



Научная статья

УДК 902.652(57.2)

DOI: <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2022-3-114-130>

## Археология рабочих животных

Джессика Сик<sup>1</sup>, Грейс Кохут<sup>2</sup>, Татьяна Юрьевна Номоконова<sup>3</sup>, Анжела Роуз Ливерс<sup>4</sup>, Роберт Джастин Лозей<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Университет Саскатчеван, Саскатун, Канада

<sup>1</sup> [jhs917@mail.usask.ca](mailto:jhs917@mail.usask.ca), <https://orcid.org/0000-0003-4660-1998>

<sup>2</sup> [xch957@mail.usask.ca](mailto:xch957@mail.usask.ca), <https://orcid.org/0000-0001-8047-2208>

<sup>3</sup> [tan204@usask.ca](mailto:tan204@usask.ca), <https://orcid.org/0000-0002-8756-1681>

<sup>4</sup> [arl947@mail.usask.ca](mailto:arl947@mail.usask.ca), <https://orcid.org/0000-0003-0711-1793>

<sup>5</sup> Университет Альберта, Эдмонтон, Канада, [robert.losey@ualberta.ca](mailto:robert.losey@ualberta.ca), <https://orcid.org/0000-0003-3615-8160>

**Аннотация.** Идентификация рабочих животных является одним из наиболее перспективных направлений в зооархеологических исследованиях. Начиная с 1990-х годов, несколько исследователей пытались разработать методы и приемы, позволяющие выделить тяговых, верховых и ездовых животных по археологическим данным. В этой статье мы обобщаем три основных метода, или индикаторов скелетной активности, которые доступны в настоящее время или находятся в процессе разработки для отслеживания рабочих животных в фаунистических коллекциях в эпоху голоцена. Этими индикаторами являются патологические поражения, энтезисные изменения и геометрия поперечного сечения длинных костей. Все три подхода основаны на предпосылке, что длительная и привычная работа может проявляться на различных участках скелета животных, таких как череп и зубы, позвонки, суставные поверхности, длинные кости, некоторые предплюсны и фаланги. Их применение в качестве индикаторов активности разрабатывается путем сравнения патологических поражений, энтезисных изменений и геометрии поперечного сечения длинных костей между большими сравнительными коллекциями работающих и неработающих животных. Описание каждого метода начинается с его обзора, обсуждения многофакторной этиологии, связанной с возрастом, полом, размером тела, генетической предрасположенностью и другими ограничениями его применения, и включения примеров видов животных, на которых он был разработан и/или применен. Мы сосредоточились на примерах трех основных домашних животных – лошади (*Equus caballus*), крупного рогатого скота (*Bos taurus*) и северного оленя (*Rangifer tarandus*), которые были одними из основных рабочих животных в Сибири на протяжении эпохи голоцена.

**Ключевые слова:** зооархеология, рабочие животные, транспортные животные, палеопатология, энтезисные изменения, биомеханика кости, костная адаптация, лошадь, крупный рогатый скот, северный олень

**Благодарности:** исследование осуществлено при поддержке гранта Social Sciences and Humanities Research Council of Canada, полученного Робертом Лозей, № IG 435-2019-0706, и стипендий от отделения археологии и антропологии университета Саскатчеван, полученными Грейс Кохут и Джессикой Сик. Авторы также благодарны Ульяне Морозовской и Ольге Крюковой за их помощь в оформлении данной публикации.

**Для цитирования:** Сик Дж., Кохут Г., Номоконова Т. Ю., Ливерс А. Р., Лозей Р. Дж. Археология рабочих животных // Известия Лаборатории древних технологий. 2022. Т. 18. № 3. С. 114–130. <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2022-3-114-130>

Original article

## Archaeology of working animals

Jessica Sick<sup>1</sup>, Grace Kohut<sup>2</sup>, Tatiana Yu. Nomokonova<sup>3</sup>, Angela R. Lieverse<sup>4</sup>, Robert J. Losey<sup>5</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada

<sup>1</sup> [jhs917@mail.usask.ca](mailto:jhs917@mail.usask.ca), <https://orcid.org/0000-0003-4660-1998>

<sup>2</sup> [xch957@mail.usask.ca](mailto:xch957@mail.usask.ca), <https://orcid.org/0000-0001-8047-2208>

<sup>3</sup> [tan204@usask.ca](mailto:tan204@usask.ca), <https://orcid.org/0000-0002-8756-1681>

<sup>4</sup> [arl947@mail.usask.ca](mailto:arl947@mail.usask.ca), <https://orcid.org/0000-0003-0711-1793>

<sup>5</sup> University of Alberta, Edmonton, Canada, [robert.losey@ualberta.ca](mailto:robert.losey@ualberta.ca), <https://orcid.org/0000-0003-3615-8160>

© Сик Дж., Кохут Г., Номоконова Т. Ю., Ливерс А. Р., Лозей Р. Дж., 2022

**Abstract.** Identification of working animals has been one of the most promising recent directions in zooarchaeological studies. Since the 1990s, several researchers have attempted to develop methods and techniques to distinguish draught, ridden, and sled-pulling animals from the archaeological record. In this article, we summarize three main methods, or skeletal activity indicators, that are currently available or in the process of being developed to trace working animals in Holocene faunal assemblages. These indicators are pathological lesions, enthesal changes, and cross-sectional bone geometry. All three approaches are grounded in the premise that long-term and habitual work can manifest on various regions of animal skeletons such as skulls and teeth, vertebrae, joint surfaces, long bones, some tarsals, and phalanges. Their applications as activity indicators are developed by comparing pathological lesions, enthesal changes, and long bone cross sectional geometry between larger sets of working and non-working animals. Description of each method starts with its introduction, discussion of multifactorial etiology related to age, sex, body size, genetic predisposition, and other limitations of its application, and inclusion of species examples that it has been developed on and/or applied to. We focus here on examples from three major domestic animals, horse (*Equus caballus*), cattle (*Bos taurus*), and reindeer (*Rangifer tarandus*), which have been some of the main working animals in Siberia throughout the Holocene.

