ISSN 2225-6016

ВЕСТНИК

Смоленской государственной медицинской академии

Том 17, №2

2018



УДК 611.718.4(470.332):312

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УГЛОВ СКРУЧЕННОСТИ БЕДРЕННЫХ КОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА ИЗ НЕКРОПОЛЯ ПЯТНИЦКОГО КОНЦА ДРЕВНЕГО СМОЛЕНСКА

© Тейкина О.Ю., Меренков В.Г., Прудников И.М.

Смоленский государственный медицинский университет, Россия, 214019, Смоленск, ул. Крупской, 28

Резюме

Цель. Исследование вариативности торсий бедренных костей человека по материалам остеологической коллекции из археологических раскопок на территории древнего Смоленска.

Методика. Применен новый упрощенный способ измерения угла скрученности бедренных костей, пригодный для исследования археологического костного материала в местах массовых захоронений.

Результаты. Проведены вариационные исследования торсий 540 (264 левых и 276 правых) разрозненных бедренных костей человека из некрополя Пятницкого конца древнего Смоленска, датируемого по артефактам XII-XVIII вв. при гипотезе отсутствия каких-либо значимых эволюционных морфологических изменений, последствий процессов акселерации и ретардации за этот промежуток времени. Значения выборок торсий левых и правых бедренных костей распределены по нормальному закону с разными параметрами и визуально наблюдаемой асимметрией.

Заключение. Проведено статистическое исследование углов скрученности 540 бедренных костей скелета человека из некрополя Пятницкого конца древнего Смоленска. Показано их вариационное разнообразие.

Ключевые слова: бедренная кость, длинная трубчатая кость, эпифиз, диафиз, торсия кости, торсионная трансформация кости, угол скрученности кости

STATISTICAL ANALYSIS OF THE TWIST ANGLES OF THE HUMAN FEMURAL BONES FROM THE PYATNITSKIY KONETS NECROPOLIS OF ANCIENT SMOLENSK

Teykina O.Yu., Merenkov V.G., Prudnikov I.M.

Smolensk State Medical University, 28, Krupskoj St., 214019, Smolensk, Russia

Abstract

Objective. Investigations of the variability of human femurs torsions based on materials from the osteological collection from archaeological excavations on the territory of the ancient Smolensk were carried out.

Methods. A new simplified method for measuring the femurs twist angle suitable for investigation archaeological bone material in mass grave sites .was used.

Results. Variational studies of torsions of 540 human femurs (264 left and 276 right) from the necropolis of the ancient Smolensk Pyatnitskiy konets dated by artefacts XII-XVIII centuries under the hypothesis of any significant evolutionary morphological changes, the consequences of acceleration and retardation processes during this time period absence were carried out. The Sample values of the torsions of the left and right femurs are distributed according to the normal law with different parameters and visually observed asymmetry.

Conclusion. A statistical investigation of the twist angles of the 540 human femural bones from the Pyatnitskiy konets necropolis of ancient Smolensk was carried out. Their variational diversity was shown.

Keywords: femur, long tubular bone, epiphysis, diaphysis, torsion of bone, torsion transformation of bone, twist angle

Введение

В норме бедренные кости скелета человека, как и другие длинные трубчатые кости, в онтогенезе подвергаются торсионным деформациям со сложным и разноречивым механизмом развития [2, 3].

Одним из факторов, способствующих формированию торсий, является нагрузка кручением на кости вследствие разнонаправленного действия скелетных мышц и удерживающей функции соединений в локомоторной динамике и статике. Голень и бедро вместе представляют из себя кинематическую пару нижней конечности, в которой реализуются возвратно-поступательные движения костей голени и возвратно-вращательные движения бедренной кости. Трансформация костей скручиванием под действием ротационных сил, действующих в противоположных направлениях вокруг ее продольной оси, оптимизирует кинематику всей нижней конечности при ходьбе, беге и др. [8].

