УДК 591.471.372:599.735.51
© И. Н. Яшина, А. В. Иванов, С. А. Трошина, 2018
https://doi.org/10.18499/2225-7357-2018-7-1-87-90

ЛАТЕНТНАЯ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ АСИММЕТРИЯ БЕДРЕННОЙ КОСТИ БЫКА – BOS TAURUS TAURUS

И. Н. Яшина, А. В. Иванов, С. А. Трошина
ФГБОУ ВО «Курский государственный медицинский университет» Минздрава России, Курск, Россия

Целью настоящего исследования явилось выявление общих принципов организации строения костей стилоподия тазовой конечности Bos taurus taurus как части биомеханического звена фалангоходящих тетраподов, особенностей строения бедренной кости, присущей животным с большим весом.

Материал и методы. В ходе работы нами было проведено остеометрическое исследование бедренных костей 40 животных с последующей статистической обработкой данных и проведением многомерного факторного анализа. После определения параметров описательной статистики, не обнаружив нормального распределения, нами были рассчитаны доверительные интервалы относительных значений по каждой структуре, а так же для сравнения препаратов правой и левой сторон вычислен критерий Вилкоксона при $p<0.05$, произведен Maximum likelihood factor analysis с применением вращения Equamax normalized с определением величины факторных нагрузок на каждую исследуемую структуру отдельно для препаратов правой и левой сторон.

Результаты. В результате определились различия в строении контрлатеральных костей. Выявлено наличие латентной морфофункциональной асимметрии строения костей проксимального сегмента задней конечности быка с четкой двигательной дифференциацией левой бедренной кости, не определяемой методами описательной статистики.

Ключевые слова: бедренная кость, морфофункциональная асимметрия, факторный анализ.

© I. N. Yashina, A. V. Ivanov, S. A. Troshina, 2018
Kursk State Medical University, Kursk, Russia

Latent Morphofunctional Asymmetry of the Femur of Bos Taurus Taurus

The purpose of this study was to identify general principles for the organization of bone structure of the pelvic limb stylopodia of Bos taurus taurus as part of the biomechanical link of phalangeal tetrapods, features of the structure of the femur, inherent in animals with high weight.

Material and methods. We conducted an osteometric study of the femurs of 40 animals with subsequent statistical processing of data and the conduct of multivariate factor analysis. After determining the parameters of descriptive statistics, without finding a normal distribution, we have calculated the confidence intervals of the relative values for each structure, and also to compare the drugs of the right and left sides, the Wilcoxon test was calculated for $p<0.05$. The maximum likelihood factor analysis was performed using the rotation of Equamax normalized with the determination of the factor load factor for each structure studied separately for drugs on the right and left sides.

Results. As a result, differences in the structure of contralateral bones were determined. The presence of a latent morphofunctional asymmetry of the structure of the bones of the proximal segment of the hindlimb of the bull with a clear motor differentiation of the left femur, which is not determined by the methods of descriptive statistics, is revealed.

Key words: femur, morphological and functional asymmetry, factor analysis.

Введение

Хозяйственное значение представителей Bos taurus taurus –производство продуктов питания, и научный интерес к этому виду животных связан с узконаправленной селекционной работой по улучшению мясных и молочных качеств пород крупнорогатого скота. Такой селекционных отбор привел к значительному увеличению массы тела животных и, как следствие, росту частоты развития заболеваний скелета. По данным ветеринаров, патологиями крупных суставов тазовой конечности страдает от 20 до 25% высокопородистого поголовья скота в возрасте старше трех лет. При этом, частота поражений правой тазовой конечности выше, чем левой [3, 4], что может косвенно свидетельствовать о наличии особенностей строения костей конечностей, не описанных в литературе, и предрасполагающих к поражению крупных суставов.