**Keywords:** zooarchaeology, working animals, transport animals, paleopathology, enthesal changes, bone biomechanics, bone adaptation, horse, cattle, reindeer

**Acknowledgements:** funding for this project was provided by grant from the Social Sciences and Humanities Research Council of Canada to Robert Losey (IG 435-2019-0706) and the Department of Archaeology and Anthropology of the University of Saskatchewan to Grace Kohut and Jessica Sick. Authors would like to thank Uliana Morozovskaia and Olga Kriukova for their help in preparing this publication.

**For citation:** Sick J., Kohut G., Nomokonova T. Yu., Lieverse A. R., Losey R. J. (2022) Archaeology of working animals. *Izvestiya Laboratorii drevnikh tekhnologii = Reports of the Laboratory of Ancient Technologies*. Vol. 18. No. 3. P. 114-130. (In Russ.). <https://doi.org/10.21285/2415-8739-2022-3-114-130>

## Введение

Изучение того, как животные использовались для таких видов деятельности, как тяговая работа, верховая езда и перевозка грузов, может быть очень информативным в отношении того, как люди использовали труд животных в прошлом. Такие исследования, как правило, основаны на находениях артефактов из археологических комплексов. Например, свидетельства участия животных в транспортировке в Сибири включают изображения такой деятельности в произведениях искусства и остатки самих технологий, связанных с транспортировкой. В некоторых случаях такие свидетельства являются наиболее убедительными данными о подобной практике, но в других случаях они неоднозначны.

Одним из наиболее исследуемых данной тематикой в этом направлении является обсуждение начала и распространение ездового собаководства в Сибири. Собаки как первые домашние животные, вероятно, были и первыми животными, которые участвовали в транспортировке. Более убедительные доказательства участия собак в езде связаны с присутствием остатков собак вместе с деталями нарт и упряжи. Самое раннее совместное нахождение остатков собак и частей нарт в мире – это на Жоховской стоянке, расположенной в арктической зоне Республики Саха (Питулько, Каспаров, 2016; Pitulko,

Kasparov, 2017) и датированной ~9000 лет назад, где найдены несколько собак и деревянный полоз от нарт (Pitulko, Kasparov, 1996). Фрагмент полозьев имеет длину чуть более метра и легкую конструкцию, что позволяет предположить, что это часть нарт, предназначенных для перевозки относительно легких грузов по глубокому снегу и, возможно, тянувшихся с небольшой скоростью как людьми, так и собаками.

Одним из наиболее ярких примеров нахождения артефактов, связанных с развитием ездового собаководства и оленеводства, является Усть-Полуй, сакрально-производственный комплекс позднего голоцена, расположенный в Ямало-ненецком автономном округе северо-западной Сибири. Здесь были найдены части нескольких деревянных нарт, остатки более 125 собак и большое количество деталей вертлюгов (Гусев, 2014). Некоторые из вертлюгов исторически ассоциируются с упряжью ездовых собак (Losey et al., 2018) и северных оленей (Losey et al., 2020). Другие артефакты с Усть-Полуя представлены предметами из рога оленя L-образной формы, похожие формы которых до сих пор используются ненцами и северными хантами данного региона для оленьих упряжек (Гусев, 2014; Losey et al., 2020).

В данной статье рассматриваются три метода, разработанные для идентификации рабочих живот-

ных по зооархеологическим материалам: палеопатологические признаки, энтезисные изменения и геометрия поперечного сечения кости. Каждый метод начинается с краткого описания его применения, обсуждения этиологии показателей (такие как возраст, пол, размер тела и другие факторы), и изложения преимуществ и недостатков этих подходов. Важная цель данной работы также – демонстрация как эти методы могут применяться к видам животных, часто используемых в прошлом как рабочих животных в Сибири (лошадь, крупный рогатый скот и северный олень). Особое внимание уделяется описанию частей скелетов от этих животных и их элементов, которые могут быть найдены во время археологических раскопок.

### Палеопатология

Наиболее распространённым методом по выявлению рабочих животных является изучение патологических повреждений на остатках животных из археологических раскопок. Длительная и привычная работа может проявляться в виде повреждений на различных частях скелета, таких как дистальные конечности, позвонки, лопатки, тазобедренные суставы, черепа и даже зубы. В данном разделе рассматриваются палеопатологические повреждения, которые использовались различными исследователями для идентификации рабочих животных из археологических объектов (Bendrey, 2014. P. 260).