За угол скрученности бедренной кости принимают угол, образованный прямой, проходящей через задние поверхности обоих мыщелков, и продольной осью шейки и головки бедренной кости. В том случае, когда ось верхнего эпифиза идет по отношению к оси нижнего изнутри и спереди кнаружи и назад, угол считается положительным (+), в противном случае – отрицательным (-). У современного человека отрицательный угол скрученности бедренной кости встречается редко [1, 9]. Mikulich назвал углом скручивания бедра угол, при котором различно положение шейки бедра относительно мыщелков, через центры которых проходит ось вращения коленного сустава. Величина данного угла взаимосвязана с положением свободной нижней конечности и таза [5]. По данным разных авторов величина угла скрученности колеблется в широких пределах при антеторсии и ретроторсии [2].

На мацерированных трупных костях торсионные трансформации измеряются различными методами (остеометрическим, рентгенологическим и др.). Актуальным является вопрос об оптимизации измерения углов скрученности длинных трубчатых костей нижних конечностей человека, в частности, бедренной кости, при исследовании большого количества костей при археологических раскопках в местах массовых захоронений.

Целью нашего исследования стало изучение вариативной изменчивости торсий бедренных костей человека по материалам остеологической коллекции из археологических раскопок на территории средневекового Смоленска с использованием упрощенного способа измерения, пригодного для исследования археологического костного материала в местах массовых захоронений.

Методика

Исследования выполнены в лаборатории остеологического мониторинга археологических исследований кафедры анатомии человека Смоленского государственного медицинского университета на 540 бедренных костях (264 левых и 276 правых) коллекции длинных трубчатых костей нижних конечностей человека из некрополя Пятницкого конца древнего Смоленска, подготовленных методом сухой препаровки.

Для измерений использовались фиксирующий штатив и строительный уровень с фиксированной ампулой на 0^0 и поворотной ампулой на 360^0. Измерения проводились в соответствии с собственным запатентованным «Способом измерения углов скрученности длинных трубчатых костей», согласно которому любая длинная трубчатая кость скелета при измерении закрепляется горизонтально, и угол скрученности определяется как разность углов наклона дистального и проксимального эпифизов по отношению к плоскости горизонта:

$$Fc = \varphi д - (-\varphi п) = \varphi д + \varphi п$$

где: Fc – угол скрученности кости, φд – угол наклона к плоскости горизонта дистального эпифиза, φп – угол наклона к плоскости горизонта проксимального эпифиза [7].

Для упрощения вычислений кость может быть закреплена так, чтобы, один из эпифизов располагался строго горизонтально, тогда угол скрученности будет равен углу наклона другого эпифиза кости по отношению к плоскости горизонта:

$$Fc = \varphi д$$

В способе измерения угла скрученности бедренной кости мы применяли общие вышеизложенные принципы. Углы скрученности костей определялись по шкалам поворотной ампулы строительного уровня путем ее вращения до срединного (горизонтального) положения (со знаком «+» или «–»).

Измерение торсий левых и правых костей проводилось зеркально относительно топографии используемых анатомических ориентиров эпифизов [10].

Каждая бедренная кость при измерении угла скрученности фиксировалась в штативе горизонтально (продольная ось диафиза кости совпадает с положением горизонтальной оси) задней поверхностью кости вниз. Линейка строительного уровня устанавливалась на вершины задних поверхностей обоих мыщелков кости (ось дистального эпифиза). Разворотом кости вокруг оси диафиза достигалось их строго горизонтальное положение под контролем фиксированной ампулы строительного уровня. Далее линейка строительного уровня устанавливалась в положении, совпадающем с линией, сверху зрительно делящей головку и шейку бедренной кости пополам (ось проксимального эпифиза). Если ось верхнего эпифиза шла по отношению к оси нижнего изнутри и спереди кнаружи и назад, угол считался положительным и обозначался знаком «+». В противном случае он считался отрицательным и обозначался знаком «–» [1]. Измерение каждой кости новым способом занимало около 2 мин. рабочего времени.

Результаты исследования

Проведены вариационные исследования значений торсий левых (femur S) и правых (femur D) бедренных костей с объемом выборок 264 S и 276 D [6, 4].

