

## ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ В ДОКАЗАТЕЛЬСТВЕ НАЛИЧИЯ ЛАТЕНТНОЙ СИСТЕМНОЙ АСИММЕТРИИ КОНТРАЛАТЕРАЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ СКЕЛЕТА НА ПРИМЕРЕ БЕДРЕННОЙ КОСТИ СОБАКИ

Яшина И.Н.<sup>1</sup>, Иванов А.В.<sup>1</sup>, Клявс Ю.П.<sup>2</sup>, Солин А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Курский государственный медицинский университет, <sup>2</sup>Курский государственный университет, Курск, Россия, e-mail: bik2709@rambler.ru

## FACTOR ANALYSIS IN THE PROOF OF THE LATENT SYSTEMATIC ASYMMETRY IN THE CONTRALATERAL SKELETAL SEGMENTS ON THE EXAMPLE OF THE CANINE FEMUR

Yashina IN<sup>1</sup>, Ivanov AV<sup>1</sup>, Kljavs YP<sup>2</sup>, Solin AV<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kursk State Medical University, <sup>2</sup>Kursk State University Kursk, Russia, e-mail: bik2709@rambler.ru

### Для цитирования:

Яшина И.Н., Иванов А.В., Клявс Ю.П., Солин А.В. Факторный анализ в доказательстве наличия латентной системной асимметрии контрлатеральных сегментов скелета на примере бедренной кости собаки// Морфологические ведомости.- 2017.- Том 25.- № 2.- С. 43-47. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.17\(25\).02.07](https://doi.org/10.20340/mv-mn.17(25).02.07)

### For the citation:

Yashina IN, Ivanov AV, Kljavs YP, Solin AV. Factor analysis in the proof of the latent systematic asymmetry in the contralateral skeletal segments on the example of the canine femur. *Morfologicheskie Vedomosti – Morphological Newsletter*. 2017 Jun 30;25(2):43-47. [https://doi.org/10.20340/mv-mn.17\(25\).02.07](https://doi.org/10.20340/mv-mn.17(25).02.07)

**Резюме.** В настоящей работе представлены результаты анализа строения бедренных костей домашней собаки *Canis lupus familiaris*. В результате использования оригинальной методики исследования с преобразованием значений линейных размеров анатомических структур бедренных костей в относительные переменные и их дальнейшего анализа методами непараметрической статистики и корреляционного анализа с построением корреляционных плеяд выявлено наличие асимметрии системной организации бедренной кости. Установлено, что поперечные размеры проксимального эпифиза преобладают над размерами дистального эпифиза. Обнаружен тренд к преобладанию поперечных размеров головки бедренной кости над верхне-нижними. Факторный анализ методом главных компонент позволил выявить асимметричное влияние неизвестных факторов на гомологичные структуры бедренной кости животных. Определены факторы, оказывающие равнозначное влияние на размеры мыщелков и переднюю длину шейки независимо от латерализации конечностей. Анализ ранговой корреляции Спирмена с учетом принадлежности к различным сторонам тела показал наличие корреляционных связей, присутствующих в обоих случаях внутри групп «правая» и «левая» бедренные кости. Установлена выраженная асимметрия спектра корреляционных связей.

**Ключевые слова:** асимметрия, бедренная кость, локомоция, факторный анализ

**Summary.** In this paper we analyze some specific features in the femoral bone structure in the domestic dog (*Canis lupus familiaris*). By application of some original research method of converting linear dimension measurements of femur anatomical structure into relative variables with their further analysis by nonparametric statistics methods and correlation analysis in order to build correlation pleiades we revealed systematic asymmetry in the canine femur. In our research we ascertained that the transverse dimension parameters of the proximal epiphysis prevail over the corresponding parameters in the distal epiphysis. As it appeared, there is a definite trend of transverse parameters predominance in the femoral head over its upper – lower parameters. The factor analysis by the principal components allowed us to reveal the asymmetric impact of some unknown factors on the homologous structure of the animal femur. Our research made an attempt to identify the factors that ensure that equivalent impact on the condyles parameters and the front length of the femur neck regardless of the limb lateralization. While, Spearman's rank correlation analysis with regard to different sides of the body displayed the correlations present in both cases, within the right and the left femur groups. Besides, the pronounced asymmetry in correlations spectrum was also established.

