

---

Научная статья/Research Article

УДК 619:611.91:599.324

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-118-125

Людмила Владимировна Фоменко<sup>1</sup>, Марина Вениаминовна Первенецкая<sup>2</sup>✉

<sup>1,2</sup>Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия

<sup>1</sup>lv.fomenko@omgau.org

<sup>2</sup>mv.pervenetskaya@omgau.org

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СКЕЛЕТА КОНЕЧНОСТЕЙ У АЗИАТСКОГО (БЕЛОХВОСТОГО) ДИКОБРАЗА *NESTRUX LEVICURA*

Цель исследования – изучить особенности строения костей локомоторного аппарата у азиатского (белохвостого) дикобраза, связанного со стопоходием и обитанием в зарослях растительности. Задачи: описать строение и топографию грудной и тазовой конечностей у азиатского (белохвостого) дикобраза. Скелет грудной конечности представлен лопаткой и костями свободного отдела конечности: плечевой, лучевой и локтевой, запястьем, пястью и фалангами пальцев. Скелет тазовой конечности представлен тазовым поясом и свободной тазовой конечностью (бедренная, большеберцовая, малоберцовая кости, заплюсна, плюсна и фаланги пальцев). Строение конечностей дикобраза обусловлено их образом жизни, при этом задние конечности столбообразные, а передние несколько уплощенные, приспособленные для рытья нор. Из других отличительных черт скелета отмечается значительное развитие костей грудной и тазовой конечности, что обусловлено малоподвижным образом жизни. Особенности строения костей конечностей дикобраза состоят в том, что эти кости массивные, но насчитывается меньшее количество костей запястья, плюсны и фаланг пальцев. Такое строение характерно для стопоходящих животных, которые опираются на пальцы. Лопатка имеет треугольную форму, длиной 10,5 см. Хорошо развитая плечевая кость достигает длины 10,6 см. Предплечье представлено лучевой и локтевой костями. Кости кисти состоят из костей запястья, пясти и фаланг пальцев. В запястье располагаются восемь коротких, губчатых костей, расположенных в два ряда, по четыре в каждой. Четыре кости пясти массивные, длинные, одинаковой длины. Кости пальцев состоят из четырех фаланг, имеющих три ряда костей. Кости тазового пояса образованы подвздошной, лонной и седалищной костями. Бедренная кость массивная, ее длина составляет 12,4 см. Кости голени представлены большеберцовой и малоберцовой костями, одинаковыми по длине. Заплюсна представлена тремя рядами костей, а костей плюсны насчитывается пять штук.

**Ключевые слова:** дикобраз, скелет конечностей, лопатка, плечевая и бедренная кости, заплюсна

**Для цитирования:** Фоменко Л.В., Первенецкая М.В. Особенности строения скелета конечностей у азиатского (белохвостого) дикобраза *Hestrix levicura* // Вестник КрасГАУ. 2023. № 9. С. 118–125. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-118-125.

Lyudmila Vladimirovna Fomenko<sup>1</sup>, Marina Veniaminovna Pervenetskaya<sup>2</sup>✉

<sup>1,2</sup>Omsk State Agrarian University named after. P.A. Stolypin, Omsk, Russia