I. Проведен тест на нормальное распределение выборок.

1) Вычислен показатель асимметрии (A):

$$A = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^3}{n \cdot s^3}$$

где x_i – данные выборки, – $\bar{x} = \bar{x}_1 = 5{,}1340$ выборочное среднее значение для значений торсий правых бедренных костей, $\bar{x} = \bar{x}_2 = 9{,}9697$ – выборочное среднее значение для значений торсий левых бедренных костей, s – выборочное стандартное отклонение, $s = s_1 = 8{,}6529$ для правых, $s = s_2 = 9{,}33772$ для левых торсий бедренных костей, $n = n_1 = 276$ – объем выборки значений торсии для правых бедренных костей; $n = n_2 = 264$ – объем выборки значений торсии для левых бедренных костей.

2) Вычислен показатель эксцесса (E):

$$E = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^4}{n \cdot s^4} - 3$$

3) Вычислена ошибка репрезентативности асимметрии m_A:

$$m_A = \sqrt{\frac{6}{n}}$$

4) Вычислена ошибка репрезентативности эксцесса m_E:

$$m_E = 2 \cdot \sqrt{\frac{6}{n}}$$

Принцип нормальности распределения заключается в следующем: если модули величин A и E не превосходят своих утроенных значений ошибок репрезентативности, то закон распределения данных – нормальный [4]. Для левых бедренных костей A = 0,2235, E = -0,2139, $m_A = 0{,}151$, $m_E = 0{,}30$; для правых бедренных костей A = 0,0139, E = 0,275, $m_A = 0{,}147$, $m_E = 0{,}275$. Следовательно принцип нормальности выполняется.

5) Сравнение вычисленных значений A и E с критическими значениями асимметрии и эксцесса на уровне значимости 5%: критические значения A и E по таблицам на уровне значимости 0,05 равны 0,251 и 0,818 соответственно. Так как значения A и E не превосходят своих критических значений, то данные для значений торсий левых и правых бедренных костей распределены по нормальному закону [4].

II. Построен дискретный вариационный ряд.

1) Определены минимальные и максимальные значения выборочных данных x_{min}, x_{max};

2) Сортированные по возрастанию ряды значений торсий для левых и правых бедренных костей разбиты на классы с длиной интервала h:

$$h = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3{,}2 \cdot \log(n)}$$

Получено: для правых бедренных костей $x_{min} = -24$, $x_{max} = 35$, $n = n_1 = 276$, $h = 7$; для левых бедренных костей $x_{min} = -12$, $x_{max} = 35$, $n = n_2 = 264$, $h = 6$.

3) Получены вариационные ряды для торсий правых и левых бедренных костей (табл. 1);

Таблица 1. Вариационные ряды для значений торсий левых и правых бедренных костей

Вариационный ряд для значений торсий правых бедренных костей	Вариационный ряд для значений торсий левых бедренных костей
[-24;-17]	[-12;-7]
[-17;-10]	[-6;-1]
[-10;-3]	[0;5]
[-3;4]	[6,11]
[4;11]	[12;17]
[11;18]	[18;23]
[18;25]	[24;29]
[25;35]	[30;35]

4) Для левых и правых бедренных костей определены средние значения для каждого класса; определены числа попаданий значений выборочных данных в каждый класс n_i; вычислена относительная частота p_i попадания в каждый класс; вычислена выборочная оценка плотности вероятности попадания в каждый класс:

$$p_{i'} = \frac{n_i}{h \cdot n}$$

Полученные разультаты занесены в таблицы (табл. 2, 3).

Таблица 2. Результаты вычислений для правых бедренных костей

Средние значения классов (градусы)	-20,5	-13,5	-6,5	0,5	7,5	14,5	21,5	30
p_i'	0,00103	0,0062	0,0192	0,044	0,03727	0,0269	0,0072	0,00104

Таблица 3. Результаты вычислений для левых бедренных костей

Средние значения классов (градусы)	-9,5	-3,5	2,5	8,5	14,5	20,5	26,5	32,5
p_i'	0,0057	0,0189	0,0284	0,0423	0,0378	0,0189	0,0107	0,00379

5) Построены графики для выборочной оценки плотности вероятности p_i' (рис. 1, 2).