Определить, использовалось ли животное для тяги, езды или перевозки нарт и грузов, а также интенсивность такого использования, не так просто, поскольку многие из повреждений, связанных с такой деятельностью, имеют многофакторную этиологию, что затрудняет уверенность в определении причинно-следственной связи. Животные в биомеханическом плане не приспособлены для такой работы; они эволюционировали, выполняя свои естественные движения и поведение без физического напряжения, связанного с тягой или переносом избыточного веса (Bartosiewicz, 2008. P. 154; Levine et al., 2005. P. 154; Salmi et al., 2020a. P. 50; Thomas et al., 2018). Даже одомашненные виды животных недостаточно изменились в результате искусственного отбора, чтобы быть оптимизированными для работы, управляемой человеком. Кроме того, многие повреждения, связанные с работающими животными,

также имеют другие факторы, такие как возраст, половой диморфизм, окружающая среда и генетическая предрасположенность, которые влияют на их выражение и могут быть неправильно истолкованы как признаки трудовой эксплуатации (Urex, Dobney, 2012). Частота и тяжесть поражений, имеющих у неработающих животных, служат контрольным образцом для сравнения с животными, о которых известно, что они работали. Характер повреждений у неработающих животных иллюстрирует то, что можно ожидать от нормальной деятельности в течение жизни. Поэтому различная частота и тяжесть поражений, показанная на скелетах известных рабочих животных, отражает потенциальные показатели трудовой эксплуатации, и эти показатели можно искать на археологических остатках животных (Flensburg, Kaufmann, 2012; Taylor et al., 2015; Thomas et al., 2018).

Некоторые виды животных были более тщательно изучены на предмет тягловой силы, верховой езды и повреждений, связанных с грузом, чем другие. В Сибири несколько видов животных использовались для работы, включая лошадь (*Equus caballus*), северного оленя (*Rangifer tarandus*), крупный рогатый скот (*Bos taurus*), собаку (*Canis lupus familiaris*), верблюда (*Camelus bactrianus*) и яка (*Bos grunniens*). В то время как лошади, крупный рогатый скот и северные олени привлекали внимание в палеопатологических исследованиях, другие одомашненные животные либо недостаточно изучены, либо повреждения не оказались хорошими индикаторами в этом отношении (напр., Izeta, Cortés, 2006; Defrance, 2010; Labarca, Gallardo, 2015). Характер повреждений на скелете, используемый для идентификации одного вида рабочих животных, может не подходить для других, и может быть специфичным для вида, оборудования и характера выполняемой работы. Например, у собак не обнаружено таких связей между активностью и патологическими поражениями, которые точно разграничивают рабочих и неработающих особей. Latham и Losey (Latham, Losey, 2019) исследовали, была ли большая частота встречаемости деформирующего спондилеза у ездовых собак. Их исследования показали что это заболевание было многофакторным и возникало с одинаковой частотой как у ездовых собак так и волков, с не-

сколько большей частотой встречаемости у не рабочих собак пожилого возраста.

### *Equus caballus*

Известно, что скелеты лошадей имеют ряд патологических поражений, связанных с верховой ездой и использованием их как тягловой силы. Большая часть литературы посвящена поражениям черепа, нижней челюсти, зубов и позвоночника (рис. 1.1). В черепе и нижней челюсти могут наблюдаться патологические показатели рабочей деятельности, связанные с использованием удил и напряженной работой. Удила располагаются в диастеме рта лошади в пространстве между резцами или клыками и премолярами. Их присутствие и движение вызывает раздражение в местах, зависящих от типа используемых удил. Было показано, что удила прямой формы, сидящие на диастеме нижней челюсти, стимулируют образование новой кости и уменьшение потери костной ткани на дорсальной поверхности диастемы нижней челюсти у лошадей из Великобритании железного века (Bendrey, 2007). Bendrey (Bendrey, 2007. P. 1043–44) разработал систему оценки этих повреждений на диастеме, в которой «пальпируемые небольшие новые костеобразования (прерывистые изменения) или непрерывные незначительные изменения» (степень 2) или любая степень потери костной ткани отличают лошадь, которая была взнуздана, от той, которая не была взнуздана. Эти изменения могут отражать то, насколько сильное давление оказывалось на лошадь. Аналогичным образом было высказано предположение, что удила вызывают повреждения твердого неба, иногда достаточно серьезные, чтобы вызвать перфорацию кости, как это наблюдалось у византийских лошадей, найденных в Стамбуле (Onar et al., 2012).

