой категорией граждан [9, 10].

Предметом нашего исследования стала одна из наиболее важных структур женской репродуктивной системы, полый мышечный орган – матка. Нарушения ее структуры и функции вызывают такие состояния, как бесплодие, потеря беременности либо перинатальные осложнения [11, 12]. Для своевременного распознавания патологии необходимы высокоточные, быстрые и современные методы диагностики. На сегодня одним из ведущих таких методов является УЗИ [13].

Исследователями уделено пристальное внимание и использовано огромное количество ресурсов для изучения различных патологических состояний половой системы женщин в разном возрасте, изучены вопросы их диагностики и лечения [14–16]. Однако стоит отметить, что крайне мало обращено внимания на возрастные измене-

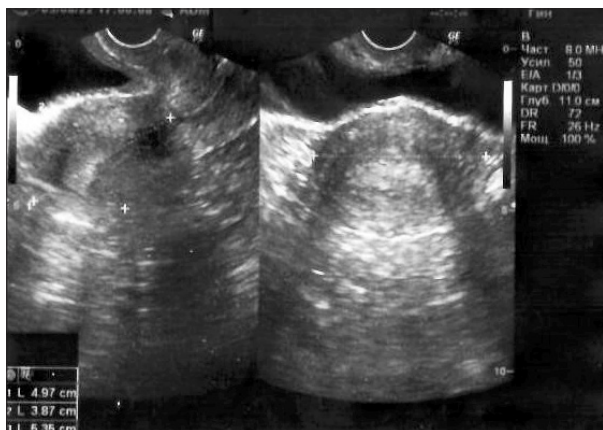
ния матки как органа. Нам не удалось обнаружить работ, посвященных сравнительному анализу размеров матки у женщин первого периода зрелого возраста и старческого возраста с помощью ультразвуковой диагностики. Именно этот вопрос и лег в основу нашего исследования.

Цель исследования – провести сравнительный анализ линейных размеров матки женщин первого периода зрелого возраста и старческого возраста по данным УЗИ.

## Материал и методы

В основу работы положены результаты УЗИ 53 женщин, которые проходили обследование в отделении гинекологии ГБУЗ Пермского края «Пермская краевая клиническая больница» в период с 2021 по 2022 г. Их возраст варьировал от 22 до 35 лет включительно и от 75 до 88 лет включительно. Все женщины дали согласие на исследование, которое проводилось только по показаниям для исключения вероятной патологии репродуктивной системы и с разрешения локального этического комитета Пермского государственного медицинского университета имени ак. Е.А. Вагнера (№ 10 от 27.11.2019).

УЗИ выполняли на аппарате Voluson E10 (GE Healthcare Austria GmbH & Co OG, Австрия) нативно с помощью внутриволостного объемного конвексного датчика RAB2-5-D (рисунок). Исследование заключалось в измерении продольного (длины), поперечного (ширины) и переднезаднего (толщины) размеров матки с помощью трансвагинального доступа. Продольный и поперечный размеры определяли при продольном сканировании. Продольный размер измеряли



Эхограмма матки женщины 27 лет  
 Echogram of the uterus of a 27-year-old woman

от наиболее удаленной точки дна тела матки до проекции внутреннего зева, поперечный – на поперечных эхограммах на уровне трубных углов, переднезадний – в средней части тела между наиболее удаленными точками задней и передней стенок. Выборку исследования составили женщины с нормальными размерами таза, без патологий репродуктивной системы, с отсутствием алкогольной или наркотической зависимости, имеющие в анамнезе не более двух беременностей, временной период после последней составил более одного года.

Обследованных разделили на две группы: первая состояла из 27 человек первого периода зрелого возраста (от 22 до 35 лет), вторая – из 26 женщин старческого возраста (от 75 до 88 лет).