**Key words:** *asymmetry, femur, locomotion, factor analysis*

**Введение.** Состоянию здоровья животных, обитающих рядом с человеком, в настоящее время уделяется большое внимание. В большинстве европейских стран, включая Россию допустимым критерием к племенному разведению является отсутствие дисплазии крупных суставов, как правило, выявляемое при рентгенологическом исследовании тазобедренного сустава собак старше 12-ти месяцев. Тем не менее, в работах, посвященных изучению коксартроза у собак, описывается только общая анатомия бедренной кости, не акцентируется степень развития её отдельных структур, участвующих в осуществлении движений в тазобедренном суставе (далее - ТБС), отсутствует информация о билатеральных различиях анатомических структур правой и левой бедренной кости и их величине [1-4]. При этом, достаточно полно описаны варианты движений животных, предприняты попытки анализа механизма передачи силовых нагрузок на нижележащие отделы. Эксперты-кинологи считают, что при нормальном развитии ТБС, оси задних конечностей параллельны друг другу и силовая нагрузка передается на второй палец стопы. В состоянии покоя около 40% массы тела приходится на задние лапы, а при движении нагрузка на них увеличивается. Известно, что при ходьбе и беге задние конечности совершают маятникообразные движения с большой амплитудой качания без боковых колебаний [5-7]. Анализ кинематики задних конечностей собак указывает на неравномерность двигательного толчка в начальную фазу галопа. Даже при практически одновременном касании земли в завершающую фазу галопа одна из задних лап отстает от другой на половину следа [8-12]. Учитывая взаимосвязь формы костей конечностей с выполняемой функцией, наряду с функциональной асимметрией, следует предполагать наличие структурной асимметрии контрлатеральных костей задних конечностей собаки. В ряде исследований показано наличие значимых взаимосвязей между структурной и функциональной асимметрией конечностей [13], в морфологии билатеральную асимметрию принято измерять только на основе величины и коэффициентов различий соответствующих морфометрических показателей [14].