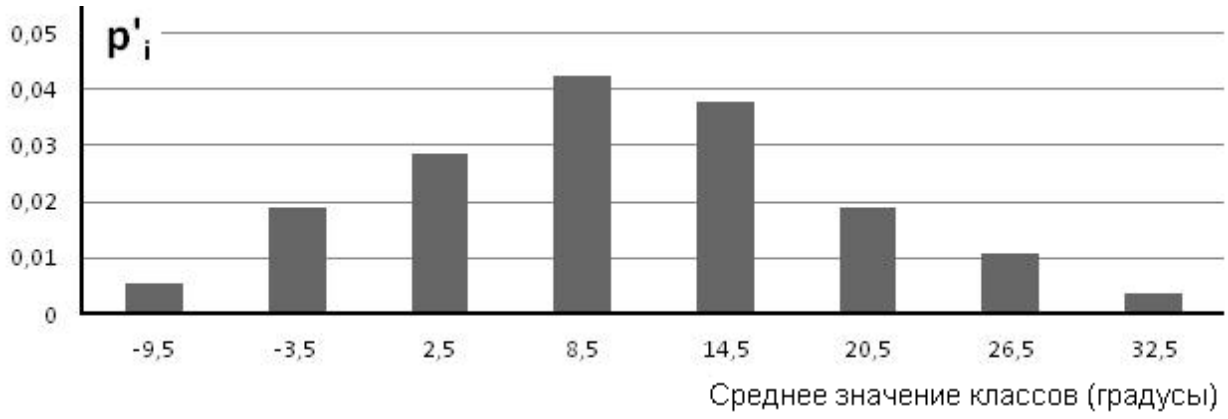


Рис. 1. Выборочная оценка плотности вероятности для значений торсий левых бедренных костей

Проведенные математические тесты на асимметрию и кривизну с уровнем значимости 0,05 показали отсутствие асимметрии и кривизны в распределении значений торсий левых и правых

бедренных костей несмотря на визуально определяемое некоторое отклонение от симметричности графиков, что можно объяснить преобладанием правоногих над левоногими.

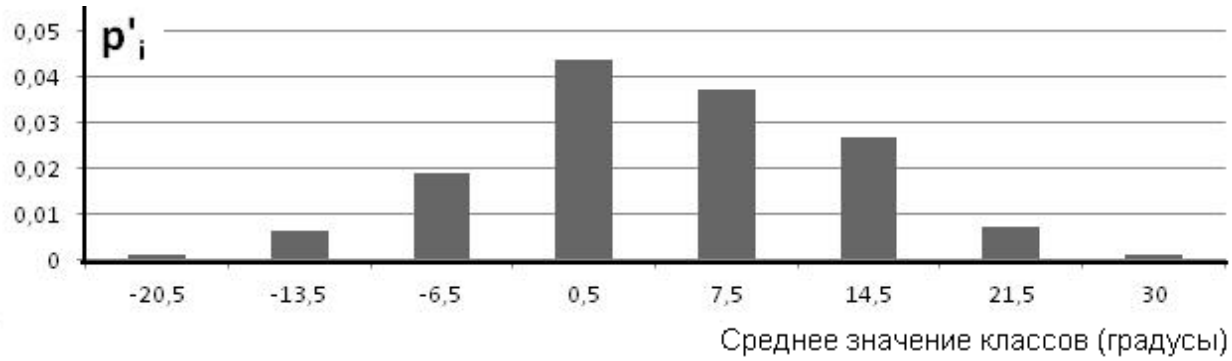


Рис. 2. Выборочная оценка плотности вероятности для значений торсий правых бедренных костей

III. Построен двусторонний доверительный интервал для математического ожидания при неизвестной дисперсии.

1) Вычислены выборочные средние:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

для торсий правых $\bar{x} = \bar{x}_1$ и левых $\bar{x} = \bar{x}_2$ бедренных костей.

2) Вычислены несмещенные выборочные дисперсии s^2 и выборочные стандартные отклонения s:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1} \qquad s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

для торсий правых $s^2 = s^2_1$, $n = n_1$, и левых $s^2 = s^2_2$, $n = n_2$, бедренных костей.

3) Найден квантиль по таблицам распределения Стьюдента с n-1 степенями свободы, где n – объем выборки и уровнем ошибки 0,05.

