

Вопросы дивергенции в строении бедренной кости человека и некоторых тетраподов

И. Н. Яшина

ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет»
 Минздрава России, г. Курск, Россия

Цель исследования изучение дивергенции в строении бедренной кости человека и некоторых млекопитающих тетраподов.

Материал и методы. Проведено остеометрическое исследование 404 бедренных костей современного человека, *Bos taurus Taurus*, L. 1758, *Canis lupus familiaris*, L. 1758, *Oryctolagus cuniculus*, L. 1758. Измерялись 28 гомологичных структур на каждой кости. Влияние веса животных на формирование скелета учитывалось при введении коэффициента пропорциональности. За единицу был взят поперечный диаметр диафиза в середине длины кости.

Результаты. Выяснено, что основные различия в строении бедренной кости связаны с увеличением ее относительной длины, ширины проксимального эпифиза, увеличением головки, уменьшением углов антеверсии и диафизарно-шеечного угла, уменьшением изгиба диафиза бедра кпереди и увеличением его относительного сагиттального диаметра. При постоянстве ширины дистального эпифиза увеличились ширина суставной поверхности для надколенника и ширина межмыщелковой ямки, увеличились относительные размеры латерального мыщелка, размеры надмыщелков уменьшились.

Ключевые слова: бедренная кость, дивергенция, эволюция костей стилоподия.

© I.N. Yashina, 2018

Kursk State Medical University, Kursk, Russia

On the Divergence in the Structure of the Human Femur and Some Tetrapods

The aim of the study was to study the divergence in the structure of the human femur and some mammals tetrapods.

Material and methods. The osteometric study was conducted on 404 thighs of modern human, *Bos taurus Taurus*, L. 1758, *Canis lupus familiaris*, L. 1758, *Oryctolagus cuniculus*, L. 1758. 28 homologous structures on each bone were measured. The coefficient of proportionality took into account the influence of animal weight on the formation of the skeleton. The transverse diameter of the shaft in the middle of the bone length was taken as a unit.

Results. As a result, it was found that the main differences in the structure of the femur are associated with an increase in its relative length, the width of the proximal epiphysis, an increase in the head, a decrease in the angles of the anteversion and the diaphyseal angle, a decrease in the bending of the femoral shaft anteriorly and an increase in its relative sagittal diameter. If the constancy of the width of the distal epiphysis of the increased width of the articular surface of the patella and the width of the intercondylar fossa, increased the relative size of the lateral condyle, the size of epicondyles decreased.

Key words: femur, divergence, evolution of stylopodia bones.

Введение

Вопросы эволюционной морфологии костей свободной части тазовых конечностей вызывают интерес у биологов на протяжении всего постдарвинского периода развития биологии. Многообразие животных с различными типами локомоции привело в XIX–XX веках к скачку в развитии сравнительной анатомии [2, 4–6, 8]. Детально исследовались процессы адаптации скелета млекопитающих к различным ареалам обитания (водная и наземная локомоции). Были предприняты попытки изучения строения скелета животных в связи типом опоры (стопо-, пальце-, фалангоходящие животные тетраподы, двуногость), весом животного и степени участия позвоночного столба в осуществлении движений (дорсостабильный и дорсомобильный тип), очередности перестановки лап при движении (симметричная поочередная локомоция, симметричная попарная, асимметричная ло-

комоции). Однако, в первую очередь исследовалась дивергенция дистального отдела скелета конечностей [3, 6, 7, 9]. Вопросы изучения дивергенции костей проксимального отдела свободной части тазовой конечности и изменения их строения при переходе на двуногую локомоцию на данный момент остаются открытым.

Поэтому целью настоящего исследования явилось изучение дивергенции в строении бедренной кости человека и некоторых тетраподов.