<sup>1</sup>lv.fomenko@omgau.org

<sup>2</sup>mv.pervenetskaya@omgau.org

## FEATURES OF THE STRUCTURE OF THE LIMB SKELETON IN THE ASIAN (WHITE-TAILED) PORCUPINE *HESTRUX LEVICURA*

The purpose of research is to study the structural features of the bones of the locomotor apparatus in the Asian (white-tailed) porcupine associated with plantigrade walking and living in thickets of vegetation. Objectives: to describe the structure and topography of the thoracic and pelvic limbs of the Asian (white-tailed) porcupine. The skeleton of the thoracic limb is represented by the scapula and the bones of the free part of the limb: humerus, radius and ulna, wrist, metacarpus and phalanges of the fingers. The skeleton of the pelvic limb is represented by the pelvic girdle and the free pelvic limb (femur, tibia, fibula, tarsus, metatarsus and phalanges of the fingers). The structure of the porcupine's limbs is determined by their lifestyle, with the hind limbs being columnar and the front limbs somewhat flattened, adapted for digging holes. Among other distinctive features of the skeleton, significant development of the bones of the thoracic and pelvic limbs is noted, which is due to a sedentary lifestyle. The structural features of the bones of the porcupine's limbs are that these bones are massive, but there are fewer bones of the wrist, metatarsus and phalanges of the fingers. This structure is typical for plantigrade animals that rely on their toes. The shoulder blade has a triangular shape, 10.5 cm long. The well-developed humerus reaches a length of 10.6 cm. The forearm is represented by the radius and ulna bones. The bones of the hand consist of the bones of the wrist, metacarpus and phalanges of the fingers. The wrist contains eight short, spongy bones arranged in two rows of four each. The four metacarpus bones are massive, long, and of equal length. The finger bones consist of four phalanges having three rows of bones. The bones of the pelvic girdle are formed by the ilium, pubis and ischium. The femur is massive, its length is 12.4 cm. The bones of the lower leg are represented by the tibia and fibula, equal in length. The tarsus is represented by three rows of bones, and there are five metatarsal bones.

**Key words:** porcupine, limb skeleton, scapula, humerus and femur, tarsus

**For citation:** Fomenko L.V., Pervenetskaya M.V. Features of the structure of the limb skeleton in the asian (white-tailed) porcupine *Hestruх levicura* // Bulliten KrasSAU. 2023;(9): 118–125. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-9-118-125.

**Введение.** Дикобраз – это млекопитающее, относящееся к отряду грызунов, а именно к семейству дикобразовых. Определенное строение периферического скелета позволило дикобразам приспособиться к условиям обитания на почве, покрытой густой травой. Они не убегают от хищников, склонны к медленному передвижению, а их иглы являются надежной защитой от врагов [1, 2].

Сужение костей тазового пояса объясняется адаптацией к их неторопливому передвижению в ночное время суток, а также ставит жесткие требования не только к форме тела, но и локализации центра тяжести ближе к тазовому поясу. Хорошо развитый тазовый пояс способствует прикреплению сильных мышц конечностей, а наличие тяжелой головы обуславливает удерживание баланса центра тяжести за счет длинного хвоста.

Сокращение количества поясничных позвонков и прочное срастание в крестцовом отделе способствуют стабильному укреплению туловища, приводят к тому, что узкий таз приобретает первостепенное значение в поддержании позы туловища при передвижении. Точкой передачи опоры о почву является тазобедренный

сустав, таким образом, в результате бипедальной статики тазовых конечностей происходит вращающий момент переноса центра тяжести, стабилизирующий позу дикообраза [3–5].

Актуальность проблемы обуславливается возрастающей потребностью в глубокой и точной детализации имеющегося материала анатомического строения периферического отдела скелета дикообраза, его морфометрического анализа и определения видовых особенностей строения.

Изучение локомоторного аппарата у дикообраза дает уникальную возможность понять морфогенез костной системы в связи с адаптацией его к стопохождению, что позволит проследить основные пути становления адаптивных преобразований в процессе филогенеза.

**Цель исследования** – изучить особенности строения костей локомоторного аппарата у азиатского (белохвостого) дикообраза, связанного со стопохождением и обитанием на почве, покрытой густой травой.

**Задачи:** описать строение и топографию грудной и тазовой конечностей у азиатского (белохвостого) дикообраза.

**Объекты и методы.** Объектом исследования служил скелет самки азиатского (белохвостого) дикобраза в возрасте 12 лет.

Для изготовления скелета дикобраза был использован биологический способ обработки материала. Кости скелета подвергали мацерации в течение 2–3 сут, затем их тщательно отмывали от мягких тканей, высушивали и отбеливали 10 % раствором перекиси водорода. Кости измеряли с помощью электронного штангенциркуля с точностью до 0,1 мм, описывали и фотографировали.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенного исследования выявлено, что плечевой пояс у дикобраза состоит из лопатки, которая имеет форму слегка вытянутой треугольной пластинки (рис. 1). Это пластинчатая кость достигает длины 10,5 см. Ость лопатки высокая, делит лопатку на глубокую предостную и заост-