**Цель работы** - доказать наличие латентной системной асимметрии в контрлатеральных бедренных костях собак.

**Материалы и методы исследования.** Исследование выполнено на мацерированных бедренных костях 39-ти половозрелых беспородных собак, средней массой  $10,68 \pm 0,24$  (от 10 до 12) кг без признаков развития дегенеративно-дистрофических заболеваний скелета и иных заболеваний, влияющих на морфологию задних конечностей, полученных от животных, усыпленных в ветеринарной клинике № 1 г. Курска по показаниям. С помощью цифрового штангенциркуля и транспортира на бедренных костях были измерены линейные и угловые размеры костных структур, участвующие в фиксации мышц, передающие массу тела животного на нижележащие отделы скелета и определяющие объём движения в суставах. Известно, что бедренная кость собаки состоит из диафиза, проксимального и дистального эпифизов и имеет краниальную и каудальную поверхности. Проксимальный эпифиз имеет головку, шейку, большой и малый вертелы, вертлужную ямку, межвертельный гребень. Дистальный эпифиз содержит латеральный и медиальный мыщелки и межмыщелковую ямку [15-16]. Головка бедренной кости имеет полушаровидную форму и выступает над большим вертелом. К нему сверху прикрепляются грушевидная (разгибает ТБС) и средняя ягодичная мышцы (разгибает и отводит бедро), латерально книзу - поверхностная ягодичная мышца (пронирает и разгибает ТБС). На краниальной поверхности большого вертела фиксируется глубокая ягодичная мышца (отводит конечность в ТБС). В вертлужной ямке между шейкой бедра и большим вертелом прикрепляются запирательные и близнецовые мышцы. Они супинируют ТБС. На краниальной поверхности шейки в центре межвертельной линии прикрепляется капсулярная мышца тазобедренного сустава (сгибатель ТБС). На каудальной поверхности к малому вертелу прикрепляется подвздошно-поясничная мышца (сгибает ТБС и супинирует конечность, выводит вперёд заднюю конечность). Выше малого вертела на межвертельном гребне прикрепляется квадратная мышца бедра (разгибает и супинирует ТБС). В подвертельной зоне на краниальной поверхности диафиза медиально и латерально прикрепляются латеральная, промежуточная и медиальная головки четырехглавой мышцы бедра. Она разгибает коленный сустав. На каудальной поверхности диафиза прикрепляется гребешковая мышца. Она сгибает, приводит и супинирует ТБС. Еще дистальнее, по шероховатой линии до медиального мыщелка фиксируются большая и малая приводящие бедро мышцы. Они приводят конечность. Над медиальным надмыщелком прикрепляется полуперепончатая мышца - разгибатель ТБС. В бедренных костях измеряемые параметры были разделены на параметры диафиза, проксимального и дистального эпифизов, угловые параметры. Параметры диафиза это: Дл - длина кости, измеренная от головки до плоскости, ограничивающей мыщелки;  $\emptyset$ Д - передне-задний размер диафиза в средней трети,  $\emptyset$ Дп - поперечный размер диафиза в средней трети. Параметры проксимального эпифиза: ПрПЭ - поперечный размер проксимального эпифиза, расстояние между большим вертелом и максимально выступающей точкой на головке бедренной кости,  $\emptyset$ ГВ - верхне-нижний размер головки,  $\emptyset$ ГП - поперечный размер головки, измеренный в сагиттальной плоскости, ДШВ - верхняя длина шейки бедренной кости, ДШН - нижняя длина шейки бедренной кости, ДШП - передняя длина шейки бедренной кости, ДШЗ - задняя длина шейки бедренной кости, МВР - расстояние между большим и малым вертелами. Параметры дистального эпифиза: ПрДЭ - наружное межмыщелковое расстояние или поперечный размер дистального эпифиза, ШММЯ - внутреннее межмыщелковое расстояние или ширина межмыщелковой ямки, ДЛМ - сагиттальный размер латерального мыщелка, ДММ - сагиттальный размер медиального мыщелка. Кроме линейных были исследованы угловые параметры, образованные условными линиями, проходящими через оси диафиза, шейки и головки: ДШУ диафизарно-шеечный угол - угол между осями диафиза и шейки, КДУ кондилло-диафизарный угол - угол между осью диафиза и перпендикуляром к плоскости мыщелков, ТОР - угол торсии, измеряется в сагиттальной плоскости между плоскостью позади мыщелков и большого вертела и осью головки бедра при виде сбоку, АНТ - угол антеверсии, измеряется между осью шейки и мыщелками бедра во фронтальной плоскости. После определения параметров описательной статистики (среднего значения, среднего квадратичного отклонения, дисперсии, асимметрии и эксцесса) при отсутствии нормального распределения, нами были использованы методы непараметрической статистики и рассчитаны доверительные интервалы относительных значений (при  $\alpha=0,05$ ) по каждому параметру [17]. Для последующего анализа значения всех линейных параметров были переведены в относительные величины. За единицу измерения было принято значение поперечного размера диафиза в средней трети кости, что позволило учесть влияние массы тела на формирование бедренной кости [18].

**Результаты исследования и обсуждение.** Значения доверительных интервалов относительных значений линейных параметров и доверительные интервалы абсолютных значений угловых параметров представлены в таблице 1. Сравнение абсолютных и относительных значений линейных размеров показало отсутствие выраженной билатеральной асимметрии в строении бедренной кости. Отмечается несколько большая размерность доверительного интервала в группе относительных значений левых костей по сравнению с правыми, но перекрытие диапазонов доверительных интервалов не позволяет считать это сколько-нибудь достоверным. Тем не менее, отчетливо видно, что относительные размеры проксимального эпифиза превалируют над размерами дистального эпифиза, а форма головки бедренной кости приближена в правильной полусфере. Полученные данные объясняются тем, что формирование проксимального эпифиза бедренной кости собаки находится под влиянием работы мышц, фиксирующихся в области вертелов. Это группа экстензоров-флексоров и медиальной части подвертельной зоны - приводящие мышцы и четырехглавая мышца бедра. Межвертельный гребень при этом располагается в зоне изменения направления сил, действующих на кость. Геометрия шейки определяется не только передачей массы тела на нижний отдел конечности, но и ограниченностью отведения бедра собаки во время движения. ДШН достоверно больше, чем ДШВ, но в передне-заднем направлении размеры шейки практически одинаковы. Значение ДШУ было меньше или не отличалось от значений данного параметра, описанного другими исследователями [1, 2, 4]. Измеренные в настоящей работе параметры могут быть использованы для разработки способов витальных неинвазивных способов остеометрических измерений [19], что в свою очередь может существенно расширить практическое использование полученных в настоящей работе данных.