Материал и методы исследования

Для исследования были выбраны кости стилоподия тазовой конечности 40 правых и 40 левых бедренных костей *Bos taurus Taurus*, L. 1758 – парнокопытных фалангоходящих тетраподов с опорой на 3-й–4-й пальцы; 39 правых и 39 левых бедренных костей *Canis lupus familiaris*, L. 1758 – пальцеходящих жи-

вотных, обладающих всем многообразием локомоторных актов; правых и 40 левых бедренных костей *Oryctolagus cuniculus*, L. 1758 – животных, тип локомоций которых до сих пор остается четко неопределенным, так как опора передних лап осуществляется на пальцы, строение дистальной части задних лап приближено к стопоходящим животным; 83 правых и 83 левых бедренных костей современного человека, стопоходящего бипода с ярко выраженной функциональной дифференциацией конечностей. Общее количество исследованного костного материала – 404 кости. Исследованный костный материал не имел признаков костной патологии, был изъят из скелетов половозрелых особей, о чем свидетельствовало синастозирование эпифизов. Определение половой принадлежности из-за недостаточного уровня достоверности (50–75% вероятности правильного определения пола) половой идентификации костей человека и отсутствия метода половой идентификации костей животных не проводилось.

Исследование соответствовало всем этическим нормам и законам РФ, о чем свидетельствует выписка из протокола РЭК № 5 от 30.06.2018 г.

Остеометрия проводилась по методике В.П. Алексеева с рядом собственных дополнений [1]. На каждой бедренной кости были измерены 28 структур, характеризующих степень ее развития (рис. 1): ширина проксимального эпифиза (ШПЭ); сагиттальный (СØГ) и вертикальный (ВØГ) диаметры головки; сагиттальный (СØШ) и вертикальный (ВØШ) диаметры шейки; межвертельное расстояние (МВР) – расстояние между вершинами большого и малого вертела бедренной кости; длины шейки, измеренные сверху (ВДШ), снизу (НДШ), спереди (ПДШ) и сзади (ЗДШ); наибольшая длина кости, измеренная между максимально удаленными точками на нижней поверхности медиального мыщелка и наивысшей точкой на головке (Дг); наибольшая длина кости, измеренная между максимально удаленными точками на нижней поверхности медиального мыщелка и наивысшей точкой на большом вертеле (Дбв); поперечный диаметр диафиза на середине длины кости; сагиттальный диаметр диафиза на середине длины кости (ØДс); степень изогнутости диафиза (СКД) или расстояние между передней поверхностью диафиза на середине длины кости и плоскостью, проведенной между задними поверхностями головки и мыщелков, измеренное в сагиттальной плоскости; угол наклона оси диафиза по отношению к перпендикуляру восстановленному от горизонтальной плоскости мыщелков бедренной кости (УНД); угол анте- (ретро)версии шейки бедренной кости или угол отклонения оси шейки кпереди или кзади от фронтальной плоскости, проведенной по задней поверхно-

сти мыщелков и межвертельного гребня (АНТ); угол сочленения шейки бедренной кости с диафизом в сагиттальной плоскости (ТОР); диафизарно-шеечный угол (ДШУ), образованный при пересечении осей шейки и диафиза бедренной кости во фронтальной плоскости; ширина дистального эпифиза (ДШЭ), ширина межмышцелковой ямки (ШММЯ), ширина суставной поверхности для надколенника (ШНК), ширина суставной поверхности медиального (ШММ) и латерального (ШЛМ) мыщелков, сагиттальный размер медиального (РсММ), и латерального (РсЛМ) мыщелков, ширина латерального (ШЛНМ) и медиального (ШМНМ) надмышцелков.

Все измерения проводились одним исследователем дважды, полученные средние значения заносились в таблицы с указанием видовой принадлежности и принадлежности к стороне тела.

Дальнейший анализ производился при помощи статистического пакета Microsoft Excel. Полученные абсолютные числовые значения каждого из исследованных линейных и проекционных параметров, измеряемых в сантиметрах, были переведены в относительные величины. За единицу измерения для каждой кости был взят поперечный диаметр ее диафиза на середине длины бедренной кости. Формула для расчета пропорциональности выглядела следующим образом: $\text{Хотн} = \text{Хабс} / \text{ØДп}$ и обработаны с использованием методов описательной и вариационной статистики. Для каждого линейного параметра (как в абсолютных, так и в относительных величинах) и для угловых параметров применялось определение среднего арифметического (\bar{M}), выборочного стандартного отклонения (s), так как, в диапазон $\bar{M} \pm s$ укладывается около 70% значений признаков оценивался доверительный интервал при $\alpha = 0.05$.

