



## ЭПОХАЛЬНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ДЛИНЫ БЕДРЕННЫХ КОСТЕЙ НЕКРОПОЛЯ СРЕДНЕВЕКОВОГО СМОЛЕНСКА

Тейкина О.Ю., Деревцова С.Н.

Смоленский государственный медицинский университет, Смоленск, Россия, e-mail: helga70@yandex.ru

### Для цитирования:

Тейкина О.Ю., Деревцова С.Н. Эпохальная стабильность длины бедренных костей некрополя средневекового Смоленска. *Морфологические ведомости*. 2022;30(2):625. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30\(2\).625](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30(2).625)

**Резюме.** На исследовании в лаборатории остеологического мониторинга археологических раскопок кафедры анатомии человека Смоленского государственного медицинского института находятся бедренные кости взрослых людей из некрополя «Пятницкого конца» средневекового Смоленска. Во избежание сложностей при интерпретации результатов исследовательской работы с потенциально огромным объемом информации и для ее усовершенствования остеологический материал, относящийся по данным археологии к XII–XVIII векам был систематизирован. Общая теория систем позволяет использовать понятие биологической системы (математической модели), на которой в результате абстрагирования адаптация, эволюция и иные процессы могут отражаться в минимальной степени. Целью настоящего исследования был анализ устойчивости во времени остеометрического параметра наибольшей длины систематизированных, но первоначально разрозненных правых и левых бедренных костей человеческих останков XII–XVIII веков. Объектами исследования стали 288 левых и 295 правых бедренных костей останков взрослых людей из некрополя средневекового Смоленска. Измерялся остеометрический параметр наибольшей длины модифицированным штативом Рида между самой высоко расположенной точкой головки бедренной кости и самой низко расположенной точкой медиального мыщелка по классическому методу В.П. Алексеева (1966). Эпохальная устойчивость определялась путем статистического анализа вариационных рядов параметра с помощью приемов описательной статистики. Результаты статистического исследования двух вариационных рядов значений остеометрического параметра наибольшей длины 288 левых и 295 правых бедренных костей оказались близкими по значениям. Получено нормальное симметричное распределение с максимально отрицательным плосковершинным эксцессом для обоих вариационных рядов без деления на несколько вершин. Результаты отражают статистическую типичность параметра, его малые осцилляции, однородность костных объектов исследуемого остеометрического параметра, находившихся на протяжении семи столетий под модифицирующим воздействием факторов среды. Это позволяет сделать вывод о том, что в статистически искусственной системе 583 бедренных костей обнаружена однотипная эпохальная устойчивость параметра их наибольшей длины во временном отрезке нескольких веков.

**Ключевые слова:** бедренная кость; длина кости; остеометрия; биологическая система; археология

Статья поступила в редакцию 26 октября 2021

Статья принята к публикации 25 мая 2022

## THE EPOCHAL STABILITY OF THE LENGTH OF THE FEMUR OF MEDIEVAL SMOLENSK NECROPOLIS

Teykina OYu, Derevtsova SN

Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia, e-mail: helga70@yandex.ru

### For the citation:

Teykina OYu, Derevtsova SN. The epochal stability of the length of the femur of medieval Smolensk necropolis. *Morphological newsletter*. 2022;30(2):625. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30\(2\).625](https://doi.org/10.20340/mv-mn.2022.30(2).625)

**Summary.** The study in the Laboratory of osteological monitoring of archaeological excavations of the Department of Human Anatomy of the Smolensk State Medical Institute contains the femurs of adults from the «Pyatnitsky Konets» necropolis in medieval Smolensk. In order to avoid difficulties in interpreting the results of research work with a potentially huge amount of information and to improve it, the osteological material, which, according to archeological data, dates back to the 12th–18th centuries, was systematized. The general theory of systems makes it possible to use the concept of a biological system (mathematical model), on which, as a result of abstraction, adaptation, evolution, and other processes can be reflected to a minimal extent. The aim of this study was to analyze the stability over time of the osteometric parameter of the greatest length of systematized, but initially disparate right and left femurs of human remains of the 12th–18th centuries. The objects of study were 288 left and 295 right femurs of the remains of adults from the necropolis of medieval Smolensk. The osteometric parameter of the greatest length was measured with a modified Reed tripod between the highest point of the femoral head and the lowest point of the medial condyle according to the classical method of Russian anthropologist Valery Alekseev (1966). Epochal stability was determined by statistical analysis of variation series of the parameter using descriptive statistics techniques. The results of a statistical study of two variation series of values of the osteometric parameter of the greatest length of 288 left and 295 right femurs turned out to be close in values. A normal symmetrical distribution with the most negative flat-top kurtosis for both variation series without division into several vertices is obtained. The results reflect the statistical typicality of the parameter, its small oscillations, the homogeneity of the bone objects of the studied osteometric parameter, which have been under the modifying influence of environmental factors for seven centuries. This allows us to conclude that in the statistically artificial system of 583 femurs, the same type of epochal stability of the parameter of their greatest length was found in the time period of several centuries.