Тазовые конечности быка принимают вес большей части туловища и обеспечивают удержание тела над землей при стоянии животного, затем выполняют доминирующую роль в передвижении, при этом объем движений в тазобедренном суставе быков ограничен по сравнению с другими тетраподами [5, 6]. В нашем случае интерес к изучению строения бедренной кости быка домашнего, как части биомеханической системы опорно-

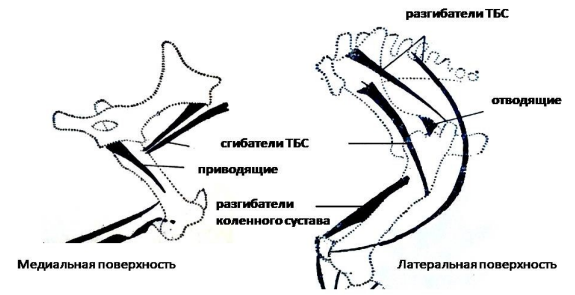

Рис. 1. Схема расположения мышц стилоподия тазовой конечности быка, модификация рисунка А. И. Акаевского, 1975.

двигательного аппарата фалангоходящих животных вызван особенностями локомоции этого вида.

С целью выявления общих принципов организации строения костей стилоподия тазовой конечности быка домашнего как части биомеханического звена фалангоходящих тетраподов и особенностей строения бедренной кости, присущей данному виду, нами было проведено остеометрическое исследование костей стилоподия тазовой конечности быка домашнего с последующей статистической обработкой данных и проведением многомерного факторного анализа.

Материал и методы исследования

Объем выборки составил 80 костей – 40 правых и 40 левых. В исследование были включены кости здоровых животных, допущенных к использованию в пищу, с полным синостозированием эпифизов, возрастная принадлежность не определялась. Методика исследования костей стилоподия домашнего быка идентична разработанной нами оригинальной методике исследования бедренных костей животных и человека. В ходе проведения остеометрии оценивалась степень развития апофизов бедренной кости, формирующихся под действием массы тела животного и тяги мышц, обеспечивающих локомоцию [1], величины углов, образующихся при пересечении осей шейки и диафиза (рис. 1).

Все исследуемые структуры были объединены в 4 группы. Структуры диафиза: длины – расстояние между верхушкой большого вертела и нижней точкой дистального эпифиза (ДлБВ) и расстояние между верхней точкой головки и нижней точкой дистального эпифиза (ДлГ); диаметры диафизов в середине длины кости (ØД) передне-задний и поперечный – эти параметры отражают влияние веса, поскольку именно в этом отделе кости компактное вещество достигает максимальной толщины. Структуры проксимального эпифиза, описывающие стереометрию: поперечный размер проксимального эпифиза (ПрПЭ) – расстояние между максимально удаленными точками большого вертела, местом фиксации мышц экстензоров и абдукторов, и головкой; размеры головки – передне-задние (ØГП) и верхне-нижние (ØГВ); длины шейки, измеренные сверху, снизу, спереди и сзади (ДШВ, ДШН, ДШП, ДШН); межвертельное расстояние (МВР) – дистанция между большим и малым вертелами, отражающая баланс между мышцами флексорами и экстензорами, абдукторами и аддукторами. В целом для многоосного тазобедренного сустава быка характерны резко ограниченные абдукционно-аддукционные движения, а при флексии одновременно происходит супинация, при экстензии – пронация [4]. Третью группу составили структуры дистального эпифиза: поперечный размер дистального эпифиза (ПрДЭ) – максимальное расстояние между мыщелками; внутреннее межмыщелковое расстояние (ШММЯ), размеры медиального и латерального мыщелков (РЛМ, РММ), отражающие работу мышц экстензоров и пронаторов бедра, прикрепляющихся к медиальному мыщелку и мышц, обеспечивающих движения в коленном суставе, прикрепляющихся к латеральному мыщелку. Форма дистального эпифиза позволяет стабилизировать коленный сустав в положении животного стоя и минимизировать нагрузку на мышцы разгибатели. Четвертую группу составили величины углов, образующихся при пересечении осей шейки и диафиза: угол между осями диафиза и шейки – ДШУ; угол между осью диафиза и перпендикуляром к плоскости мыщелков – кондилодиафизарный угол (КДУ); угол торсии шейки (ТОР) измеряется в сагиттальной плоскости между плоскостью позади мыщелков и осью шейки бедра при виде сбоку и угол антеверсии шейки (АНТ), угол между осью шейки и мыщелками бедра во фронтальной плоскости при виде сверху.