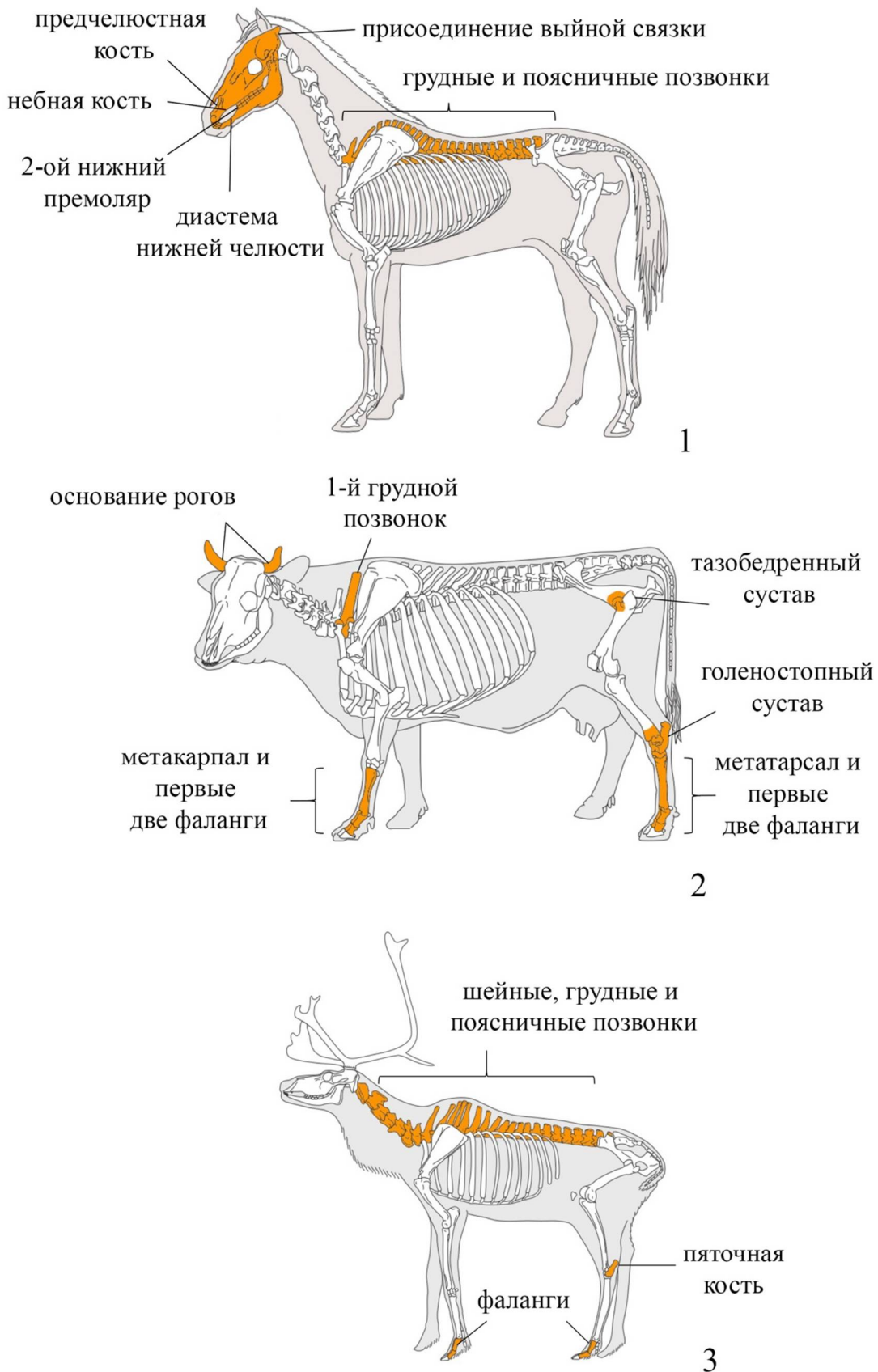
Использование удил также изнашивает и повреждает зубной ряд, особенно второй премоляр нижней челюсти. Прямоугольная область износа мезиального края этого зуба (более 5 мм в высоту) использовалась в качестве индикатора износа коронки, в отличие от нормального износа от пережевывания пищи (Bendrey, 2007). Скос на мезиально-окклюзионном углу этого коренного зуба также может указывать на жевательное поведение или преднамеренное скрежетание (для предотвращения се-

резных сколов и трещин), но также может быть результатом неправильного прикуса. Более выраженный износ зубов может произойти, если лошадь обычно крепко держала удила между верхними и нижними зубами, что приводило к износу окклюзионной поверхности вторых премоляров (Bartosiewicz, Gál, 2013. P. 134).

Изменение морфологии черепа было связано с поведением при езде и прогулках, как это наблюдается у лошадей в Монголии (Taylor et al., 2015) и Китае (Li et al., 2020). Считается, что медиальные и латеральные бороздки, присутствующие на дорсальной границе предчелюстной кости, развиваются в результате активности мышц и хрящей при расширении их ноздрей (Taylor et al., 2015. P. 859). Точно так же может развиваться более выраженное прикрепление затылочной связки с увеличением движений шеи и головы, связанных с верховой ездой; однако ее этиология сложна: пожилой возраст и повышенный поведенческий стресс вызывают аналогичные явления (Taylor et al., 2015. С. 857–58).

Позвонки лошади особенно подвержены повреждениям, вызванным давлением веса наездника, что может привести к развитию остеофитов на грудных позвонках по латеральным и вентральным краям тела позвонка, а также на суставных отростках и рядом с ними (околосуставные остеофиты) (Levine et al., 2005). Поскольку на остистые отростки приходится большая часть веса наездника, у них развиваются сталкивающиеся или перекрывающиеся дистальные концы, которые начинают соприкасаться и перекрываться с соседними остистыми отростками (Levine et al., 2005. P. 104). Вышеупомянутые поражения также связаны с врожденными состояниями или естественным процессом старения; однако верховая езда, по-видимому, ускоряет эти процессы. Напротив, горизонтальные трещины (ориентированные медиолатерально) на эпифизах тел позвонков, по-видимому, не развиваются естественным образом у нерабочей лошади. Предполагается, что горизонтальные трещины возникают из-за плохо подогнанных седел и прыжков с лошади во время верховой езды (Levine et al., 2005. P. 98).