ную ямки. Предостная ямка равномерной ширины, несколько уже заостной, имеющей треугольную форму. Длинный треугольной формы акромион далеко вдаётся за пределы суставной впадины, направляясь вентролатерально, от него отделяется в каудовентральном направлении метакромион. На дистальной части лопатки видна суставная ямка для соединения с головкой плечевой кости. По окружности суставной ямки четко выдается бугор лопатки, предназначенный для фиксации двуглавой мышцы, а также коракоидного отростка, к которому крепится коракоидноплечевая мышца и головка двуглавой мышцы. На реберной поверхности лопатки заметна зубчатая шероховатость для прикрепления зубчатой вентральной мышцы. Там же располагается глубокая подлопаточная ямка, в которой лежит подлопаточная мышца.

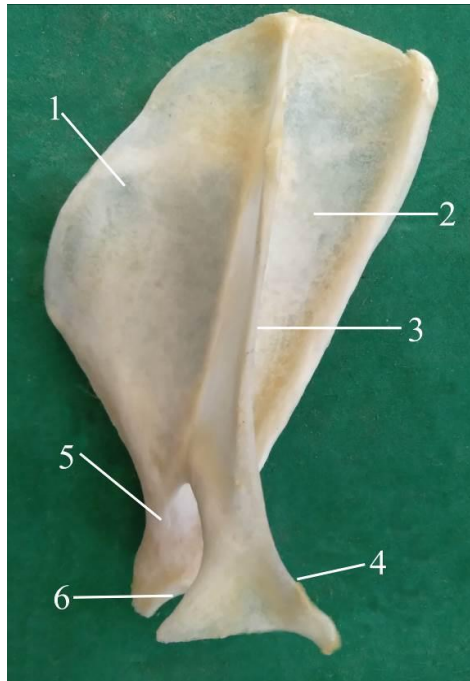


Рис. 1. Строение лопатки азиатского (белохвостого) дикобраза: 1 – предостная ямка; 2 – заостная ямка; 3 – ость лопатки; 4 – акромион; 5 – шейка лопатки; 6 – суставная ямка

Шейка лопатки длинная. Суставная впадина округлая.

Достаточно большая весовая нагрузка приходится на площадь опоры, что не требует больших затрат энергии при поиске корма и передвижении по земле, в свою очередь это способствует формированию стопоходящих конечностей [6, 7]. Во многом строение конечностей

дикобраза обусловлено их образом жизни, при этом задние конечности столбообразные, а передние – несколько уплощенные, приспособленные для рытья нор [8–10].

Кости свободного отдела грудной конечности представлены плечевой костью, костями предплечья (лучевая и локтевая) и костями кисти (запястье, пясть и фаланги пальцев).

Плечевая кость длиной 10,6 см, имеет головку шаровидной формы, поэтому в суставе возможны вращательные движения. На проксимальном эпифизе имеются большой и малый бугры, между которыми лежит межбугорковый желоб для сухожилия двуглавой мышцы плеча. От большого бугра в дистальном направлении тянется хорошо развитый гребень большого бугра, который достигает половины длины тела плечевой кости, на середине гребень имеет крючковидную форму. Отмечается надблоковое отверстие.

Предплечье длиной 11,3 см представлено локтевой и лучевой костями, которые не срастаются между собой, а при жизни соединяются связками, обеспечивая большую подвижность в кисти, увеличивая ее амплитуду и функциональное значение [5].

Длинная, тонкая лучевая кость имеет изогнутое тело в дорсальном направлении. Ямка головки имеет овальную форму, слегка вогнута, на ее пальмарной поверхности располагается шероховатость в виде длинной, поперечной и узкой фасетки для прикрепления локтевой кости.

На локтевой кости имеется тело, слегка изогнутое каудально, которое суживается дистально и заканчивается грифельным отростком. Локтевой бугор массивный. На локтевой кости верхней трети предплечья видна полулунная вырезка с хорошо развитой суставной поверхностью для блока плечевой кости. В месте соединения обеих костей имеется шероховатость.