Результаты представлены в виде значений средней арифметической величины и стандартной ошибки ( $M \pm m$ ). Параметрический  $t$  критерий Стьюдента использовали для проверки равенства средних значений в двух выборках. Достоверными считали отличия при  $p < 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

При сравнении показателей размеров матки выявлено их статистически значимое уменьшение от первого периода зрелого возраста к стар-

ческому: длина матки уменьшается на 54,5 %, ширина – на 57,8 %, толщина – на 67,8 % (табл.). Мы полагаем, что данную закономерность можно обосновать наступлением периода постменопаузы и снижением гормонов содержания эстрогенового ряда от репродуктивного возраста к старческому [17].

Еще в начале XX в. установлена ключевая роль эстрогена – мощная вазодилатация (расширение просвета артериальных сосудов). В современных научных источниках набралось достаточно данных, показывающих, что эстрогены вызывают увеличение кровотока не только в репродуктивных тканях (особенно в матке), но и в остальных органах человека, при этом наиболее выраженная вазодилатация наблюдается в органах репродуктивной системы [18]. Соответственно, при снижении концентрации эстрогена с возрастом уменьшается и качество кровоснабжения тканей, что ведет к оскудению ее клеточной архитектоники и уменьшению линейных размеров органа. В исследованиях, проведенных на секционном материале, выявлены не только анатомические возрастные изменения, но и тканевая трансформация, которая характеризуется разрастанием соединительной ткани в стенке органа [19, 20]. Стоит отметить момент системности – изменение органа происходит равномерно, с сохранением анатомических пропорций.

Старение – это системный процесс, проходящий не только в каждом органе, но и в каждой его ткани, обусловленный тем, что гормоны эстрогеновой группы выполняют огромное количество функций не только в репродуктивной системе, но и в других тканях, начиная от такой сложноустроенной ткани, как нервная, и заканчивая жировой. Они опосредованно регулируют белково-липидный обмен в тканях, а также ионный состав клеток [21, 22].

Вышеперечисленное подтверждает, что период менопаузы влечет за собой уязвимость женского организма перед воздействием неблагоприятных факторов, что необходимо учитывать врачам клинических специальностей.

*Морфометрические характеристики матки у женщин в первом периоде зрелого возраста и в старческом возрасте по данным УЗИ, мм (n = 53)*

*Morphometric characteristics of the uterus in women in the first period of adulthood and old age according to ultrasound examination, mm (n = 53).*

Исследуемый размер матки	Первый период зрелого возраста	Старческий возраст	<i>p</i>
Длина	52,30 ± 0,50	28,52 ± 0,81	< 0,001
Ширина	39,67 ± 0,18	22,96 ± 0,33	< 0,001
Толщина	50,95 ± 0,39	34,58 ± 0,64	< 0,001

## Заключение

Результаты прижизненного сравнительного анализа линейных размеров матки у женщин первого периода зрелого возраста и старческого возраста расширяют научные представления о возрастных особенностях этого органа репродуктивной системы, позволяя получить конкретную картину об их «возрастной норме». Подводя итог, следует заметить, что полученные результаты являются фундаментом для дальнейших исследований и могут быть использованы врачами клинических специальностей, таких как гинекология, геронтология, ультразвуковая диагностика.