Более тяжелые проявления остеофитов могут перерасти в анкилоз или слияние двух или более позвонков с некоторыми тяжелыми состояниями, наблюдаемыми в археологических останках (Fribus



**Рис. 1. Примеры частей и элементов скелетов рабочих животных с возможными индикаторами патологий:**  
 1– лошадь; 2– крупный рогатый скот; 3– северный олень  
**Fig. 1. Examples of skeletal body parts and elements of working animals with possible pathological indicators:**  
 1– horse; 2– cattle; 3– reindeer

et al., 2019; Janeczek et al., 2014; Onar et al., 2012). Marković и коллеги (Marković et al., 2019) предостерегают от путаницы этих поражений с ДИСГ (диффузный идиопатический скелетный гиперостоз) заболеванием, которое аналогичным образом вызывает слияние позвонков, но, по-видимому, не имеет этиологии, связанной с использованием тяги. То, как использовались лошади, оказывает большое влияние на то, как патологические состояния могут проявляться на позвонках. Как и ожидалось, у лошадей, которые тянули колесницы или аналогичные транспортные средства, наблюдалась более низкая частота поражений и очень редко встречались горизонтальные трещины на эпифизах и столкновении остистых отростков (Li et al., 2020. P. 29572). Ездовых лошадей можно отличить от животных тянущих колесниц по этой разнице в частоте встречающихся поражений.

#### *Bos taurus*

Крупный рогатый скот имеет обширную историю использования человеком тягловой силы. Таким образом, значительное количество исследований было сосредоточено на выявлении остеологических свидетельств рабочего скота. Показаниями к тягловым работам являются скелетные поражения дистальных отделов конечностей, тазобедренного сустава, роговых стержней и первого грудного позвонка (рис. 1.2). Необходимо учитывать альтернативные или осложняющие факторы развития патологических состояний, включая возраст, массу тела, генетическую предрасположенность, питание, окружающую среду, укрытие, дальние поездки и ветеринарную помощь (Holmes et al., 2021; Rassadnikov, 2021; Telldahl, 2012).

Кольцевидные углубления у основания роговых стержней были интерпретированы как свидетельство того, что ярма фиксируются на рогах, оказывают давление и стимулируют адаптивное ремоделирование рогов (Bartosiewicz et al., 1997. P. 12, 72; Bartosiewicz, Gál, 2013. P. 131–132; Milisauskas, Kruk, 1991; Thomas et al., 2018). Однако известно, что подобные углубления также развиваются на сердцевинах рогов нерабочего крупного рогатого скота. Thomas и коллеги (Thomas et al., 2018) приводят пример дикого быка в возрасте не менее 10 лет на момент смерти, у которого было похожее кольцеобразное углубление. Это животное никогда не работало. Этиология этого поражения может быть аналогична углублениям в виде

«отпечатков пальцев», представляющих собой локальную резорбцию костных минералов, обнаруженных у ряда домашних и диких полорогих (Thomas et al., 2018. P. 142). Было высказано предположение, что подобный отпечаток на первом грудном позвонке вызван давлением хомутов, лежащих на шее и плечах (Bartosiewicz et al., 1997. P. 12; De Cupere et al., 2000. P. 255). В отличие от лошадей, патологические дефекты позвоночника не распространены у рабочего крупного рогатого скота (Bartosiewicz, 2008. P. 156–157), хотя скручивающая деформация позвоночника может указывать на то, что такие животные были частью команды, постоянно стоявшей либо справа, либо слева от плуга (Urex, Dobney, 2012. P. 199–200).

Поскольку примерно 2/3 массы тела крупного рогатого скота приходится на передние конечности, в пястных костях легче развивается асимметрия (Bartosiewicz et al., 1993; Groot, 2005; Rassadnikov, 2019). Элемент становится более широким и прочным, с большей минеральной плотностью и более толстой кортикальной костью в медиальной части диафиза. Это состояние развивается с пожилым возрастом и усугубляется с увеличением массы тела и повышением физической активности. Крупный рогатый скот, естественно, имеет высокую склонность к патологическим дефектам в дистальных отделах конечностей, особенно в передних конечностях, на которые приходится примерно 2/3 их массы тела (Bartosiewicz et al., 1993; Bartosiewicz, 2008. P. 160–161). Эти поражения включают экзостоз, анкилоз, периартикулярные ткани и эбурнеацию и наблюдались у тягловых быков, дикого крупного рогатого скота и туров (Thomas et al., 2021. P. 88). Однако крупному рогатому скоту, который использовался для тягловой работы, требуется больше биомеханической силы, чтобы продвигаться вперед задними конечностями (Bartosiewicz et al., 1997. P. 157; Holmes et al., 2021. P. 265), особенно при наборе начального импульса при вытягивании тяжелого груза (Bartosiewicz, Gál, 2013. P. 152).

Таким образом, повышенная частота поражений элементов задних конечностей наводит на мысль о наличии тяглового скота (Bartosiewicz, 2008. P. 156, 162; Bartosiewicz, Gál, 2013. P. 152). Эта закономерность была продемонстрирована с использованием метода расчета патологического индекса, разработанного Bartosiewicz и коллегами (Bartosiewicz et al.,

1997), который количественно определяет наличие и тяжесть поражений фаланг и метаподий между особями, облегчая сравнение как внутри одной популяции, так и между несколькими популяциями животных (также см. в Holmes et al., 2021). Применительно к целому комплексу остатков животных из археологических раскопок этот метод помогает увидеть более широкие тенденции частоты, серьезности и распределения поражений. Однако следует учитывать практику управления стадом нерабочего скота. Наличие крова, проезд на пастбище, ветеринарная помощь и диеты, способствующие быстрому набору веса, также способствуют развитию патологических поражений, которые совпадают с тем, что наблюдается у рабочего скота (Rassadnikov, 2021).