Локтевая кость с помощью суставных поверхностей костей запястья участвует в образовании лучезапястного сустава. На тонком дистальном конце локтевой кости имеется боковая суставная поверхность для соединения с лучевой костью и возможности вращения вокруг нее.

Кости кисти длиной 7,2 см, это дистальная часть грудной конечности, скелет которой представлен запястьем, костями пясти и фаланг пальцев.

В запястье имеется восемь коротких, губчатых костей, расположенных в два ряда, по четыре кости в каждом. Между собой срастаются лучевая и промежуточная кости, а локтевая и добавочная кости – самостоятельные. В дистальном ряду лежит четыре кости: первая кость – в виде конуса, вторая и третья – треугольные с выпуклой наружной поверхностью.

Четвертая и пятая – срослись между собой, неправильной треугольной формой.

Насчитывается четыре кости пясти. Они хорошо развитые, одинаковой длины, овальные на поперечном сечении, имеющие на дистальном конце блоки с гребешками только на пальмарной поверхности, но с гладкой передней поверхностью, что позволяет совершать боковые движения пальцев. Самые длинные – третья и четвертая кости, а боковые – вторая и пятая – наиболее короткие. На проксимальных эпифизах костей отчетливо видны выпуклые и несколько сжатые по бокам суставные поверхности.

Кости пальцев, состоящие из четырех фаланг, представлены тремя рядами костей. Проксимальный ряд фаланг представлен в виде длинных, трубчатых костей, на их проксимальных концах располагаются желобоватые суставные поверхности для сочленения с блоками пястных костей. На их дистальных концах выступают блоки, разделенные сагиттальным желобом. Средняя фаланга короче первой фаланги в два раза.

Дистальная фаланга заканчивается когтевидной костью, несущей на себе роговой наконечник в виде когтя. На когтевидной кости отчетливо выделяется треугольной формы широкий конец и крючок в форме когтя, которые разделяются глубоким когтевым желобом. Со стороны проксимального конца видна суставная поверхность для второй фаланги, а позади нее находится сгибательный бугорок для фиксации глубокого сгибателя пальца. Две сесамовидные кости первой фаланги каждого пальца имеют вогнутые фасетки, которые разделены гребнем. Сесамовидные кости третьей фаланги вытянутой формы, имеют фасетку с гребешком.

Кости скелета тазовой конечности состоят из костей тазового пояса и тазовой конечности, включающей бедро, голень, кости заплюсны, плюсны и фаланг пальцев.

Кости тазового пояса образованы подвздошной, лонной и седалищной костями, которые вместе с крестцовой костью образуют цилиндрической формы таз длиной 8,5 см. Крыло подвздошной кости, соединенное с ушковидной поверхностью крестцовой кости, придает жесткость позвоночному столбу при передвижении, создает опору тазовым конечностям, а также выполняет защитную функцию для органов малого таза.

В связи с горизонтальным положением тела, опорой о землю и их поступательными движениями кости таза у дикобраза хорошо развиты, широкие и массивные. Вертикально расположенная подвздошная кость переходит в седалищную и лонную, имеющие горизонтальное положение.

Подвздошная кость состоит из хорошо развитого крыла неправильной треугольной формы, его ягодичная поверхность вогнутая, а на тазовой поверхности видна ушковидная суставная поверхность для соединения с крылом крестцовой кости. Гребень подвздошной кости изогнут, его медиальная часть направлена кранидорсально, а латеральная представляет четырехгранную лопасть, несущую маклок, который направлен каудолатерально. На каудодорсальном крае тела подвздошной кости располагается большая седалищная вырезка, простирающаяся от крыла до седалищной ости, расположенной выше суставной впадины.

Свободный отдел тазовой конечности образован бедренной костью, голенью (большая и

малая берцовые) и костями стопы (заплюсна, плюсна и фаланги пальцев).