Результаты и их обсуждение

Введение коэффициента пропорциональности при изучении эволюции системной организации бедренной кости позволило получить новые данные о степени развития структур костей в зависимости от локомоции, веса и массивности скелета животного. Статистически достоверной разницы в степени развития противоположных бедренных костей среди представителей одного вида по данным нашего исследования не выявлено. Результаты исследований бедренных костей представлены в виде табл. 1 и 2.

Наиболее длинная бедренная кость присуща человеку (ПБК 15.87 ± 0.27 , ЛБК 15.77 ± 0.22), затем кролику, собаке и самая короткая бедренная кость у быка. Увеличение массы животных ведет к увеличению массивности кости с относительным укорочением ее длины.

Таблица 1

Значения пропорциональности линейных параметров бедренных костей

ВИД	<i>Bos taurus Taurus</i>				<i>Canis lupus familiaris</i>				<i>Oryctolagus cuniculus</i>				Современный человек			
	ПБК		ЛБК		ПБК		ЛБК		ПБК		ЛБК		ПБК		ЛБК	
	М		ДИ		М		ДИ		М		ДИ		М		ДИ	
ШПЭ	3.09	0.09	3.12	0.12	2.88	0.09	2.92	0.15	2.51	0.19	2.47	0.21	3.46	0.06	3.27	0.12
ØГс	1.32	0.06	1.31	0.06	1.42	0.04	1.35	0.05	1.22	0.15	1.20	0.16	1.66	0.03	1.65	0.02
ØГв	1.13	0.07	1.07	0.06	1.34	0.06	1.34	0.07	1.15	0.11	1.14	0.11	1.63	0.02	1.62	0.02
ØШс	1.11	0.06	1.06	0.06	0.49	0.02	0.43	0.03	1.12	0.11	1.11	0.11	0.97	0.02	0.95	0.01
ØШв	1.15	0.08	1.13	0.07	1.30	0.07	1.34	0.06	1.01	0.12	0.98	0.12	1.23	0.02	1.21	0.02
МВР	3.17	0.11	3.15	0.14	2.58	0.07	2.55	0.09	2.94	0.32	2.96	0.35	2.02	0.06	2.06	0.04
ПДШ	0.84	0.07	0.80	0.03	0.75	0.06	0.81	0.07	0.49	0.06	0.46	0.07	0.97	0.03	0.94	0.02
ЗДШ	1.05	0.06	1.08	0.05	0.82	0.12	0.76	0.10	0.32	0.03	0.30	0.04	1.30	0.04	1.30	0.03
ВДШ	1.11	0.08	0.98	0.06	0.45	0.07	0.53	0.04	0.48	0.07	0.46	0.08	1.05	0.04	1.02	0.03
НДШ	0.88	0.07	0.87	0.05	0.83	0.10	0.83	0.08	0.49	0.13	0.46	0.15	1.57	0.06	1.53	0.05
Дг	8.94	0.24	8.89	0.44	11.89	0.92	11.91	0.99	13.04	1.51	13.11	1.63	15.87	0.27	15.77	0.22
Дбв	9.34	0.30	9.31	0.41	11.88	0.95	11.90	1.06	13.29	1.67	13.39	1.75	15.24	0.24	15.33	0.25
ØДс	1.07	0.04	1.07	0.03	0.96	0.03	0.96	0.03	0.95	0.09	0.92	0.10	15.24	0.15	1.24	0.09
СКД	2.21	0.13	2.18	0.10	1.55	0.12	1.59	0.12	2.83	0.24	2.75	0.22	1.41	0.03	2.12	0.03
ШДЭ	2.48	0.05	2.55	0.13	2.38	0.09	2.36	0.70	2.24	0.22	2.20	0.24	2.17	0.09	2.60	0.08
ШММЯ	0.47	0.05	0.43	0.05	0.66	0.08	0.66	0.07	0.51	0.10	0.48	0.11	2.60	0.08	1.08	0.07
ШНК	0.99	0.05	1.03	0.02	0.86	0.06	0.87	0.06	0.74	0.11	0.75	0.22	1.09	0.17	1.51	0.17
ШММ	0.69	0.04	0.70	0.03	0.85	0.02	0.85	0.04	0.95	0.18	0.93	0.17	1.50	0.02	0.86	0.03
РсММ	3.40	0.13	3.48	0.15	2.60	0.07	2.56	0.13	2.11	0.24	2.11	0.30	0.85	0.04	2.23	0.03
ШЛМ	0.43	0.03	0.45	0.04	0.90	0.05	0.97	0.09	0.84	0.12	0.82	0.12	2.27	0.03	1.05	0.04
РсЛМ	2.98	0.11	3.07	0.13	2.55	0.09	2.59	0.12	1.91	0.20	1.91	0.23	1.03	0.11	2.66	0.11
ШМНМ	0.70	0.03	0.69	0.04	0.85	0.05	0.85	0.04	0.82	0.07	0.82	0.12	2.74	0.01	0.33	0.01
ШЛНМ	0.45	0.04	0.43	0.03	0.97	0.13	0.90	0.07	0.73	0.13	0.72	0.08	0.35	0.01	0.25	0.01