Повышенная тяжесть работы, выполняемой задними конечностями, также исследуется при заболевании тазобедренного сустава, когда развиваются поражения головки бедренной кости и вертлужной впадины (Bartosiewicz et al., 1997. P. 12; Groot, 2005). Однако Thomas и коллеги (Thomas et al., 2021. P. 85) описывают проблемы связи заболевания тазобедренного сустава с тяжелой работой. Болезням тазобедренного сустава способствуют и другие факторы, помимо использования как тягловой силы, такие как возраст, пол, масса тела и методы управления. Такие поражения возникают нечасто, что очень затрудняет идентификацию рабочих животных, за исключением только экстремальных случаев их проявления.

#### *Rangifer tarandus*

Олени занимают различные видами деятельности, включая, транспортировку нарт, перевозку грузов на спине, верховую езду и гонки на нартах (Номоконова и др., 2020; Salmi et al., 2020b). Патологические поражения позвоночника чаще обнаруживаются у работающих северных оленей (рис. 1.3). В исследовании с участием 26 работающих (тянущих, несущих и участвующих в гонках) северных оленей и 108 скелетов неработающих северных оленей из Скандинавии и Сибири, рабочие северные олени показали более высокие патологические индексы заболеваний суставов шейных, грудных и поясничных позвонков (Salmi et al., 2020b). Нижние шейный и грудной позвонки показали заболевание суставов у двух финских северных оленей (участвующие в гонках, но не ездовые особи), что позволяет предположить, что

сила от упряжи способствовала возникновению заболевания на позвоночнике животных. У северных оленей из Сибири, которые работали в течение их жизни с документированной активностью, были некоторые деформированные остистые отростки на позвонках, возможно, вызванные асимметричной упряжью, и остеофиты развились на краях тел позвонков (Salmi et al., 2020a. P. 51). Эти повреждения могут быть вызваны верховой ездой. Другой пример был обнаружен у одного северного оленя, на котором ездил человек большого веса, у которого был анкилоз четырех грудных (T9-12) позвонков (Salmi et al., 2020b. P. 63).

Патологические поражения преобладают на дистальных костях конечностей, включая фаланги, метаподии и пяточные кости, которые были идентифицированы как индикаторы рабочего северного оленя (рис. 1.3). Патологический индекс применялся для анализа поражений фаланг и метаподий северных оленей и был расширен для регистрации поражений позвонков, таза и длинных костей (Salmi et al., 2020b. P. 60). Для особей из Северной Скандинавии и Сибири, которые, как известно, тянули нарты, исследователи обнаружили, что фаланги передних конечностей демонстрируют более значительные патологические изменения по сравнению с задними конечностями (Номоконова и др., 2020; Salmi et al., 2020b; Salmi et al., 2021. P. 6).

Кроме того, неравномерный рост новой кости на каудальной стороне пяточной кости северного оленя из Ярты 6, расположенного на полуострове Ямал в Ямало-ненецком автономного округе северо-западной Сибири, мог быть вызван производственной травмой (Номоконова и др., 2020). Хотя этиология этого случая не определена, пяточная кость может быть повреждена при случайном ударе нарт в заднюю часть ноги. Salmi и коллеги (Salmi et al., 2020b. P. 61) также наблюдали высокую частоту поражений пяточной и таранной костей, но была доступна лишь относительно небольшая выборка этих элементов, всего от 4 оленей.

#### **Энтезисные изменения**

Второй метод определения рабочих животных сосредотачивается на морфологических изменениях энтезов (мест прикрепления мышц и связок к костям), называемых энтезисными изменениями (ЭИ). В процессе сокращения мышц для совершения движения,

энтезы рассредоточивают механическое напряжение по кости, тем самым распределяя силу более эффективно (Benjamin et al., 2002; Benjamin et al., 2006). ЭИ являются непатологическим отражением формирования и разрушения костей, которые могут создавать шероховатости, костные гребни, полости и/или пористость (Foster et al., 2014; Hawkey, Merbs, 1995; Henderson, Nikita, 2016). Интерпретация ЭИ основана на концепции функциональной адаптации костей, в которой архитектура скелета отражает механическую нагрузку в течение жизни (Ruff et al., 2006; Wolff, 1986). Согласно данному предположению, ЭИ, имеющие больше морфологических изменений, приписываются к более высокому уровню физической активности. Такие исследования разработаны для выявления моделей физической активности по археологическим данным (напр., Jurmain et al., 2012; Salmi, Niinimäki, 2016). Этот подход довольно часто применяется в исследованиях древних останков людей (см. Сик и др. в печати для полного обзора ЭИ методик и обсуждения факторов, влияющих на энтезисную морфологию), но только относительно недавно начал рассматриваться как потенциал для определения ездовых и транспортных животных в зооархеологии. В данном разделе описываются начальные наработки по применению ЭИ методов к северным оленям и лошадям как новый способ изучения взаимоотношений человека и животных в прошлом.