4) Вычислены левая и правая границы двустороннего доверительного интервала:

$$\bar{x} - t_{n-1,\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}} \qquad \bar{x} + t_{n-1,\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

где $t_{n-1,\frac{\alpha}{2}}$ – квантиль распределения Стьюдента с n–1 степенями свободы с уровнем ошибки α/2.

Здесь $n = n_1 = 276$, $s = s_1 = 9{,}34$, $\bar{x}_1 = 8{,}65$ для торсий правых; $n = n_2 = 264$, $s = s_2 = 8{,}65$, $\bar{x}_2 = 9{,}34$ для торсий левых бедренных костей.

IV. Проведена оценка объема выборки с заданной длинной доверительного интервала 2Δ и уровнем ошибки $\alpha = 0{,}05$.

1) Вычислены объемы выборок для значений торсий левых правых бедренных костей:

$$n = \left(\frac{s \cdot t_{n-1,\frac{\alpha}{2}}}{\Delta} \right)^2$$

Можно использовать более точную формулу для оценки объема выборки n:

$$n = \frac{t^2_{n-1,\frac{\alpha}{2}} \cdot s^2 \cdot N}{\Delta^2 \cdot N + t^2_{n-1,\frac{\alpha}{2}} \cdot s^2}$$

где N – объем генеральной совокупности (объем выборки), s^2 – выборочная дисперсия. Вычисления по этим формулам для длины доверительного интервала 3 градуса, $N = 276$, $\alpha = 0{,}05$, $t^2_{n-1,\frac{\alpha}{2}} = 1{,}97$ для торсий правых бедренных костей дали следующие результаты $n = 129$ и $n = 88$,

а для торсий левых бедренных костей с объемом генеральной совокупности N = 264 получили n = 151 и n = 96 соответственно.

V. Проверено равенство дисперсий нормальных распределений торсий левых (femur S) и правых (femur D) бедренных костей

1) Вычислена несмещенная оценка дисперсии s_1^2 для нормального распределения значений торсий правой бедренной кости (femur D):

$$s_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_1}(x_i - \bar{x})^2}{n_1 - 1}$$

2) Вычислена несмещенная оценка дисперсии s_2^2 для нормального распределения значений торсий левой бедренной кости (femur S):

$$s_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n_2}(x_i - \bar{x})^2}{n_2 - 1}$$

3) При справедливости гипотезы равенства дисперсий отношение выборочных несмещенных оценок дисперсий имеет распределение Фишера с n_1-1 и n_2-1 степенями свободы, где n_1 и n_2-объемы выборок. Вычисление отношения полученных несмещенных оценок дисперсий s_1^2 и s_2^2:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

4) Сравнение полученного отношения с квантилями случайной величины, распределенной по закону распределения Фишера с n_1-1 и n_2-1 степенями свободы.

Если величина меньше большего квантиля и больше меньшего квантиля, то принимаем гипотезу равенства дисперсий нормальных распределений торсий левых (femur S) и правых (femur D) бедренных костей. В нашем случае F = 1,1665, а квантили распределения Фишера с уровнем ошибки 0,025 равны 0,787 и 1,270. Так как значение F принадлежит отрезку [0,787; 1,270], то гипотеза о равенстве дисперсий торсий левых и правых бедренных костей принимается.

VI. Проверена гипотеза равенства математических ожиданий для распределений торсий правых и левых бедренных костей.

Для проверки гипотезы равенства математических ожиданий двух нормально распределенных случайных величин с неизвестными, но равными дисперсиями образуется величина:

$$t_{n_1+n_2-2} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) \cdot \frac{(n_1 - 1) \cdot s_1^2 + (n_2 - 1) \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

где, s_1^2 и s_2^2 – несмещенные оценки дисперсий, n_1 и n_2 – объемы выборок.

В общем курсе статистики доказывается, что при справедливости гипотезы о равенстве математических ожиданий таких случайных величин $t_{n_1+n_2-2}$ имеет распределение Стьюдента с $n_1 + n_2 - 2$ степенями свободы. Так как квантиль распределения Стьюдента с 538 степенями свободы с уровнем ошибки 0,025 для двустороннего доверительного интервала равен 1,964, что меньше вычисленного значения $t_{n_1+n_2-2}$=6,245, то гипотезу о равенстве математических ожиданий отвергаем.