Обозначения: ПБК – правая бедренная кость, ЛБК – левая бедренная кость, М – среднее арифметическое, ДИ – 95% доверительный интервал значения М.

Таблица 2

Значения угловых параметров бедренных костей

ВИД	<i>Bos taurus Taurus</i>				<i>Canis lupus familiaris</i>				<i>Oryctolagus cuniculus</i>				Современный человек			
	ПБК		ЛБК		ПБК		ЛБК		ПБК		ЛБК		ПБК		ЛБК	
	М		ДИ		М		ДИ		М		ДИ		М		ДИ	
УНД	7.56	0.48	7.64	0.6	3.09	1.22	3.9	1.82	28.2	0.73	27.6	0.48	9.45	0.42	9.04	0.45
АНТ	50.00	2.58	49.92	2.04	21.72	1.87	19.54	2.45	56	0.78	55.2	1.14	15.46	2.59	17.25	2.27
ТОР	46.66	3.08	43.64	2.76	14.09	1.55	12.63	2.46	27.6	0.42	26.4	0.78	22.7	1.41	20.61	1.32
ДШУ	144.46	1.07	141.35	2.53	137.18	3.95	141.9	2.6	61	0.96	61.2	0.73	127.86	1.4	125	1.83

Обозначения: ПБК – правая бедренная кость, ЛБК – левая бедренная кость, М – среднее арифметическое, ДИ – 95% доверительный интервал значения М.

С увеличением двигательной активности тазовой конечности животных и расширением типов локомоции произошла перестройка кости с опущением верхушки большого вертела ниже уровня головки. Так, уменьшающийся тренд разницы в длинах кости, измеренных от верхушки вертела и от головки, выглядит следующим образом: *Bos taurus taurus* – *Oryctolagus cuniculus* *Canis lupus familiaris* – современный человек. Поднятие головки выше уровня большого вертела, с формированием ДШУ бедренной кости, приводит к изменению хода ягодичных мышц и усилению действия последних при вертикализации туловища животных, для которых не характерна двуногая локомоция.

Проксимальный эпифиз бедренной кости человека оказался самым широким (ПБК 3.46 ± 0.06 , ЛБК 3.27 ± 0.12), он достоверно шире проксимального эпифиза бедренных костей всех исследованных животных. Между видами животных достоверной разницы в ширине проксимального эпифиза не выявлено. Такие различия пропорций бедренной кости человека и костей остальных животных отражают прямохождение человека.

Головка бедренной кости оказалась максимально развитой у человека. Ее относительные размеры достоверно больше, чем у животных. Для головки бедренной кости человека характерна максимально правильная форма. Что обеспечивает не только максимальное число осей движения в тазобедренном суставе, но и плавность косоугольных движений. У животных сагиттальный размер головки больше ее вертикального размера. Достоверных межвидовых различий в размерах головки животных не выявлено. Однако, определена тенденция к уменьшению вертикального размера головки при уменьшении опорной нагрузки на заднюю конечность животного. Тренд изменений – современный человек, *Oryctolagus cuniculus*, *Bos taurus Taurus*, *Canis lupus familiaris*.