Все измерения производились при помощи устройства для остеометрии длинных трубчатых костей и цифрового штангенциркуля. Значения всех линейных промеров были переведены в относительные величины. За единицу измерения было принято значение поперечного размера диафиза, что позволило учесть влияние массы тела на формирование бедренной кости. После определения параметров описательной статистики: среднего значения, среднего квадратичного отклонения, дисперсии, асимметрии и эксцесса, не обнаружив нормального распределения, нами были рассчитаны доверительные интервалы относительных значений

$$(\bar{x} \pm T, \text{ где } T = Za/2 * \sigma/\sqrt{(n)}, \text{ при } \alpha \leq 0.05),$$

по каждой структуре, а так же для сравнения препаратов правой стороны и левой стороны вычислен критерий Вилкоксона при $p<0.05$.

С целью определения степени участия каждой структуры в организации бедренной кости быка на следующем этапе исследования данные были подвергнуты многомерному

Таблица 1

Величина доверительных интервалов исследуемых структур бедренных костей быка домашнего ($\bar{x}$±T)

Структура	Линейные значения, см		Относительные величины	
	правая БК	левая БК	правая БК	левая БК
ДлБВ	39.38±1.09	38.78±0.97	9.34±0.30	9.31±0.41
ДлГ	37.56±0.81	37.02±1.16	8.94±0.24	8.89±0.44
ØДпр	4.51±0.19	4.47±0.13	1.07±0.04	1.07±0.03
ПрПЭ	13.01±0.37	13.02±0.33	3.09±0.09	3.12±0.12
ØГП	5.54±0.18	5.47±0.20	1.32±0.06	1.31±0.06
ØГВ	4.46±0.24	4.46±0.20	1.13±0.07	1.07±0.06
ДШВ*	4.67±0.29	4.11±0.27	1.11±0.08	0.98±0.06
ДШН	3.71±0.27	3.63±0.18	0.88±0.07	0.87±0.05
ДШП	3.51±0.25	3.34±0.12	0.84±0.07	0.80±0.03
ДШЗ	4.44±0.24	4.50±0.22	1.05±0.06	1.08±0.05
МВР	13.32±0.40	13.16±0.47	3.17±0.11	3.15±0.14
ПрДЭ*	10.44±0.23	10.62±0.29	2.48±0.05	2.55±0.13
РЛМ*	6.64±0.10	6.65±0.11	1.58±0.04	1.59±0.05
РММ*	6.34±0.10	6.26±0.11	1.51±0.09	1.50±0.05
ШММЯ	1.99±0.22	1.83±0.23	0.47±0.05	0.43±0.05

Примечание: * – структуры кости, статистически достоверно отличающиеся по результатам теста Вилкоксона.

Таблица 2

Величина доверительных интервалов значений угловых структур бедренной кости быка домашнего($\bar{x}$±T)

Структура	Правая бедренная кость	Левая бедренная кость
ДШУ*	144.46±1.07	141.35±2.53
КДУ	7.26±0.48	7.64±0.60
ТОР	46.66±3.08	43.64±2.76
АНТ	50±2.58	49.92±2.04

Примечание: * – структуры кости, статистически достоверно отличающиеся по результатам теста Вилкоксона.

факторному анализу на основе корреляционной матрицы Спирмена [2]. Нами был произведен Maximum likelihood factor analysis с применением вращения Equamax normalized с определением величины факторных нагрузок на каждую исследуемую структуру отдельно для препаратов правой и левой сторон. Все статистические расчеты производились с использованием демоверсии Statistica 10.0.