Бедренная кость имеет длину 12,4 см (рис. 2). На проксимальном эпифизе располагается шаровидная головка, имеющая округлую ямку для присоединения круглой связки. Вокруг головки видна хорошо выраженная шейка головки. Сбоку от нее выдается большой вертел, переходящий в межвертлужный гребень, который соединяется с малым вертелом, образуя при этом глубокую вертлужную ямку. На краниальной поверхности дистального эпифиза лежит блок для коленной чашечки. На каудальной поверхности дистального эпифиза располагаются латеральный и медиальный мыщелки, между которыми располагается межмыщелковая ямка. С наружной поверхности латерального мыщелка плантарной поверхности тела бедренной кости имеется разгибательная и подколенная ямки, где находится надмыщелковая шероховатость. С дорсальной поверхности каждого мыщелка располагаются фасетки для сесамовидных костей.

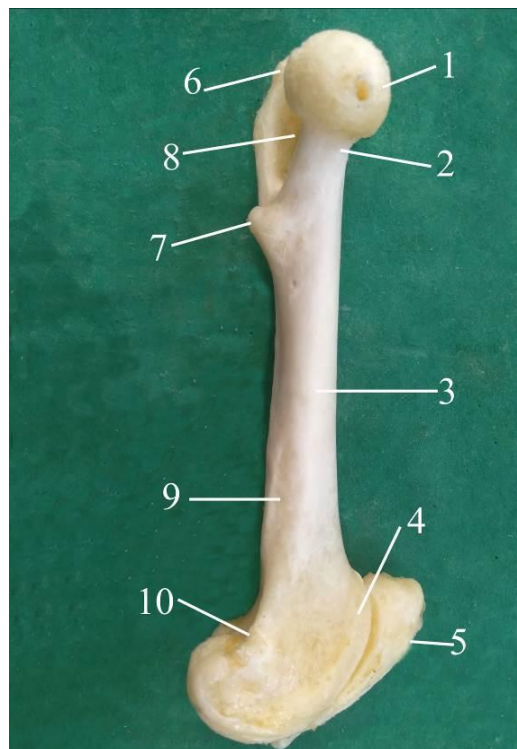
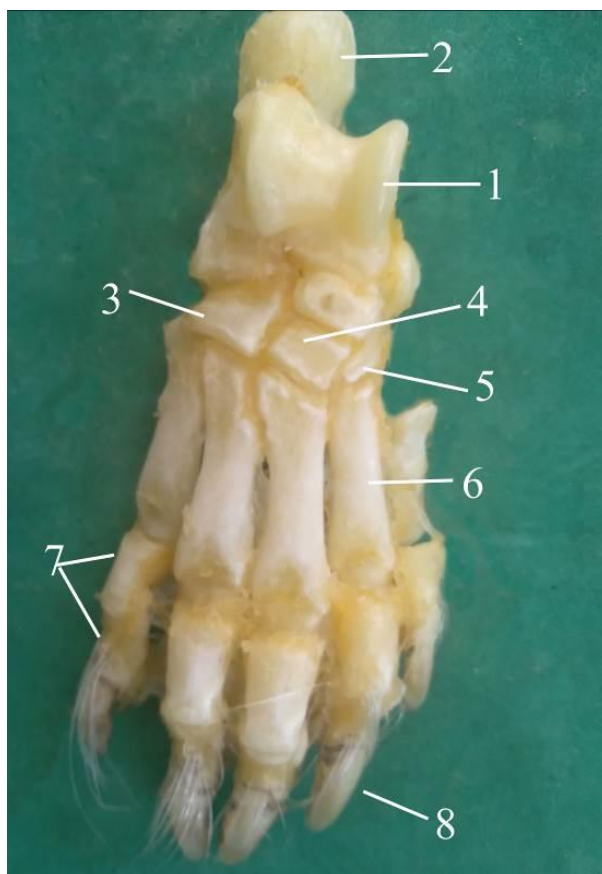


Рис. 2. Строение бедренной кости азиатского (белохвостого) дикобраза: 1 – головка; 2 – шейка; 3 – тело; 4 – блок бедренной кости; 5 – коленная чашечка; 6 – малый вертел; 7 – большой вертел; 8 – вертлужная впадина; 9 – надмыщелковая шероховатость; 10 – латеральный и медиальный мыщелки