Сагиттальные размеры шейки бедренной кости человека оказались равными кролику и быку, и гораздо больше сагиттального размера шейки бедренной кости собаки, что может быть связано с максимальной опорной нагрузкой на задние конечности данных видов животных. Вертикальные размеры шейки бедренной кости человека оказались практи-

чески равными животным. Шейка бедренной кости соединяется с диафизом, после чего изменяется направление сил, действующих на кость. Известно, что в верхних отделах шейка находится под действием сил сжатия, а в подвертельной зоне (снизу) – под действием сил растяжения. Однако, на данный момент для понимания изменений в геометрии проксимального эпифиза бедренной кости этой информации недостаточно. Так, длина шейки, измеренная сверху и спереди у человека будет равна ПДШ и ВДШ быка и больше относительных размеров шейки собаки и кролика. ЗДШ БК человека максимальна. Она достоверно больше ЗДШ животных. Также ЗДШ человека достоверно больше его ПДШ. У быков и собак размеры ЗДШ и ПДШ не отличаются. У кроликов относительные размеры ПДШ больше относительных размеров ЗДШ. Такая геометрия шейки формируется под действием тяги мышц, обеспечивающих как сгибательно-разгибательные движения, так и вращение в тазобедренном суставе. У кроликов мышечный массив задней поверхности бедра перераспределен между большим и третьим вертелами, вследствие чего увеличена сила и амплитуда разгибания в тазобедренном суставе, необходимая при прыжке. Длина шейки бедренной кости, измеренная снизу, максимальна для человека. Она достоверно больше размеров ВДШ у человека. То же отношение НДШ и ВДШ присуще и собаке. У быков и кроликов относительные размеры ВДШ и НДШ не показывают статистически достоверных различий, что связано с расположением большого вертела выше головки бедренной кости, и более горизонтальным расположением ягодичных мышц. Взаиморасположение осей шейки и диафиза отражается в величине ДШУ, АНТ и ТОР. Исходя из данных таблиц, величина ДШУ максимальна у быков, затем у собак и людей, причем статистически достоверных различий в величине ДШУ у людей и собак нет, и минимальна величина ДШУ у кроликов. Уменьшение ДШУ может быть связано с принятием веса животного при выталкивании тела вперед по вертикальной оси. Максимально крутую траекторию прыжка из всех исследованных имеет кролик [3]. Величина угла антеверсии (смещение оси шейки кпереди от оси мыщелков в горизонтальной плоскости) максимальна у кролика, немногим менее у быков и значительно меньше у собак и людей. В группах бык–кролик и человек–собака статистически достоверных различий в величине угла антеверсии нет. Величина угла торсии (смещение оси шейки кпереди в сагиттальной плоскости) максимальна у быков, уменьшается у кроликов и человека, причем статистически достоверных отличий между ними не выявлено, и минимальна у собак. Данные угловые параметры отличаются высокими показателями

стандартного отклонения, что указывает на большую вариабельность параметров. Уменьшение величины углов антеверсии и торсии вместе с увеличением относительных размеров проксимального эпифиза бедренной кости человека указывают на поворот конечности кнутри вокруг вертикальной оси, с установкой стопы в положение, приближенное к сагиттальному, за счет чего поддерживается вертикальное положение тела и сохраняется баланс сил, препятствующих запрокидыванию тела на уровне проксимального эпифиза.

Вес тела животного передается на диафиз кости, вызывая его изгиб кпереди. Он минимален у человека, увеличивается у быков и собак и максимален у кролика. При этом сагиттальный диаметр диафиза максимален у человека и минимален у мелких животных. Такое изменение указывает на адаптацию диафиза бедренной кости к передаче веса на нижележащие отделы кости.

Дистальный эпифиз бедренной кости, по результатам исследования, оказался такой же ширины, что и у животных. Статистически достоверных различий в относительной ширине дистального эпифиза не выявлено. Такое развитие дистального эпифиза кости указывает на равноценность данного сегмента бедренной кости в выполнении опорной функции конечностей всех исследуемых видов независимо от способа локомоции и веса животного.