С целью изучения взаимозависимости исследуемых переменных и степени их участия в системной организации бедренной кости был проведен анализ ранговой корреляции Спирмена, отдельно для костей каждой стороны. Дальнейшему анализу и интерпретации были подвергнуты статистически значимые корреляции при  $p < 0,05$ , составившие связи средней

силы (0,60-0,69) и сильные (0,7 и выше) [17, 20]. Корреляционные связи, выявленные для правой и левой бедренных костей представлены в таблице 2. Наличие сильных корреляций между длиной и размерами шейки снизу и сзади, длиной и шириной межмышцелковой ямки средней силы могут свидетельствовать об одинаковом участии контрлатеральных бедренных костей в передаче массы тела на обе задние конечности и формировании плеч рычага с центром в межвертельной области. Корреляционная связь средней силы, обнаруженная между размерами головки и поперечным размером дистального эпифиза, поперечным размером проксимального эпифиза и шириной межмышцелковой ямки указывают на стабилизацию биомеханической системы - тазобедренный-коленный сустав и отсутствие в последнем боковых вращательных движений. Корреляции между параметрами эпифизов обеспечивают балансировку сил, передающихся через них. При анализе силы корреляционных связей обнаруживается тенденция к снижению значений силы корреляций Спирмена в группе левых костей как между размерами шейки длиной кости Дл-ДШВ и шириной межмышцелковой ямки ДШН-ШММЯ, так и внутри проксимального - ДШЗ-ДШП, ДШЗ-ДШН и дистального ДЛМ-ДММ эпифизов. При этом по ряду параметров (ШММЯ, ПрПЭ, ДШН), связанных с верхне-нижним размером головки обнаружено усиление связей. Это может свидетельствовать о начинающейся функциональной дифференциации задней конечности собаки.

Таблица 1

Величина доверительных интервалов (при  $\alpha=0,05$ ) значений линейных параметров

| Параметр | Правая бедренная кость     |             | Левая бедренная кость      |             |
|----------|----------------------------|-------------|----------------------------|-------------|
|          | абс, мм                    | отн         | абс, мм                    | отн         |
| Дл       | 124,04-148,48              | 10,92-12,83 | 123,63-148,13              | 10,83-12,96 |
| ПрПЭ     | 31,52-34,66                | 2,79-2,98   | 31,58-35,24                | 2,77-3,07   |
| ПрДЭ     | 26,06-28,42                | 2,28-2,47   | 25,83-28,23                | 2,26-2,48   |
| ØД       | 10,26-11,98                | 0,92-1,00   | 10,08-12,00                | 0,92-0,99   |
| МВР      | 28,03-31,32                | 2,51-2,66   | 27,69-30,76                | 2,46-2,65   |
| ØГП      | 15,48-17,23                | 1,38-1,47   | 14,57-16,49                | 1,30-1,41   |
| ØГВ      | 14,53-16,37                | 1,28-1,40   | 14,04-16,03                | 1,26-1,42   |
| ДШВ      | 4,33-6,22                  | 0,37-0,53   | 5,4-6,87                   | 0,48-0,58   |
| ДШН      | 8,32-10,75                 | 0,73-0,93   | 8,66-10,27                 | 0,74-0,92   |
| ДШП      | 7,78-9,49                  | 0,69-0,81   | 8,51-10,02                 | 0,73-0,88   |
| ДШЗ      | 7,99-11,08                 | 0,70-0,95   | 7,65-9,79                  | 0,66-0,87   |
| ШММЯ     | 6,73-8,45                  | 0,58-0,75   | 6,83-8,31                  | 0,59-0,74   |
| ДЛМ      | 27,50-31,13                | 2,46-2,64   | 28,4-31,14                 | 2,46-2,71   |
| ДММ      | 28,04-31,93                | 2,53-2,68   | 27,33-31,51                | 2,43-2,70   |
| ДШУ      | 133,23-141,14 <sup>0</sup> | -           | 135,31-148,50 <sup>0</sup> | -           |
| КДУ      | 1,86-4,31 <sup>0</sup>     | -           | 1,30-6,51 <sup>0</sup>     | -           |
| ТОР      | 12,53-15,64 <sup>0</sup>   | -           | 9,10-16,17 <sup>0</sup>    | -           |
| АНТ      | 19,85-23,59 <sup>0</sup>   | -           | 16,02-23,06 <sup>0</sup>   | -           |