Кости голени длиной 11,4 см представлены большеберцовой и малоберцовой костями, равными по длине. Большеберцовая кость длинная, имеет расширенный проксимальный эпифиз треугольной формы, разделенный на два мыщелка, между которыми располагается межмыщелковое возвышение с бугорками одинаковой величины. От медиального мыщелка отделяется межмыщелковый желоб для разгибателя пальцев, а с задней поверхности располагается подколенная вырезка для прикрепления одноименной мышцы. На каудальной поверхности тела большеберцовой кости видны мышечные гребешки. На более тонком дистальном конце располагается блоковидная суставная поверхность для прикрепления таранной кости, несущая два желобка, разделенных гребнем.

Длинная и тонкая малоберцовая кость на проксимальном конце имеет фасетку для прикрепления к большеберцовой кости, а на дистальном – для большеберцовой и таранной костей.

У дикобраза кости заплюсны представлены тремя рядами костей (рис. 3). В проксимальном ряду располагается пяточная кость, медиальнее ее – таранная. Пяточная кость хорошо развита, имеет тело и мышечный отросток. Последний имеет пяточный бугор. С внутренней поверхности пяточной кости располагается держатель таранной кости. Таранная кость массивная, располагается дорсомедиально, состоит из головки, шейки и блока. Головка соединяется с центральной костью, шейка короткая, а на блоке находится латеральный гребень, который сильнее развит, чем медиальный. На латеральном гребне блока имеется фасетка для малоберцовой кости. Центральная кость располагается между таранной костью и костями дистального ряда медиальнее от IV заплюсневой кости. Проксимальная поверхность центральной кости вогнутая, а дистальная несет три фасетки для I, II, III костей заплюсны.



*Рис. 3. Строение костей стопы азиатского (белохвостого) дикобраза: 1 – таранная кость; 2 – пяточная кость; 3 – центральная кость; 4–5 – заплюсневые кости; 6 – плюсневые ости; 7 – фаланги пальцев; 8 – коготь*



В дистальном ряду отмечаются четыре кости, причем IV и V срослись между собой, а I – гороховидной, II – вытянутой вверх крючковидной формы, III – располагается между центральной и плюсневой костями, IV и V – в виде столбика с проксимальной плоской фасеткой.

Костей плюсны насчитывается пять штук: III и IV – длинные, II и V – немного короче, а I – самая короткая.

Фаланги пальцев грудной и тазовой конечности сходны по строению.

**Заключение.** Выявленные закономерности структурного адаптогенеза скелета дикообраза, относящегося к семейству грызунов, характеризуются наличием стопоходящего передвижения в связи с функциональной нагрузкой на опорно-двигательный аппарат, поэтому передние конечности четырехпалые, задние – пятипалые с недоразвитым первым пальцем. Развитые пальцы снабжены мощными когтями.

Наличие морфологических особенностей строения конечностей накладывают определенную и параллельную организацию в структурной характеристике костей позвоночного столба, законы строения которого подчиняются биомеханике статолокомоторного аппарата.

Полученные результаты в значительной степени дополняют имеющиеся сведения о морфологическом строении и функциональном состоянии костей скелета азиатского (белохвостого) дикообраза, позволяют раскрыть филогенетические особенности адаптационных процессов, способствуя внесению значительного вклада в сравнительную анатомию животных.

#### Список источников

1. Маяков А.А., Шепель А.И. Определение вида и пола некоторых млекопитающих по костям таза, голени и бедра // Зоологический журнал. 1987. № 2 (66). С. 288–294.
2. Харченко Н.Н. Биология зверей и птиц. 2-е изд., стер. СПб.: Лань, 2022. 432 с.
3. Паритов А.Ю., Хакунова А.А. Эволюция: учеб. пособие. Нальчик: КБГУ, 2021. 68 с.
4. Мальцева О.Е., Ставкина Л.В., Тихая Ю.Л. Биология мелких домашних, лабораторных, диких, экзотических и зоопарковых животных: учеб. пособие. Барнаул: АГАУ, 2020. 167 с.