## Список литературы

1. Coste J., Valderas J.M., Carcaillon-Bentata L. The epidemiology of multimorbidity in France: Variations by gender, age and socioeconomic factors, and implications for surveillance and prevention. *PLoS One*. 2022;17(4):e0265842. doi: 10.1371/journal.pone.0265842
2. Соян Ш.Ч. Продолжительность жизни как индикатор качества жизни населения. *Природные ресурсы, среда и общество*. 2021;3(11):42–46. doi: 10.24412/2658-4441-2021-3-42-46
3. Шашок В.Н. Старение населения как глобальная социально-психологическая проблема. *Учен. зап. Рос. гос. соц. ун-та*. 2009;(11):22–25.
4. Пальцев М. Персонализированная медицина. *Наука в России*. 2011;(1):12–17.
5. Баландин А.А., Баландина И.А., Панкратов М.К. Эффективность лечения пациентов пожилого возраста с черепно-мозговой травмой, осложненной субдуральной гематомой. *Успехи геронтол.* 2021;34(3):461–465. doi: 10.34922/AE.2021.34.3.017
6. Болдуева С.А., Петрова В.Б., Хавинсон В.Х., Самохвалова М.В., Петрова А.И. Проблемы диагностики и лечения транстриетинового амилоидоза с поражением сердца у лиц пожилого возраста: клинический опыт. *Успехи геронтол.* 2019;32(1-2):137–144.
7. Бессонов И.С., Кузнецов В.А., Горбатенко Е.А., Сапожников С.С., Зырянов И.П. Результаты чрескожных коронарных вмешательств у пациентов с острым инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST в различных возрастных группах. *Сиб. науч. мед. ж.* 2021;41(2):56–65. doi:10.18699/SSMJ20210208
8. Габитова М.А., Крупенин П.М., Соколова А.А., Напалков Д.А., Фомин В.В. «Хрупкость» у пациентов старческого возраста с фибрилляцией предсердий как предиктор геморрагических осложнений на фоне лечения прямыми пероральными антикоагулянтами. *Сиб. науч. мед. ж.* 2019;39(6):70–76. doi: 10.15372/SSMJ20190609
9. Jasienska G. Costs of reproduction and ageing in the human female. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 2020;375(1811):20190615. doi: 10.1098/rstb.2019.0615
10. Mauvais-Jarvis F., Merz N.B., Barnes P.J., Brinton R.D., Carrero J.-J., DeMeo D.L., de Vries G.J., Epperson C.N., Govindan R., Klein S.L., ... Suzuki A. Sex and gender: modifiers of health, disease, and medicine. *Lancet*. 2020;396(10250):565–582. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31561-0
11. Симовоник А.Н. Особенности строения переходной зоны стенки матки. *Морфология*. 2016;149(3):188–189.
12. Yoshimasa Y., Maruyama T. Bioengineering of the uterus. *Reprod. Sci.* 2021;28(6):1596–1611. doi: 10.1007/s43032-021-00503-8
13. Каган И.И., Чемезов С.В., Железнов Л.М., Ким В.И., Фатеев И.Н., Лешко Л.И., Селиванов В.И., Адегамова А.М., Ишков С.В., Грудкин А.А., Лященко Д.Н. Применение методов прижизненной визуализации (КТ, МРТ, УЗИ) в клинко-анатомических исследованиях. *Клин. анатомия и эксперим. хирургия*. 2002;(2):28–34.
14. Шахабова Х.Р., Палиева Н.В., Петров Ю.А., Чернавский В.В. Воспаление матки и репродуктивные нарушения у женщин. *Главный врач Юга России*. 2022;38(2):17–21.
15. Давыдов А.И., Шахламова М.Н., Пашков В.М. Лейомиома матки в репродуктивном периоде. Стратегия лечения. *Вопр. гинекол., акушерства и перинатол.* 2020;19(1):143–150. doi: 10.20953/1726-1678-2020-1-143-150
16. Балан В.Е., Ермакова Е.И., Тихомирова Е.В., Царькова А.В. Эндометриоз в постменопаузе. *Рос. вестн. акушера-гинеколога*. 2020;20(1):39–43. doi: 10.17116/rosakush20202001139
17. Velez M.P., Alvarado V.E., Rosendaal N., da Cãmara S.M., Belanger E., Richardson H., Pirkle C.M. Age at natural menopause and physical functioning in postmenopausal women: the Canadian Longitudinal Study on Aging. *Menopause*. 2019;26(9):958–965. doi: 10.1097/GME.0000000000001362
18. Bai J., Qi Q.-R., Li Y., Day R., Makhoul J., Magness R.R., Chen D. Estrogen receptors and estrogen-induced uterine vasodilation in pregnancy. *Int. J. Mol. Sci.* 2020;21(12):4349. doi: 10.3390/ijms21124349
19. Баландина И.А., Некрасова А.М., Баландин А.А. Морфологические различия ампулы маточной трубы в молодом и старческом возрасте. *Успехи геронтол.* 2021;34(6):857–862. doi: 10.34922/AE.2021.34.6.006
20. Баландина И.А., Снигирева С.В. Морфометрическая характеристика наружного диаметра воронки маточных труб в разные периоды жизни рожавших женщин. *Сиб. науч. мед. ж.* 2022;42(2):33–38. doi: 10.18699/SSMJ20220205
21. Cornil C.A., Ball G.F., Balthazart J. Functional significance of the rapid regulation of brain estrogens:



Where do the estrogens come from? *Brain Res.* 2006; 1126(1):2–26. doi: 10.1016/j.brainres.2006.07.098

22. Lowe D.A., Baltgalvis K.A., Greising S.M. Greising. Mechanisms behind estrogens' beneficial effect on muscle strength in females. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2010;38(2):61–67. doi: 10.1097/JES.0b013e3181d496bc

## References

1. Coste J., Valderas J.M., Carcaillon-Bentata L. The epidemiology of multimorbidity in France: Variations by gender, age and socioeconomic factors, and implications for surveillance and prevention. *PLoS One.* 2022;17(4):e0265842. doi: 10.1371/journal.pone.0265842

2. Soyán Sh.Ch. Life expectancy as an indicator of the quality of life of the population. *Prirodnyye resursy, sreda i obshchestvo = Natural resources, environment and society.* 2021;3(11):42–46. [In Russian]. doi: 10.24412/2658-4441-2021-3-42-46

3. Shashok V.N. Population aging as a global social and psychological problem. *Uchenye zapiski Rossiyskogo gosudarstvennogo social'nogo universiteta = Scientific Notes of the Russian State Social University.* 2009;(11):22–25. [In Russian].

4. Pal'tsev M. Personalized medicine. *Nauka v Rossii = Science in Russia.* 2011;(1):12–17. [In Russian].

5. Balandin A.A., Balandina I.A., Pankratov M.K. Effectiveness of treatment of elderly patients with traumatic brain injury complicated by subdural hematoma. *Uspekhi gerontologii = Advances in Gerontology.* 2021; 34(3):461–465. [In Russian]. doi: 10.34922/AE.2021.34.3.017

6. Boldueva S.A., Petrova V.B., Khavinson V.Kh., Samokhvalova M.V., Petrova A.I. Problems of diagnostics and treatment of transtiretinum amyloidosis with destruction of the heart in the elderly: clinical experience. *Uspekhi gerontologii = Advances in Gerontology.* 2019;32(1-2):137–144. [In Russian].

7. Bessonov I.S., Kuznetsov V.A., Gorbatenko E.A., Sapozhnikov S.S., Zyryanov I.P. Percutaneous coronary interventions for ST elevation myocardial infarction in different age groups. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal.* 2021;41(2):56–65. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20210208

8. Gabitova M.A., Krupenin P.M., Sokolova A.A., Napalkov D.A., Fomin V.V. «Fragility» as a predictor of bleedings in elderly patients with atrial fibrillation taking direct oral anticoagulants. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal.* 2019;39(6):70–76. [In Russian]. doi: 10.15372/SSMJ20190609

9. Jasienska G. Costs of reproduction and ageing in the human female. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 2020;375(1811):20190615. doi: 10.1098/rstb.2019.0615.

10. Mauvais-Jarvis F., Merz N.B., Barnes P.J., Brinton R.D., Carrero J.-J., DeMeo D.L., de Vries G.J., Epperson C.N., Govindan R., Klein S.L., ... Suzuki A. Sex and gender: modifiers of health, disease, and medicine. *Lancet.* 2020;396(10250):565–582. doi: 10.1016/S0140-6736(20)31561-0.

11. Simovonik A.N. Peculiarities of the stroma of the uterine junctional zone. *Morfologiya = Morphology.* 2016;149(3):188–189. [In Russian].

12. Yoshimasa Y., Maruyama T. Bioengineering of the uterus. *Reprod. Sci.* 2021; 28(6):1596–1611. doi: 10.1007/s43032-021-00503-8

13. Kagan I.I., Chemezov S.V., Zhelezov L.M., Kim V.I., Fateev I.N., Levoshko L.I., Selivanov V.I., Adegamova A.M., Ishkov S.V., Grudkin A.A., Lyashchenko D.N. Application of methods of in vivo imaging (CT, MRI, ultrasound) in clinical and anatomical studies. *Klinicheskaya anatomiya i eksperimental'naya hirurgiya = Clinical Anatomy and Experimental Surgery.* 2002;(2):28–34. [In Russian].