Таблица 2

Общие статистически значимые корреляционные связи, выявленные между исследуемыми параметрами внутри групп правосторонних и левосторонних препаратов

| Параметры | Дл-ДШВ | Дл-ДШН | Дл-ДШЗ | Дл-ШММЯ | ØГП-ПрДЭ | ØГВ-ШММЯ | ПрПЭ - ШММЯ | ДШН - ШММЯ | ПрПЭ - ДШП | ØГВ-ПрПЭ | ДШЗ - ДШП | ØГВ - ДШН | ДШН - ДШЗ | ПрДЭ - ДЛМ | ДЛМ - ДММ |
|-----------|--------|--------|--------|---------|----------|----------|-------------|------------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| R         | 0,72   | 0,85   | 0,70   | 0,61    | 0,67     | 0,63     | 0,70        | 0,75       | 0,63       | 0,66     | 0,88      | 0,60      | 0,79      | 0,85       | 0,80      |
| L         | 0,63   | 0,75   | 0,79   | 0,63    | 0,60     | 0,80     | 0,75        | 0,60       | 0,68       | 0,85     | 0,67      | 0,73      | 0,65      | 0,78       | 0,68      |

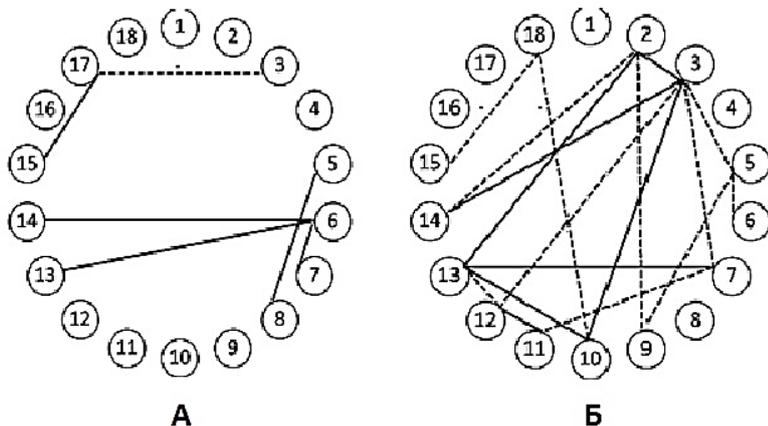
Примечание: R - сила связей в группе правой бедренной кости, L - сила связей в группе левой бедренной кости

С целью визуализации особенностей корреляционных связей изучаемых признаков в зависимости от принадлежности к стороне тела, были построены корреляционные плеяды, которые представлены на рис. 1. В группе препаратов правой стороны (рис. 1 – А) отмечается наличие связей между передне-задним размером головки и длинами мышц. Они, очевидно, свидетельствуют о балансе разнонаправленных сил полуперепончатой мышцы, фиксирующейся на медиальном мышцелке и мышц сгибателей скакательного - заплюсневое сустава, фиксирующихся на каудальной поверхности, преимущественно латерального, мышцелка. Связь межвертельного расстояния и длиной шейки сверху формируется под действием тяги ягодичных мышц - разгибателей ТБС. Расположение головки бедренной кости по отношению к диафизу в пространстве выражено корреляциями между диафизарно-шеечным углом и углом торсии головки. Отрицательная связь между углом торсии и размером дистального эпифиза может свидетельствовать об ограничении движений в ТБС за счет работы коленного сустава. В группе препаратов левой стороны (рис. 1 – Б) обнаружено увеличение числа связей между параметрами проксимального и дистального эпифизов, активно задействован латеральный мышцелок. Размер дистального эпифиза коррелирует с передней длиной шейки, межвертельным расстоянием и поперечным размером