5. Савельева А.Ю. Практикум по анатомии декоративных и экзотических животных: учеб. пособие / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2018. 284 с.
6. Петренко Е.В. Эволюционные основы морфогенеза // Бюллетень науки. 2019. № 3 (5). С. 41–45.
7. Слесаренко Н.А., Гасангусейнова Э.К. Структурный адаптогенез скелета конечностей животных при различной статолокомоции // Известия Оренбургского ГАУ. 2013. № 5. С. 23–25.
8. Lazaridis G., Tsoukala E., Maul L.C. The earliest *Hystrix refossa*: a new Early Villafranchian record from Milia (Grevena, Macedonia, Greece) // *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*. 2019. Vol. 30. № 1. P. 12–18.
9. Шевченко Б.П., Шевченко А.Д. Трубчатые кости конечностей при различной степени двигательной активности // Известия ОГАУ. 2014. № 4 (48). С. 93–96.
10. Wang B.Y., Qiu Z.D. New *Hystrix* (Hystricidae, Rodentia) from the Neogene of Linxia Basin, Gansu, China // *Vertebrata Palasiatica*. 2020. V. 58. № 3. P. 204–220.

#### References

1. Mayakov A.A., Shepel' A.I. Opredelenie vida i pola nekotoryh mlekopitayuschih po kostyam taza, goleni i bedra // *Zoologicheskij zhurnal*. 1987. № 2 (66). S. 288–294.
2. Harchenko N.N. *Biologiya zverey i ptic*. 2-e izd., ster. SPb.: Lan', 2022. 432 s.
3. Paritov A.Yu., Hakunova A.A. `Evoluciya: ucheb. posobie. Nal'chik: KBGU, 2021. 68 s.
4. Mal'ceva O.E., Stavkina L.V., Tihaya Yu.L. *Biologiya melkih domashnih, laboratornyh, dikih, `ekzoticheskikh i zooparkovyh zhivotnyh: ucheb. posobie*. Barnaul: AGAU, 2020. 167 s.
5. Savel'eva A.Yu. *Praktikum po anatomii dekorativnyh i `ekzoticheskikh zhivotnyh: ucheb. posobie / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk*, 2018. 284 s.
6. Petrenko E.V. `Evolucionnye osnovy morfogeneza // *Byulleten' nauki*. 2019. № 3 (5). S. 41–45.
7. Slesarenko N.A., Gasangusejnova `E.K. *Strukturnyj adaptogenez skeleta konechnostej zhivotnyh pri razlichnoj statolokomocii //*

- Izvestiya Orenburgskogo GAU. 2013. № 5. S. 23–25.
8. *Lazaridis G., Tsoukala E., Maul L.C.* The earliest *Hystrix refossa*: a new Early Villafranchian record from Milia (Grevena, Macedonia, Greece) // *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*. 2019. Vol. 30. № 1. P. 12–18.
9. *Shevchenko B.P., Shevchenko A.D.* Trubchatye kosti konechnostej pri razlichnoj stepeni dvigatel'noj aktivnosti // *Izvestija OGAU*. 2014. № 4 (48). S. 93–96.
10. *Wang B.Y., Qiu Z.D.* New *Hystrix* (Hystricidae, Rodentia) from the Neogene of Linxia Basin, Gansu, China // *Vertebrata Palasiatica*. 2020. V. 58. № 3. P. 204–220.

Статья принята к публикации 27.04.2023 / The article accepted for publication 27.04.2023.

Информация об авторах:

**Людмила Владимировна Фоменко**<sup>2</sup>, профессор кафедры анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии, профессор, доктор ветеринарных наук

**Марина Вениаминовна Первенецкая**<sup>1</sup>, доцент кафедры анатомии, гистологии, физиологии и патологической анатомии, кандидат ветеринарных наук, доцент

Information about the authors:

**Lyudmila Vladimirovna Fomenko**<sup>2</sup>, Professor at the Department of Anatomy, Histology, Physiology and Pathological Anatomy, Professor, Doctor of Veterinary Sciences,

**Marina Veniaminovna Pervenetskaya**<sup>1</sup>, Associate Professor at the Department of Anatomy, Histology, Physiology and Pathological Anatomy, Candidate of Veterinary Sciences, Docent