14. Shakhobova Kh.R., Palieva N.V., Petrov Yu.A., Chernavsky V.V. Inflammation of the uterus and reproductive disorders in women. *Glavnyy vrach Yuga Rossii = Chief Physician of the South of Russia.* 2022;2(38):17–21. [In Russian].

15. Davydov A.I., Shakhlamova M.N., Pashkov V.M. Uterine leiomyoma in the reproductive period. A treatment strategy. *Voprosy ginekologii, akusherstva i perinatologii = Issues of Gynecology, Obstetrics and Perinatology.* 2020;19(1):143–150. [In Russian]. doi: 10.20953/1726-1678-2020-1-143-150

16. Balan V.E., Yermakova E.I., Tikhomirova E.V., Tsar'kova A.V. Postmenopausal endometriosis. *Rossiyskiy vestnik akushera-ginekologa = Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist.* 2020;20(1):39–43. [In Russian]. doi: 10.17116/rosakush20202001139

17. Velez M.P., Alvarado B.E., Rosendaal N., da Câmara S.M., Belanger E., Richardson H., Pirkle C.M. Age at natural menopause and physical functioning in postmenopausal women: the Canadian Longitudinal Study on Aging. *Menopause.* 2019;26(9):958–965. doi: 10.1097/GME.0000000000001362

18. Bai J., Qi Q.-R., Li Y., Day R., Makhoul J., Magness R.R., Chen D. Estrogen receptors and estrogen-induced uterine vasodilation in pregnancy. *Int. J. Mol. Sci.* 2020;21(12):4349. doi: 10.3390/ijms21124349

19. Balandina I.A., Nekrasova A.M., Balandin A.A. Morphological differences of the fallopian tube ampoule in young and old age. *Uspekhi gerontologii = Advances in Gerontology.* 2021;34(6):857–862. [In Russian]. doi: 10.34922/AE.2021.34.6.006

20. Balandina I.A., Snigireva S.V. Morphometric characteristics of the external diameter of fallopian tube funnel at different periods of life in parous women. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal.* 2022;42(2):33–38. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20220205

21. Cornil C.A., Ball G.F., Balthazart J. Functional significance of the rapid regulation of brain estrogens: Where do the estrogens come from? *Brain Res.* 2006;1126(1):2–26. doi: 10.1016/j.brainres.2006.07.098

22. Lowe D.A., Baltgalvis K.A., Greising S.M. Mechanisms behind estrogens' beneficial effect on muscle strength in females. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 2010;38(2):61–67. doi: 10.1097/JES.0b013e3181d496bc

**Сведения об авторах:**

**Баландин Анатолий Александрович**, к.м.н., ORCID: 0000-0002-3152-8380, e-mail: balandinnauka@mail.ru  
**Димидова Алина Манолисовна**, ORCID: 0000-0002-6564-9519, e-mail: alina.nefidova2013@yandex.ru  
**Баландина Ирина Анатольевна**, д.м.н., проф., ORCID: 0000-0002-4856-9066, e-mail: balandina\_ia@mail.ru

**Information about the authors:**

**Anatolii A. Balandin**, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0002-3152-8380, e-mail: balandinnauka@mail.ru  
**Alina M. Dimidova**, ORCID: 0000-0002-6564-9519, e-mail: alina.nefidova2013@yandex.ru  
**Irina A. Balandina**, doctor of medical sciences, professor, ORCID: 0000-0002-4856-9066, e-mail: balandina\_ia@mail.ru

*Поступила в редакцию 16.11.2022*  
*После доработки 26.12.2022*  
*Принята к публикации 08.01.2023*

*Received 16.11.2022*  
*Revision received 26.12.2022*  
*Accepted 08.01.2023*