**Keywords:** femur; bone length; osteometry; biological system; archeology

Article received 26 October 2021

Article accepted 25 May 2022

**Введение.** Имеющийся в распоряжении лаборатории остеологического мониторинга археологических раскопок кафедры анатомии человека Смоленского государственного медицинского университета разрозненный археологический остеологический материал XII–XVIII веков, оформленный в упорядоченную коллекцию бедренных костей человека из некрополя Пятницкого конца древнего Смоленска и введенный в научный оборот, потенциально обладает значительным объемом информации для антропологической идентификации, морфологической и исторической реконструкции древнего человека и иных исследований [1-3]. Но при интерпретации результатов исследования костей скелета с такими исходными данными возникают сложности. Для усовершенствования исследовательской работы разрозненные бедренные кости разных веков нами представлены в виде сложной статической морфологической системой с исследователем в качестве организатора информационного взаимодействия внутри нее [4-11]. В таких условиях коллекция бедренных костей представляет идеальную модель, практически лишенную внешних воздействий. Теоретически мы допускаем, что такое свойство системы как устойчивость распространяется на остеометрические параметры бедренных костей. Соответственно, параметр наибольшей их длины также должен быть устойчив во времени [2, 12-13].

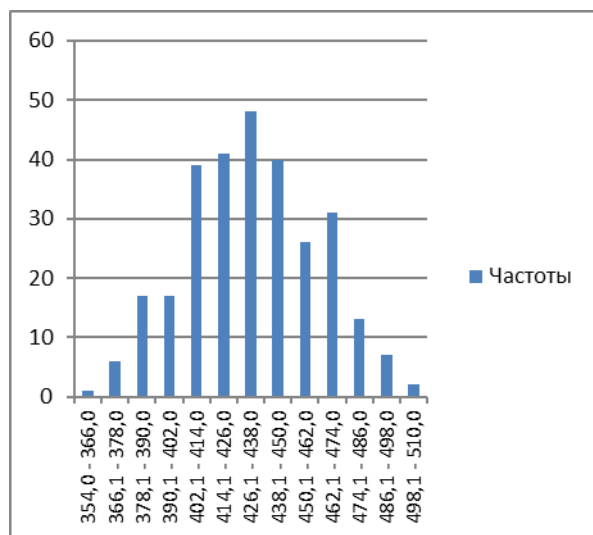
**Цель исследования:** анализ устойчивости во времени остеометрического параметра наибольшей длины систематизированных, но первоначально разрозненных правых и левых бедренных костей человеческих останков XII–XVIII веков.

**Материалы и методы исследования.** На проведение исследования получено разрешение секции «экспериментальные и общетеоретические работы» этического комитета Смоленской государственной медицинской академии (далее – СГМА) от 15 ноября 2011 г. Работа проведена на 583 разрозненных человеческих бедренных костях взрослых индивидов (288 левых и 295 правых) из некрополя XII–XVIII веков, преобразованных в упорядоченную коллекцию. Остеологический ар-

хеологический материал исследовался на основе информационного мониторинга, внедренного в лаборатории остеологического мониторинга археологических раскопок кафедры анатомии человека СГМА в течение 2000–2007 годов [2-3]. Человеческие останки были переданы на исследование отделом археологии Смоленского государственного музея-заповедника после завершения охранных археологических раскопок Смоленским отрядом Отдела раскопок ИА РАН на улице Студенческой на территории Пятницкого конца древнего Смоленска в 2008–2009 гг. [14]. В соответствии с известным руководством по остеометрии посткраниального скелета человека проведено измерение наибольшей длины бедренных костей с помощью модификации штатива Ридда между самой высоко расположенной точкой головки бедренной кости и самой низко расположенной точкой медиального мыщелка [15-16]. Полученные остеометрические данные проанализированы способом моментов с условной средней описательной статистики [17-21].