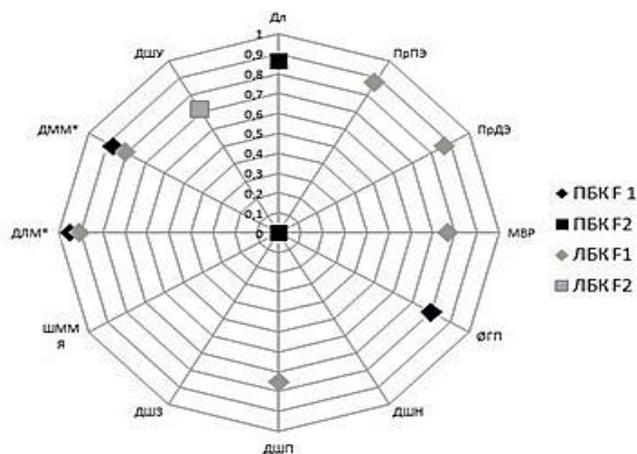
проксимального эпифиза. Это свидетельствует, в большей степени, о вовлечении левой бедренной кости в торсионные движения в ТБС и дополнительно подтверждается наличием отрицательных корреляций между диафизарно-шеечным углом и антеверсией шейки, антеверсией шейки и ее передней длиной.

Результаты факторного анализа [20] исследуемых параметров - линейных и абсолютных значений угловых величин в относительных единицах методом максимального правдоподобия (Maximum likelihood factors) с вращением Equamax normalized с учетом латерализации костей на основе корреляционной матрицы Спирмена (рис. 2), доказали наличие асимметрии факторов, влияющих на строение правой и левой бедренных костей собак.

**Заключение.** Перекрывание доверительных интервалов значений абсолютных и относительных величин линейных параметров указывает на отсутствие статистически значимых различий в строении контрлатеральных бедренных костей собак. По результатам факторного анализа выявлена асимметрия факторов, влияющих на строение бедренной кости в за-



**Рис. 1.** Корреляционные плеяды исследованных параметров бедренной кости. А – в выборке правых бедренных костей, Б – в выборке левых бедренных костей.



**Рис. 2.** Диаграмма результатов факторного анализа параметров в относительных единицах линейных и абсолютных значений угловых величин. Метод максимального правдоподобия с вращением Equamax normalized с учетом латерализации костей на основе корреляционной матрицы Спирмена.

систем, вызванные действием одного или более факторов вследствие тонких функциональных отличий сравниваемых систем, не имеющих морфологических отличий, подтвержденных методами описательной и вариационной статистики.

## ЛИТЕРАТУРА REFERENCES

1. Ягников С.А., Мицкевич В.А., Шальнев А.Н., Митин В.Н. Анализ опорной функции конечностей у собак с дисплазией тазобедренных суставов с помощью сенсорной платформы до и после оперативного лечения// Вестник ветеринарной медицины.- 2002.- № 4.- С. 14–18.
2. Серeda И.В. Структурная биомеханическая характеристика тазобедренного сустава у собак// Ветеринарная медицина.- 2008.- № 2-3.- С. 9-10.
3. Серeda И.В. Способ лечения дисплазии тазобедренного сустава у собак// Вестник РУДН, серия Агрономия и животноводство.- 2008.- № 1.- С. 98-100.