Дистальный эпифиз бедренной кости по своей ширине не показывает межвидовых различий. Однако, по относительным размерам его структур бедренная кость человека отличается. Так, ширина надколенника и межмыщелковой ямки максимальна у человека (ШНК ПБК 1.50 ± 0.17 , ЛБК 1.51 ± 0.17 ; ШММЯ ПБК 1.09 ± 0.08 , ЛБК 1.08 ± 0.07). Среди животных межвидовых различий по степени развития данных структур не выявлено. Статистически достоверной разницы в относительной ширине медиального и латерального мыщелков среди бедренных костей животных не обнаружено. Относительная ширина мыщелков дистального эпифиза минимальна у быков. Латеральный мыщелок БК у человека и собак незначительно шире медиального мыщелка. У быков и кроликов медиальный мыщелок БК незначительно шире латерального. Длина мыщелков больше их ширины у всех исследуемых костей. Только у человека длина латерального мыщелка достоверно больше длины медиального. Такая особенность в строении дистального эпифиза связана с возможностью вращения ноги вокруг медиального мыщелка в коленном суставе. Относительные размеры надмыщелков, максимальны у кроликов и собак и минимальны у человека. Видимо, это связано с особенностями прикрепления мышц. У человека к надмыщелкам прикрепляется меньшее число мышц. Так, к медиальному надмыщел-

ку у животных прикрепляются приводящая мышца, полуперепончатая и медиальная головка икроножной мышцы. У человека *m. semimembranosus* фиксируется тремя разнонаправленными пучками ниже уровня дистального эпифиза бедренной кости. К латеральному мыщелку у животных, в отличие от человека, прикрепляются длинный разгибатель пальцев и третья малоберцовая мышцы. Удержание тазовой конечности в приведенном к туловищу положении обеспечивается аддукторами и формирует угол наклона диафиза к плоскости мыщелков. Величина УНД максимальна для кроликов, поскольку полупарный галоп кроликов связан с максимальной степенью приближения коленного сустава к туловищу при осуществлении прыжка и передаче веса на ось конечности. У человека УНД уменьшается, еще меньше он будет у быков и минимален у собак. Величина УНД связана с прохождением механической оси конечности через коленный сустав [10].

Заключение

В результате сравнительно анатомического исследования выяснено, что основные различия в строении бедренной кости связаны с увеличением ее относительной длины, ширины проксимального эпифиза, увеличением головки и большей ее сферичностью, уменьшением угла антеверсии и диафизарно-шеечного угла, уменьшением изгиба диафиза бедра кпереди и увеличением его относительного сагиттального диаметра. При постоянстве ширины дистального эпифиза увеличились ширина суставной поверхности для надколенника и ширина межмышцелковой ямки, увеличились относительные размеры латерального мыщелка. В связи с освобождением надмышцелков от прикрепления полуперепончатой мышцы и длинного разгибателя пальцев стопы, третьей малоберцовой мышцы, размеры надмышцелков уменьшились. Таким образом, дистальный эпифиз бедренной кости человека приобрел большую свободу для осуществления вращательных движений в коленном суставе.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Алексеев В. П. Остеометрия. Методика антропологических исследований. М.: Наука; 1966: 251.
2. Андреева Е. Г. О строении костей некоторых диких и домашних животных. Проблемы происхождения домашних животных. М.: изд. АН СССР; 1933: 263–307.
3. Гамбарян П. П. Бег млекопитающих. Приспособительные особенности органов движения. Л.: Наука; 1972: 334.
4. Гашимова А. А., Арефьева И. В., Сайко С. Г. Сравнительная анатомия скелета грудной и тазовой конечностей собаки и кролика. Молодежь и наука. 2017; 1: 16–22.
5. Ипполитова В. И. Морфологические параметры трубчатых костей в зависимости от положения их в тазовой конечности. Доклады ТСХА. 1972; 174: 167–172.
6. Касьяненко В. Г. Приспособительные изменения в органах движения в связи с различной опорной функцией. Труды IV Всесоюзного съезда АГЭ. Киев; 1961; 1: 48–56.
7. Кузнецов А. Н. Планы строения конечностей и эволюция техники бега у тетрапод. Зоологический журнал. 1999; 3: 5–94.
8. Паршина Т. Ю., Пожидаева Г. А., Попова В. А., Сатучина Г. А., Сеитов М. С. Сравнительная характеристика лопаточной, плечевой и бедренной костей зайцеобразных на примере зайца-русака (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) и кролика (*Oryctolagus cuniculus* Linnaeus, 1758). Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Биологические науки. 2016; 231–232.
9. Слесаренко Н. А., Гасангусейнова Э. К., Широкова Е. О. Структурный адаптогенез скелета конечностей животных при различной статолокомоции. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013; 5(43): 94–97.
10. Янсон Х. А. Биомеханика нижней конечности человека. Рига: Зинатне, 1975; 324.