Обсуждение результатов исследования

Для исследования использовался остеологический материал из нерополя Пятницкого конца древнего Смоленска. Лаборатория остеологического мониторинга археологических раскопок кафедры анатомии человека СГМУ получила его для изучения непосредственно по окончании охранных раскопок на ул. Студенческой г. Смоленска, проводимых в 2008-2009 гг. археологами ИА РАН. В период с 2000 г. по 2007 г. сотрудниками лаборатории создана и опробирована система остеологического мониторинга костных человеческих останков, позволяющая проводить их подробные исследования, т.к. кости, подвергшиеся естественной мацерации, служат источником информации о человеческой палеопопуляции. Кости человеческих скелетов, найденные в раскопе на разных горизонтах погребений, поступили в лабораторию в мешках для

строительного мусора, ссыпанными хаотично, неочищенными, с большим количеством почвы. Силами сотрудников лаборатории была создана систематизированная коллекция длинных трубчатых костей человека, в 2011 г. введенная в научный оборот. Некрополь Пятницкого конца древнего Смоленска по артефактам археологами датирован XII-XVIII вв. Для вариационного анатомического исследования костных объектов, относящихся к отрезку времен в несколько веков, мы приняли за основу гипотезу отсутствия за это промежуток времени в костях скелета человека каких-либо значимых эволюционных морфологических изменений, последствий процессов акселерации и ретардации.

Измерены углы скручивания 540 разрозненных бедренных костей скелета человека (из них 264 левых и 276 правых) коллекции длинных трубчатых костей нижних конечностей. Известны различные способы измерения торсий мацерированных длинных трубчатых костей человека, с применением большого перечня инструментов, иногда достаточно дорогостоящих, и сложных многоэтапных действий, требующих специальных навыков персонала исследовательской лаборатории[1]. Очевидно, в таких случаях измерение одного костного объекта занимает длительный промежуток времени, что затягивает остеометрический процесс при наличии большого количества объектов исследования.

В наших исследованиях для измерения углов скрученности бедренных костей применялся собственный способ с использованием простого и доступного для приобретения лабораторного инструментария (штатив, держатель, строительный уровень) [10]. Указанные особенности примененного способа измерения углов скрученности выгодно отличают его от других известных способов при большом количестве объектов исследования, как в нашем случае.

Изучение вариационной анатомии признака «торсия» бедренных костей популяции людей из одного захоронения проводилось без учета возможных морфологических изменений в процессе эволюции, акселерации и ретардации. Полученные результаты исследования позволяют считать использованные выборки бедренных костей репрезентативным по отношению к генеральной совокупности этих объектов по признаку «угол скрученности».

Выводы

1. На примере 540 бедренных костей скелета человека из некрополя Пятницкого конца древнего Смоленска показано вариационное разнообразие торсий.
2. Показана возможность использования предложенных способов измерения торсий костей на большом объеме остеологического человеческого материала.
3. Полученные значения выборок торсий левых и правых бедренных костей распределены по нормальному закону.
4. Тесты с уровнем значимости 0,05 показали равенство дисперсий распределений значений торсий правых и левых бедренных костей при разных математических ожиданиях.
5. Математические тесты на асимметрию и кривизну с уровнем значимости 0,05 показали отсутствие асимметрии и кривизны в распределении значений торсий левых и правых бедренных костей несмотря на визуально определяемое некоторое отклонение от симметричности графиков, что можно объяснить преобладанием правоногих индивидов над левоногими.

Литература (references)

1. Алексеев В.П. Остеометрия. Методика антропометрических исследований. – М.: «Наука», 1966. – 251 с. [Alekseev V.P. *Osteometriya. Metodika antropometricheskikh issledovanii.* Osteometry. Method of anthropometric research. Moscow: «Nauka», 1966. – 251 p. (in Russian)]
2. Гафаров Х.З. Какова же величина торсии бедренной кости и какое значение она имеет в клинике? // Практическая медицина. – 2013. – №1-2(69). – Т.2. – С. 37-44. [Gafarov Kh.Z. *Prakticheskaya meditsina.* Practical medicine. – 2013. – N1-2 (69). – V.2. – P. 37-44. (in Russian)]
3. Гафаров Х.З. О торсионной трансформации бедренной кости человека // Практическая медицина. – 2012. – №8(64). – Т.2. – С. 41-45. [Gafarov Kh. Z. *Prakticheskaya meditsina.* Practical medicine. – 2012. – №8(64). – Т.2. – P 41-45. (in Russian)]