**Результаты исследования и обсуждение.** Совокупности остеометрических данных измерений наибольшей длины 288 левых и 295 правых бедренных костей проанализированы в рамках системного подхода. Статистическая обработка результатов измерений изначально включала ранжирование значений совокупности по возрастанию; вычисление размаха совокупности -  $R$ ; подсчет размера совокупности -  $n$ ; построение вариационного ряда значений параметров совокупности; подсчет количества вариантов в каждом классе -  $p$ ; вычисление суммы количества вариантов, соответствующей размеру совокупности.

Построены гистограммы распределения значений параметра на основе полученных границ классов и частот интервальных вариационных рядов для левых и правых бедренных костей, на которых прослеживается накопление вариантов значений в центральных классах и их убывание по мере удаления от центра, что предварительно характеризовало нормальное распределение, ряд не делился на несколько вершин.

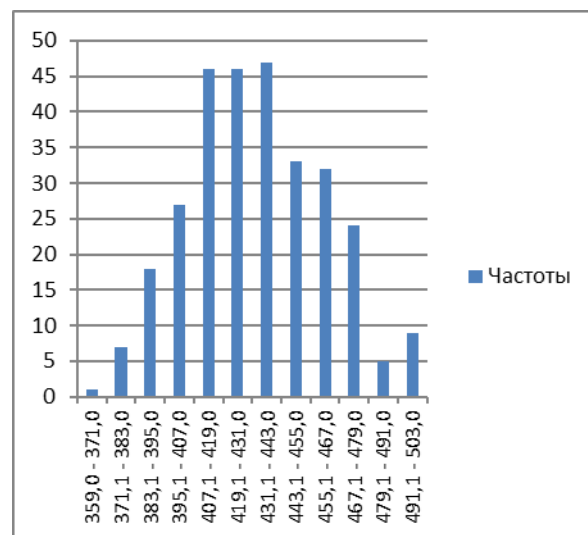


**Рис. 1.** Гистограмма распределения значений в мм наибольшей длины левых бедренных костей

Далее проводилось вычисление следующих статистических показателей: классовых средних «х» с выбором условной средней А; отклонения каждого классowego среднего от условной средней А, для упрощения расчетов деленное на величину классowego интервала  $h$  - значение  $a$ ; произведений  $pa$ ,  $pa^2$ ,  $pa^3$ ,  $pa^4$  и сумм значений их столбцов; условного момента первой степени  $b_1$  (дисперсии); средней арифметической  $M$  вариационного ряда; медианы  $Me$ ; условного момента второй степени  $b_2$ ; среднего квадратичного отклонения совокупности  $\sigma$ ; коэффициента вариации  $CV$  совокупности; условного момента третьей степени  $b_3$ ; условного момента четвертой степени  $b_4$ ; коэффициента асимметрии  $As$  и коэффициента эксцесса  $Ex$ ; значения моды  $Mo$ ; сравнение результатов вычислений по параметру совокупностей левых и правых исследованных костей.

Произведенный статистический анализ показал, что в исследованных совокупностях левых и правых бедренных костей:

1) минимальные значения параметра для вариационных рядов левых и правых бедренных костей близки по значениям, разница составляет 5,0 мм (больше для правых), что в сравнении с размахом значений левых (150 мм) и правых (138 мм) совокупностей несущественно;



**Рис. 2.** Гистограмма распределения значений в мм наибольшей длины правых бедренных костей

2) максимальные значения параметра вариационных рядов левых и правых бедренных костей близки по значениям, разница составляет 7,0 мм (больше для левых), что в сравнении с размахом значений левых (150 мм) и правых (138 мм) совокупностей можно считать незначительным;

3) показатели размаха вариаций для вариационных рядов левых и правых бедренных костей близки по значениям, разница составляет всего 12,0 мм, (больше для левых), что относительно средней арифметической  $M$  вариационного ряда левых (432,4 мм) и правых (433,1 мм) значений также незначительно;

4) количество измеренных правых бедренных костей на  $n=7$  превышает количество измеренных левых бедренных костей; в сравнении с размерами совокупностей значений левых ( $n=288$ ) и правых ( $n=295$ ) различия невелики;