Результаты и их обсуждение

В результате исследования выявлено, что проксимальный эпифиз бедренной кости быка шире дистального, большой вертел выступает над головкой бедра, шейка бедра приближена по форме к усеченной пирамиде, меньшее плато которой расположено косо по отношению к диафизу и оканчивается головкой, выдвинутой кпереди. Сама головка имеет форму полусферы, растянутой в переднезаднем направлении. Дистальный эпифиз несет блоковидную суставную поверхность для образования коленного сустава, отличающуюся размерами мыщелков; медиальный мыщелок менее развит, чем латеральный. Результаты остеометрического исследования бедренных костей быка представлены в табл. 1.

По данным теста Вилкоксона, бедренные кости быка различны в величине верхней длины шейки бедренной кости, что может свидетельствовать об асимметричной нагрузке конечностей при стоянии и передвижении животных, поскольку данная структура формируется под действием веса тела и сил сжатия. Анализ диапазонов доверительных интервалов также показал увеличение длины шейки сверху справа, что свидетельствует об увеличении короткого плеча рычага, передающего вес тела на нижележащие отделы тазовой конечности животных. По результатам теста Вилкоксона, бедренные кости различны в величине дистального эпифиза и размерах мыщелков. Наличие асимметрии с увеличением значений ДШУ правой бедренной кости подтверждают результаты анализа значений величин угловых структур, представленные в табл. 2.

Примененный нами метод многомерного факторного анализа позволил выявить скрытую асимметрию строения бедренной кости быка, не выявляемую методами описательной статистики. Также обнаружились структуры БК, имеющие сопоставимо равные факторные нагрузки независимо от принадлежности к стороне тела – длина кости (рис. 2).

Максимальные факторные нагрузки в группе препаратов левой бедренной кости испытывают диафиз, межвертельное расстояние, угол антеверсии, отражающие объем движения в тазобедренном суставе, при этом,

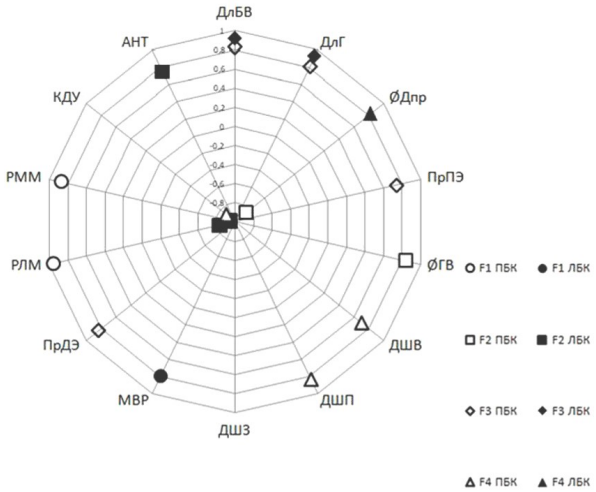

Рис. 2. Распределение статистически значимых более 0.70 единиц факторных нагрузок на изучаемые структуры бедренных костей быка.

мыщелки испытывают отрицательные факторные нагрузки. При анализе данных в группе препаратов правой бедренной кости максимальные факторные нагрузки испытывают структуры, проводящие вес животного в нижележащие отделы – это поперечный размер проксимального эпифиза, верхне-нижний размер головки, верхняя и нижняя длина шейки и кондило-диафизарный угол, поперечный размер дистального эпифиза, мыщелки бедренной кости.