Первые два исследования были проведены Niinimäki и Salmi (Niinimäki, Salmi, 2016), а позднее Salmi и Niinimäki (Salmi, Niinimäki, 2016), по ЭИ северных оленей. Они изучили влияние визуального подхода ЭИ, модифицированного из методов описанных в Villotte и коллеги (Villotte et al., 2010) и метода Коимбра (Henderson et al., 2013; Henderson, Nikita, 2016). В первом исследовании изучались патологические поражения и ЭИ у четырех самцов современных тягловых северных оленей из Сибири с известной историей гонок, езды и тяги нарт (Niinimäki, Salmi, 2016; Salmi et al., 2021). Хотя в данном случае размер выборки был слишком мал, чтобы установить связь между видами деятельности, в более поздней публикации авторы расширили свое исследование, включив в него остатки неработающих диких северных оленей с Финляндии и из зоопарка (табл. 1) (Salmi, Niinimäki, 2016). Исследователи обнаружили, что локтевые сгибатели у крупных диких самцов северных

оленей показали более высокие показатели ЭИ, чем у оленей из зоопарка, что они объяснили различиями в поведении при кормлении (Salmi, Niinimäki, 2016). К примеру, дикие животные в течение всей зимы неоднократно копались в снегу, чтобы полакомиться лишайником, в то время как олени из зоопарка, которых кормили люди, этого не делали (Niinimäki, Salmi, 2016). Авторы также обнаружили у оленей из зоопарка больше ЭИ в подлопаточной мышце, что связано с задействованием плечевого аппарата при длительном стоянии на месте (Hull et al., 2020).

Salmi и коллеги (Salmi et al., 2020b) в более масштабном исследовании применили тот же метод оценки к рабочим оленям, используемым для тяги и езды, и к оленям, используемым для гонок с нартами в Финляндии (табл. 1). У этих оленей они обнаружили более высокие показатели в местах прикрепления трицепса (проксимальный отдел плечевой кости), который работает для того, чтобы перенести вес тела через плечевой сустав, воздействуя на эту мышцу при переносе дополнительного веса (Salmi et al., 2020b). В задней конечности показатели ЭИ проксимального отдела бедра (особенно мышц, отвечающих за сгибание бедра и колена) были значительно выше у рабочих оленей, что объясняется диапазоном движения, необходимым для большей скорости в гонках. В целом, они обнаружили более высокие показатели ЭИ у рабочих оленей по мышцам, используемым для разгибания и сгибания плечевых, тазобедренных и коленных суставов, что может свидетельствовать о различных видах деятельности, связанных с тягой, переноской и гонками (Salmi et al., 2020b).

Хотя северные олени являются основным видом, изучаемым в исследованиях ЭИ животных, Bindé и коллеги (Bindé et al., 2019) провели также исследование на представителях семейства лошадиных. Они проанализировали остатки животных, содержащихся в неволе, но не работавших лошадью, ослов и зебр с использованием протоколов, модифицированных из Villotte и коллеги (Villotte et al., 2010), метода Коимбра (Henderson et al., 2013; Henderson, Nikita, 2016) и метода, созданного Niinimäki и Salmi (Niinimäki, Salmi, 2016). Исследование проводилось именно на нерабочих животных, так как целью данной работы было установление исходного уровня энтезисной вариации и влияния возраста и пола на аппендикулярный скелет путем ранжирования ЭИ по



**Таблица 1. Коллекции современных рабочих и нерабочих животных, используемых для разработки энтезисных методов**

**Table 1. Collections of modern working and non-working animals used to develop entheses methods**

Авторы	Вид животных	Пол	Возраст	История животных	# особей
Salmi, Niinimäki (2016)	<i>Rangifer tarandus</i> из Сибири	Самцы	5,5 и 11–13 лет	рабочие	4
Niinimäki, Salmi (2016)	<i>R. tarandus</i> , <i>R. fennicus</i> ) и гибриды ( <i>R. tarandus</i> x <i>R. fennicus</i> )	Самцы (18), Самки (36)	2–10, в среднем 3,5–4,5 лет	2 рабочих и 51 нерабочих	53
Salmi и др. (2020b)	<i>R. tarandus</i> , <i>R. fennicus</i> , гибриды	Самцы	3-10 лет	26 рабочих и 50 нерабочих	81
Niinimäki, Salmi (2021)	<i>R. tarandus</i> , <i>R. fennicus</i> , гибриды	Самцы и самки	2–10, в среднем 3,5–4,5 лет	нерабочие	53
Bindé et al. (2019)	<i>Equus caballus</i> , лошадь Пржевальского ( <i>E. caballus przewalskii</i> ), осел ( <i>E. asinus</i> ), мул ( <i>E. asinus</i> x <i>E. caballus</i> ), зебра ( <i>E. grevyi</i> , <i>E. burchelli</i> )	Самцы (20), Самки (19)	50 дней до 20 лет	нерабочие	39

нескольким категориям (Bindé et al., 2019). Как и в случае северных оленей, результаты показали, что и возраст, и пол являются значительными смешанными биологическими переменными. Пожилые особи (16 лет и старше) имели более высокие показатели для одних энтезов, но не для других. Что касается половых различий, то самцы показали более высокие показатели ЭИ для большинства мышц, чем самки (Bindé et al., 2019). Интересно, что изменения двух энтезов на плечевой кости не зависели ни от возраста, ни от пола и демонстрировали лишь незначительные различия, что указывает на то, что эти энтезы могут быть ценным индикатором активности в зооархеологических остатках этих животных (Bindé et al., 2019).