5) при характеристике центральной тенденции распределения показатели  $M$ ,  $Mo$ ,  $Me$  вариационного ряда левых бедренных костей существенно не отличаются, что свидетельствует в пользу нормального распределения значений параметра; показатели  $M$ ,  $Mo$ ,  $Me$  вариационного ряда правых бедренных костей существенно не отличаются, что также свидетельствует в пользу нормального распределения значений параметра;

6) ширина распределения для левых бедренных костей составила  $432,4 \pm 29,0$  мм, для правых –  $433,1 \pm 28,1$  мм; значение

среднего квадратичного отклонения  $\sigma$  для вариационного ряда правых бедренных на 0,9 мм

Таблица 1

Промежуточные расчеты по параметру наибольшей длины бедренных костей

Параметр наибольшая длина левых бедренных костей											
№ класса	нижняя граница (мм)	верхняя граница (мм)	х (мм)	р	а	ра	ра²	ра³	ра⁴	нак. част.	Ме (мм)
1	354,0	366,0	360,0	1	-6	-6	36	-216	1300	1	144,0
2	366,1	378,0	372,1	6	-5	-30	150	-750	3750	7	23,0
3	378,1	390,0	384,1	17	-4	-68	272	-1088	4352	24	5,8
4	390,1	402,0	396,1	17	-3	-51	153	-459	1377	41	431,9
5	402,1	414,0	408,1	39	-2	-78	156	-312	624	80	-
6	414,1	426,0	420,1	41	-1	-41	41	-41	41	121	
7	426,1	438,0	432,1	48	0	0	0	0	0	169	
8	438,1	450,0	444,1	40	1	40	40	40	40	-	
9	450,1	462,0	456,1	26	2	52	104	208	416		
10	462,1	474,0	468,1	31	3	93	279	837	2511		
11	474,1	486,0	480,1	13	4	52	208	832	3328		
12	486,1	498,0	492,1	7	5	35	175	875	4375		
13	498,1	510,0	504,1	2	6	12	72	432	2592		
h = 12	сумма	-	-	288	-	10	1686	358	24706		
Параметр наибольшая длина правых бедренных костей											
1	359,0	371,0	365,0	1	-6	-6	36	-216	1300	1	147,5
2	371,1	383,0	377,1	7	-5	-35	175	-875	4375	8	2,5
3	383,1	395,0	389,1	18	-4	-72	288	-1152	4608	26	0,6
4	395,1	407,0	401,1	27	-3	-81	243	-729	2187	53	431,7
5	407,1	419,0	413,1	46	-2	-92	184	-368	736	99	-
6	419,1	431,0	425,1	46	-1	-46	46	-46	46	145	
7	431,1	443,0	437,1	47	0	0	0	0	0	192	
8	443,1	455,0	449,1	33	1	33	33	33	33	-	
9	455,1	467,0	461,1	32	2	64	128	256	512		
10	467,1	479,0	473,1	24	3	72	216	648	1944		
11	479,1	491,0	485,1	5	4	20	80	320	1280		
12	491,1	503,0	497,1	9	5	45	225	1125	5625		
h = 12	сумма	-	-	295	-	-98	1654	-1004	22646		

Таблица 2

Характеристики вариационных рядов значений параметра наибольшей длины бедренных костей

Бедренные кости	Характеристики вариационного ряда										
	мин (мм)	макс (мм)	R (мм)	n (шт.)	M (мм)	$\sigma$ (мм)	C <sub>v</sub> (%)	As	Ex	Mo (мм)	Me (мм)
Левые	360,0	510,0	150,0	288,0	432,4	29,0	6,7	0,0	-3,0	432,4	431,9
Правые	365,0	503,0	138,0	295,0	433,1	28,1	6,5	0,0	-3,0	433,1	431,7

превышает значение для вариационного ряда левых бедренных костей; вариабельность можно считать почти одинаковой для наибольших длин костей обеих сторон;

7) значение коэффициента вариации C<sub>v</sub> для вариационного ряда значений левых бедренных костей на 0,2% превышает значение коэффициента вариации для вари-

ационного ряда правых бедренных костей, коэффициенты в обоих случаях низкие, не превышают 10%, характерны для нормального распределения, свидетельствуют о типичности параметра и его малых осцилляциях, коэффициенты вариации параметра для левых и правых костей близки по значениям;

8) вариационные ряды значений параметра левых и правых бедренных костей по значению коэффициента асимметрии симметричны;

9) значение коэффициента эксцесса для вариационных рядов значений параметра левых и правых бедренных костей одинаковое, отрицательное, принимает максимально возможное отрицательное значение, плосковершинное.