4. ГОСТ Р ИСО 5479-2002. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения. – Введ. 2002-07-01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 40 с. [*GOST R ISO 5479-2002. Statisticheskie metody. Proverka otkloneniya raspredeleniya veroyatnostei ot normal'nogo raspredeleniya.* State standard R ISO 5479-2002. Statistical methods. Check the deviation of the probability distribution from the normal distribution. – Entered 2002-07-01. – 2002. – 40 p. (in Russian)]
5. Зернов Д. Руководство по описательной анатомии человека в двух томах: Т.I: Анатомия органов движения ; анатомия внутренностей / Под ред. А.А. Дешина. – 13-е изд. – М., Ленинград: Медгиз, 1938. – 480 с. [Zernov D. *Rukovodstvo po opisatel'noi anatomii cheloveka v dvukh tomakh: T.I: Anatomiya organov dvizheniya; anatomiya vnutrennostei / Pod red. A.A. Deshina.* Guidance on the descriptive anatomy of a person in two volumes: V.I: Anatomy of the organs of motion; anatomy of the viscera. – Moscow, Leningrad: Medgiz, 1938. – 480 p. (in Russian)]
6. Лакин Г.Ф. Биометрия / издание второе, переработанное и дополненное. – М.: Высшая школа, – 1973. – 343 с. [*Lakin G.F. Biometriya / izdanie vtoroe, pererabotannoe i dopolnennoe.* Biometrics / second edition, revised and supplemented. – Moscow: Vysshaya shkola, – 1973. – 343 p. (in Russian)]
7. Меренков В.Г., Тейкина О.Ю. Способ измерения углов скрученности длинных трубчатых костей // Патент РФ №2567828 С1. Опубликовано: 10.11.2015. Бюл. №31. [Merenkov V.G., Teikina O.Yu. *Sposob izmereniya uglov skruchennosti dlinnykh trubchatykh kostei.* A method for measuring the angles of torsion of long tubular bones // Patent of Russian Federation N2567828 Publication: 10.11.2015. Bulletin N31. (in Russian)]
8. Нечаев В.И. Локомоторная динамика и морфология позвоночного столба человека (теория и практика). – Смоленск: «Смядынь», 2004. – 72 с. [Nechaev V.I. *Lokomotornaya dinamika i morfologiya pozvonochnogo stolba cheloveka (teoriya i praktika).* Locomotor dynamics and morphology of the human spinal column (theory and practice). – Smolensk : «Smyadyn'», 2004. – 72 p. (in Russian)]
9. Николенко В.Н., Фомичева О.А., Жмурко Р.С. Индивидуально-типологические особенности морфо-геометрии проксимального отдела бедренной кости // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2010. – Т.6, №1. – С. 36-39. [Nikolenko V.N., Fomicheva O.A., Zhmurko R.S. *Saratovskii nauchno-meditsinskii zhurnal.* Saratov Journal of Medical Scientific Research. – 2010. – V.6, N1. – P. 36-39. (in Russian)]
10. Тейкина О.Ю., Меренков В.Г. Способ измерения угла скрученности бедренной кости // Удостоверение на рационализаторское предложение №1580 от 29.01.2013; ГБОУ ВПО СГМУ Минздрава РФ. [Teikina O.Yu., Merenkov V.G. *Sposob izmereniya ugla skruchennosti bedrennoi kosti.* Method of measuring the angle of twist of the femur. Certificate on the rationalization proposal N1580 of January 29, 2013: GBOU VPO SGMU Minzdrava RF. (in Russian)]

Информация об авторах

Тейкина Ольга Юрьевна – старший преподаватель кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: helga70@yandex.ru

Меренков Валерий Геннадьевич – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: wienc@bk.ru

Прудников Игорь Михайлович – кандидат физико-математических наук, доцент, старший лаборант кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО «Смоленский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: prudnik09@yandex.ru