References

1. Alekseev V.P. Osteometriya. Metodika antropologicheskikh issledovaniy [Osteometry. Methods of anthropological research]. Moscow: Nauka; 1966: 251 (in Russian).
2. Andreeva E.G. O stroenii kostej nekotorykh dikih i domashnih zhivotnyh [On the structure of bones of some wild and domestic animals]. Problems of the origin of Pets. Moscow: USSR Academy of Sciences; 1933: 263–307 (in Russian).
3. Gambaryan P.P. Beg mlekopitayushchih. Prispособitel'nye osobennosti organov dvizheniya [Running mammals. Adaptive features of the movement]. Leningrad: Nauka; 1972: 334 (in Russian).
4. Gashimova A. A., Arefeva I. V., S.G. Sajko Cravnitel'naya anatomiya skeleta grudnoj i tazovoj konechnostej sobaki i krolika [Comparative anatomy of the skeleton of the thoracic and pelvic limbs of a dog and a rabbit]. Molodezh' i nauka. 2017; 1: 16–22 (in Russian).
5. Ippolitova V.I. Morfologicheskie parametry trubchatykh kostej v zavisimosti ot polozheniya ih v tazovoj konechnosti [Morphological parameters of tubular bones depending on their position in the pelvic limb]. Reports of the TAA. 1972; 174: 167–172 (in Russian).
6. Kas'yanenko V.G. Prispособitel'nye izmeneniya v organah dvizheniya v svyazi s razlichnoj opornoj funkciej [Adaptive changes in the organs of motion due to different support function]. The works of IV all-Union Congress of AHE. Kiev; 1961; 1: 48–56 (in Russian).
7. Kuznecov A.N. Plany stroeniya konechnostej i ehvolyuciya tekhniki bega u tetrapod [The plans for the structure of limbs and evolution of running technique from tetrapod]. Russian Journal of Zoology. 1999; 3: 5–94 (in Russian).

8. Parshina, G.A. Pozhidaeva, V.A. Popova, G.A. Satuchina, Seitov M.S. Sravnitel'naya harakteristika lopatochnoj, plechevoj i bedrennoj kostej zajceobraznyh na primere zajca-rusaka (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) i krolika (*Oryctolagus cuniculus* Linnaeus, 1758) [Comparative characteristics of the scapular, shoulder and thigh bones of leporids by the example of common hare (*Lepus europaeus* Pallas, 1778) and rabbit (*Oryctolagus cuniculus* Linnaeus, 1758)]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Biologicheskie nauki.* . 2016; 231–232 (in Russian).
9. Slesarenko N.A., Gasangusejnova E.K., Shirokova E.O. Strukturnyj adaptogenez skeleta konechnostej zhivotnyh pri razlichnoj statolokomocii [Structural skeleton adaptogenesis of animals extremities with different statolocomotion]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2013; 5(43): 94–97 (in Russian).
10. Yanson H.A. Biomekhanika nizhnej konechnosti cheloveka [Biomechanics of the human lower limb]. Riga: Zinatne, 1975; 324.

Сведения об авторе

Яшина Ирина Николаевна – канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России. E-mail: bik2709@rambler.ru

Поступила в редакцию 21.09.2018 г.

Для цитирования: Яшина И.Н. Вопросы дивергенции в строении бедренной кости человека и некоторых тетраподов. Журнал анатомии и гистопатологии. 2018; 7(4): 102–107. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-4-102-107.

For citation: Yashina I.N. On the divergence in the structure of the human femur and some tetrapods. Journal of Anatomy and Histopathology. 2018; 7(4): 88–93. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-4-102-107.