Для упрощения исследования разрозненные бедренные кости разных веков авторы представили сложной статической морфологической системой с исследователем в качестве ключевого компонента. Общая теория систем позволяет использовать в отношении имеющихся в нашем распоряжении разрозненных бедренных костей человека из разных погребальных горизонтов, отнесенных археологами по артефактам к временному периоду XII–XVIII веков, понятие биологической системы (математической модели), на которой в результате абстрагирования адаптация, эволюция и иные процессы отражаются в минимальной степени. Это дает возможность исследовать систему с интерпретацией результатов исследования ее свойств в контексте рассматриваемого явления [2, 5-14, 22-23]. Авторами было сформулировано допущение о том, что

остеометрический параметр наибольшей длины исследованных биологических объектов устойчив во времени согласно свойству системы. Результаты статистического исследования значений остеометрического параметра показывают нормальное симметричное распределение. Типичность параметра подтверждается относительно низким коэффициентом вариации, что свидетельствует об однородности группы. При этом максимально отрицательный плосковершинный эксцесс может свидетельствовать о воздействии модифицирующих факторов среды, в которой существовала популяция, что совершенно естественно в течение столь длительного периода [17-21]. В цели и задачи настоящего исследования не входило вскрытие биологической природы этого явления. Известно, что материал исследования однороден, но относится по данным археологов к периоду в семь столетий [14].

**Заключение.** Таким образом, в искусственно созданной остеологической системе 583 бедренных костей (288 левых и 295 правых) выявлена устойчивость проявления остеометрического параметра наибольшей длины на протяжении нескольких веков.

## Литература References

1. Garanichev VV, Glotov VA. Analiz antropologicheskogo materiala, obnaryuzhennogo pri arkheologicheskikh raskopkakh na predelakh Verkhnego Podneprov'ya. Nauka o cheloveke i obshchestvo: itogi, problemy, perspektivy: sbornik statey. Moskva, 2003.- S. 234-239. In Russian
2. Merenkov VG. Osteologichesky monitoring arkheologicheskikh issledovaniy. Opyt provedeniya na territorii g. Smolenska. Germaniya: Lap Lambert Academic publishing, 2011.- 235s. In Russian
3. Merenkov VG. Sistemnyy anatomichesky i fiziko-antropologichesky analiz kostnykh ostankov X–XVIII vv. iz arkheologicheskikh kollektsiy Smolenskogo gosudarstvennogo muzeya-zapovednika, naydennykh na territorii Verkhnego Podneprov'ya. Avtoref. diss. na soisk. uch. st. kand. biol. nauk.- Tula, 2008.- 26s. In Russian
4. Blauberg IV, Sadoosky VN, Yudin YeG. Sistemnyy podkhod. Seriya Filosofiya 2.- M.: Znaniye, 1969.- 48s. In Russian
5. Riznichenko GYu. Matematicheskoe modelirovaniye biologicheskikh protsessov. Modeli v biofizike i ekologii: ucheb. posobie dlya bakalavriata i magistratury. 2-e izd., pererab. i dop.- Moskva: Yurayt, 2019.- 181s. In Russian
6. Riznichenko GYu. Matematicheskie modeli v biofizike i ekologii. Moskva-Izhevsk: Institut komp'yuternykh issledovaniy, 2003.- 184s. In Russian
7. Orazbaev BB, Kurmangazieva LT, Kodanova ShK. Teoriya i metody sistemnogo analiza: uchebnoye posobie. Moskva: Izdatel'skiy dom Akademii Estestvoznaniya, 2017.- 248s. In Russian
8. Skorinkin AI. Matematicheskoe modelirovaniye biologicheskikh protsessov: uchebno-metodicheskoe posobie. Kazan': Kazansky universitet, 2015.- 86s. In Russian
9. Riznichenko GYu. Sistemno-dinamicheskie i agentnye modeli v biologii. Aktual'nye voprosy biologicheskoy fiziki i khimii. BFFH-2020: materialy XV mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii, g. Sevastopol', 14-16 sentyabrya 2020 g., obshchaya biofizika.- Sevastopol', 2020.- S. 51. In Russian
10. Novosel'tsev VI, Tarasov BV. Teoreticheskie osnovy sistemnogo analiza. Pod red. V.I. Novosel'tseva. 2-e izd., ispr. i pererab.- Moskva: Mayor Osipenko, 2013.- 536s. In Russian
11. Riznichenko GYu. Matematicheskoe modelirovaniye biologicheskikh protsessov. Modeli v biofizike i ekologii: ucheb. posobie dlya vyzov. 2-e izd., pererab. i dop. Moskva: Yurayt, 2021.- 181s. In Russian
12. Savinov AB. Biosistemologiya (sistemnye osnovy teorii evolyutsii i ekologii): uchebnoye posobie.- N. Novgorod: Izd. NNGU, 2006.- 205s. In Russian
13. Teoriya sistem i biologiya. Per. s angl.: E.Ye. Kazakevich, L.I. Titomira. Pod red. i s predisloviem V.I. Krechinskogo. Moskva: Mir, 1971.- 130s. In Russian