симости от принадлежности к стороне туловища. Так, большую факторную нагрузку под действием первого фактора испытывают в препаратах правой стороны передне-задний размер головки, свидетельствующий о площади контакта между костями в тазобедренном суставе и длины мышечков, отвечающие за амплитуду сгибания коленного сустава. Под действием второго фактора находятся параметры отвечающие за передачу массы тела (длина, длины шейки) и ограничение ротационных движений в коленном суставе (ширина межмышечковой ямки). В выборке костей левой стороны большую факторную нагрузку под действием первого фактора испытывают поперечные размеры эпифизов, принимающие массу тела - межвертельное расстояние, являющееся местом изменения векторов мышц тазобедренного и коленного суставов и длины мышечков, отвечающие за амплитуду сгибания в коленном суставе. Второй фактор оказывает влияние на диафизарно-шеечный угол. Корреляционный анализ Спирмена, проведенный с учетом принадлежности к правой и левой стороне тела выявил статистически достоверные связи средней силы (0,6-0,69) и сильные (0,7 и выше), присутствующие как в обеих группах, указывающие на общность строения бедренной кости независимо от принадлежности к стороне тела, так и определил наличие латентной асимметрии системного строения препаратов бедренной кости собаки. Использование метода построения корреляционных плеяд позволяет обнаруживать латентные отличия в организации гомологичных

4. Шевцов В.И., Камерин В.К. Состояние бедренной кости при удлинении голени в эксперименте методом дистракционного эпифизеолиза// Геней ортопедии.- 1999.- № 3.- С. 34-37.
5. Carr BJ, Dycus DL. Canine gait analysis. Today's veterinary practice. 2016;6(2):93-100.
6. Evans R, Horstman C, Conzemius M. Accuracy and optimization of force platform gait analysis in Labradors with cranial cruciate disease evaluated at a walking gait. Vet. Surg. 2005;34(5):445-449.
7. Gillette RL, Angle TC. Recent developments in canine locomotor analysis: A review. Vet J. 2008;178:165-176.
8. Артёменко Б.А. Кинематический принцип строения конечностей наземных животных/ В кн.: Труды Пятого Всесоюзного съезда АГЭ, Ленинград, 5-11 июля 1949.- Л.: Медгиз.- 1951.- С. 107-108.
9. Alexander RM. Principles of Animal Locomotion.- Princeton, NJ: Princeton University Press, 2003. 384pp.
10. Biewener A. Animal locomotion. Oxford: Oxford University Press, 2003. 281pp.
11. Keebaugh AE, Redman-Bentley D, Griffon DJ. Influence of leash side and handlers on pressure mat analysis of gait characteristics in small breed dogs. JAVMA. 2015;246(11):1215-1221.
12. Nunamaker DM, Blauner PD. Normal and abnormal gait/ In book: Newton CD, Nunamaker DM et al. Textbook of Small Animal Orthopaedics.- Philadelphia: JB Lippincott, 1985. P. 1084-1085.
13. Хайруллин Р.М. Соотношение морфологической и функциональной асимметрии кисти у человека// Морфология.- 2001.- Т. 120.- № 4.- С. 88.
14. Хайруллин Р.М. Эффективность индексов флуктуирующей асимметрии для оценки морфологических признаков человека// Морфологические ведомости.- 2002.- № 1-2.- С. 52-54.
15. Гиммельрейх, Г.А. Локомоторный аппарат домашних животных как целое в динамике и статике.- Киев: Урожай, 1978.- 75с.
16. Мельник К.П., Клыков В.И. Локомоторный аппарат млекопитающих. Вопросы морфологии и биомеханики скелета.- Киев: Наукова думка, 1991.- 208с.
17. Бюль А., Цёфель П. Искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей.— СПб.: ООО «ДиаСофтЮП», 2002.— 603с.
18. 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).- С. 94-97.
19. Хайруллин Р.М. Способ дактилометрии кисти.- Патент РФ 2207043.- 2003.
20. Ким Дж.-О., Мюллер Ч.У., Клекка У.Р. и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ: Пер. с англ. под ред. И.С. Енюкова.— М.: Финансы и статистика, 1989.— 215 с.

#### Авторская справка

**Яшина Ирина Николаевна**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры анатомии человека, Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия; e-mail: bik2709@rambler.ru

**Иванов Александр Викторович**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гистологии, Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия; e-mail: anatomy@mail.ru

**Клявс Юрий Петрович**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры медико-биологических дисциплин, Курский государственный университет, Курск, Россия; e-mail: bik2709@rambler.ru

**Солин Алексей Владимирович**, кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры анатомии человека, Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия; e-mail: bik2709@rambler.ru