Заключение

Таким образом, можно считать установленным факт наличия латентной морфофункциональной асимметрии бедренной кости быка, четкой двигательной дифференциации левой бедренной кости.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. *Акаевский А. И.* Анатомия домашних животных. М.: Колос; 1975: 591.
2. *Дубров А. М., Мхитарян В. С., Трошин Л. И.* Многомерные статистические методы. М.: Финансы и статистика; 2000. 350.
3. *Мищенко В. А.* Проблема заболеваний дистальных участков конечностей у высокопродуктивных коров. Ветеринария Кубани. 2008; 4: 4–7.
4. *Самотаев А. А., Клюквина Е. Ю.* Изменения системы показателей скелета у коров. Ветеринария. 2010; 2: 45–51.
5. *Слесаренко Н. А., Гасангусейнова Э. К., Широкова Е. О.* Морфофункциональные особенности структурной организации бедренной кости у стопо-, пальце-, фалангоходящих животных. Морфология. 2014; 145(3): 179.
6. *Теленков В. Н., Тимошенко В. А., Сутуло А. В. и др.* Анатомические особенности скелета свободного отдела тазовой конечности у сибирской косули и домашней овцы. Научный альманах. 2016; 1-2(15): 495–498.

References

1. Akayevskiy A.I. Anatomiya domashnikh zhivotnykh [Anatomy of domestic animals]. Moscow: Kolos; 1975: 591 (in Russian).
2. Dubrov A.M., Mkhitaryan V.S., Troshin L.I., Mnogomernyye statisticheskiye metody [Multidimensional statistical methods]. Moscow: Finansy i statistika. 2000; 350 (in Russian).
3. Mishchenko V.A. Problema zabolevaniy distalnykh uchastkov konechnostey u vysokoproduktivnykh korov [The problem of diseases of distal limbs in highly productive cows]. Veterinariya Kubani. 2008; 4: 4–7. (in Russian)
4. Samotayev A.A., Klyukvina E.Yu. Izmeneniya sistemy pokazateley skeleta u korov [Changes of skeleton system indexes of cows]. Veterinary Medicine Journal. 2010; 2: 45–51 (in Russian).
5. Slesarenko N.A., Gasanguseynova E.K., Shirokova E.O. Morfofunktsionalnyye osobennosti strukturnoy organizatsii bedrennoy kosti u stopo-, paltse-, falangokhodyashchikh zhivotnykh [Morphofunctional peculiarities of the structural organization of the femur in plantigrade, digitigrade and phalangigrade animals]. Morfologiya. 2014; 145(3): 179 (in Russian).
6. Telenkov V.N., Timoshenko V.A., Sutulo A.V., Zamuylova E.Yu., Svyazhenin R.N. Anatomicheskiye osobennosti skeleta svobodnogo otdela tazovoy konechnosti u sibirskoy kosuli i domashney ovtsy [Anatomical features of the skeleton of the free division of the pelvic limbs at the Siberian ROE deer and domestic sheep]. Nauchnyy almanakh.2016; 1-2(15): 495–498 (in Russian).

Сведения об авторах

Яшина Ирина Николаевна – канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры анатомии человека ФГБОУ ВО "Курский государственный университет" Минздрава России. 305041, г. Курск, ул. Карла Маркса, 3. E-mail: bik2709@rambler.ru

Иванов Александр Викторович – д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой гистологии, эмбриологии и цитологии ФГБОУ ВО "Курский государственный университет" Минздрава России. 305041, г. Курск, ул. Карла Маркса, 3. E-mail: anatomy@mail.ru

Трошина София Алексеевна – студент лечебного факультета ФГБОУ ВО "Курский государственный университет" Минздрава России. 305041, г. Курск, ул. Карла Маркса, 3. E-mail: bik2709@rambler.ru

Поступила в редакцию 12.12.2017 г.

Для цитирования: Яшина И.Н., Иванов А.В., Трошина С.А. Латентная морфофункциональная асимметрия бедренной кости быка – Bos taurus taurus . Журнал анатомии и гистопатологии. 2018; 7(1): 87–90. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-1-87-90

For citation: Yashina I.N., Ivanov A.V., Troshina S.A. Latent morphofunctional asymmetry of the femur of Bos taurus taurus. Journal of Anatomy and Histopathology. 2018; 7(1): 87–90. doi: 10.18499/2225-7357-2018-7-1-87-90