14. Pronin GN, Sobol' E, Gusakov MG. Drevniy Smolensk. Arkheologiya Pyatnitskogo kontsa.- Smolensk, 2011.- 208s. In Russian
15. Alekseev VP. Osteometriya. Metodika antropometricheskikh issledovaniy. Moskva: Nauka, 1966.- 251s. In Russian
16. Teykina OYu, Teykin YuA. Modifikatsiya izmeritel'nogo shtativa Rida dlya osteologicheskikh izmereniy. Racionalizatorskoe predlozhenie. Udostoverenie № 1616 ot 07.02.18 g. Smolensk, SGMU. In Russian
17. Ivantskiy MF. Anatomiya cheloveka (s osnovami dinamicheskoy i sportivnoy morfologii): uchebnik dlya institutov fizicheskoy kul'tury. Pod red. B.A. Nikityuka, A.A. Gladyshevoy, F.V. Sudzilovskogo. 14-e izdanie. Moskva: Sport, 2018.- 624s. In Russian
18. Lakin GF. Biometriya. 2-e izd., pererab. i dop. Moskva: Vysshaya shkola, 1973.- 343s. In Russian
19. Platonov AE. Statisticheskiy analiz v meditsine i biologii: zadachi, terminologiya, logika, komp'yuternye metody. Moskva: Izdatel'stvo RAMN, 2000.- 52s. In Russian
20. Platonov IA. Osnovy mediko-biologicheskoy statistiki. Chast' I. Otsenka parametrov raspredeleniya ryada.- Smolensk, 1997.- 84s. In Russian
21. Primenenie metodov statisticheskogo analiza dlya izucheniya obshchestvennogo zdorov'ya i zdoravookhraneniya: uchebnoe posobie dlya vuzov. Pod red. chl.-korr. RAMN, prof. V.Z. Kucherenko.- M.: GEOTAR-Media, 2006.- 190s. In Russian
22. Gorokhov AV. Osnovy sistemnogo analiza: uchebnoe posobie dlya vuzov. Moskva: Yurayt, 2021.- 140s. In Russian
23. Riznichenko GYu, Rubin AB. Matematicheskie metody v biologii i ekologii. Biofizicheskaya dinamika produktsionnykh processov: uchebnik dlya vuzov. V 2 chastyakh. Chast' 1. 3-e izd. pererab. i dop.- Moskva: Yurayt, 2021.- 210s. In Russian

Авторы заявляют об отсутствии каких-либо конфликтов интересов при планировании, выполнении, финансировании и использовании результатов настоящего исследования.

The authors declare that they have no conflicts of interest in the planning, implementation, financing and use of the results of this study.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Тейкина Ольга Юрьевна**, старший преподаватель кафедры анатомии человека, Смоленский государственный медицинский университет, Смоленск, Россия;  
**e-mail:** helga70@yandex.ru

**Деревцова Светлана Николаевна**, доцент, кандидат педагогических наук, доцент кафедры физики, математики и медицинской информатики, Смоленский государственный медицинский университет, Смоленск, Россия;  
**e-mail:** svetlanaderevtsova@gmail.com

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Ol'ga Y. Teykina**, Senior Lecturer of the Department of Human Anatomy, Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia;  
**e-mail:** helga70@yandex.ru

**Svetlana N. Derevtsova**, Docent, Candidate of Pedagogical Sciences, Assistant Professor of the Department of Physics, Mathematics and Medical Informatics, Smolensk State Medical University, Smolensk, Russia;  
**e-mail:** svetlanaderevtsova@gmail.com