Что касается смешанных факторов, влияющих на морфологию ЭИ, то в исследованиях на оленях и лошадях, было установлено, что возраст, пол и размер тела оказывают значительное влияние, хотя и по-разному (если учитывать анатомические различия между видами животных). Было показано, что возраст оказывает значительное влияние на этиологию ЭИ, что совпадает с результатами исследований на людях, в которых отмечается тенденция к усилению ЭИ у пожилых людей (Henderson, Nikita, 2016; Mariotti et al., 2004; Mariotti et al., 2007; Villotte et al., 2010). Данное явление можно объяснить кумулятивным эффектом использования мышц, механической перегрузкой, острыми случаями физической травмы и

резорбцией костной ткани в результате естественного процесса старения (Villotte et al., 2010). Поскольку возраст, по-видимому, оказывает одинаковое влияние на лошадей и северных оленей, Bindé и коллеги (Bindé et al., 2019) предостерегают от включения в анализ более старых особей, возраст которых неизвестен, поскольку это может привести к искажению результатов анализа ЭИ. Размер тела также оказывает значительное влияние, поскольку во всех исследованиях распределение баллов ЭИ было в пользу более крупных самцов (Bindé et al., 2019; Niinimäki, Salmi, 2016; Niinimäki, Salmi, 2021; Salmi, Niinimäki, 2016; Salmi et al., 2021).

Хотя многомерный анализ помогает разделить влияние этих факторов на энтезисную морфологию, необходимо учитывать и другие ограничения, такие как взаимосвязанная природа полового диморфизма и размера тела (Bindé et al., 2019; Niinimäki, 2012). Niinimäki и Salmi (Niinimäki, Salmi, 2021) отмечают, что измерения для оценки пола у северных оленей смещены с оценкой веса из-за полового диморфизма, предполагая, что оценка пола отражает размер тела, а не гормональные различия. Кроме того, самцы в двух исследованиях северных оленей (Niinimäki, Salmi, 2016; Salmi et al., 2021) были кастрированы, в то время как другие - нет. Несмотря на то, что все крупные особи были представлены исключительно самцами, гормональные различия в этой выборке могут иметь определённое влияние на вариации ЭИ

(Niinimäki, 2012). Другие потенциальные факторы, которые необходимо учитывать при адаптации методов ЭИ к исследованиям на животных, могут включать различия в средней продолжительности жизни между видами или влияние двуногой и четвероногой локомоции на ЭИ (Ruff et al., 2006). Более того, анатомические отличия от человека, по-видимому, по-разному отражают вариации ЭИ, что подтверждается наблюдениями за некоторыми энтезами у лошадей и северных оленей, которые демонстрируют большую вариативность, чем типичную для человека (Benjamin, McGonagle, 2009; Bindé et al., 2019).

Несмотря на эти, взаимосвязывающие факторы, применение методов ЭИ к оленям и лошадям выявляет некоторые преимущества по сравнению с применением этих методов к людям. Например, исследования ЭИ, как правило, отражают общую интенсивность и продолжительность механической нагрузки на энтезы, которая затем приписывается более конкретным видам физической активности (Lieverse et al., 2013). Эти виды деятельности легче анализировать у рабочих животных, поскольку их работа лучше описана, более специфична и обычно длится всю жизнь (Salmi et al., 2021). Например, северные олени, используемые для тяги нарт, обычно начинают работать до наступления полового созревания и, как правило, выполняют такую работу на протяжении всей жизни, тогда как человеческие профессии и виды деятельности отследить сложнее из-за их высокой переменчивости (Alves Cardoso, Henderson, 2013; Salmi et al., 2021). В целом, исследования ЭИ среди животных показали преимущества реконструкции прошлой деятельности работающих животных и помощь в расширении знаний об отношениях человека и животных в прошлом, особенно в вопросах, связанных с началом использования транспортных животных, их социальной и экономической роли и многокилометровых миграций (Salmi et al., 2021).

### **Геометрия поперечного сечения костей**

Третий метод определения рабочих животных связан с анализом геометрии поперечного сечения костей (ГПСК). Этот подход имеет обширную историю, более понятную методологию и более четкую связь с активностью (Jurmain et al., 2012; Ruff et al., 2006). Поперечные сечения длинных костей используются для прямого измерения прочности и жесткости ко-

стей и, соответственно, нагрузки, к которой кости адаптировались в течение жизни (Ruff et al., 2006). Например, такие исследования поперечных срезов показали прямую связь между пластичностью костей и их реакцией на контролируемую человеком деятельность у ослов (Shackelford et al., 2013). Кроме того, новые исследования типов популяций северных оленей, выращенных человеком, и диких оленей расширили использование методов ГПСК не только для оценки эффективности методов подсчета баллов ЭИ (Niinimäki, Salmi, 2021), но и для демонстрации их потенциала как ценного индикатора изменений в отношениях человека и животных с течением времени (Pelletier et al., 2021).

Pelletier и коллеги (Pelletier et al., 2021) утверждают, что количественный анализ, такой как 2D-геометрия и морфометрия, позволяет сравнивать свойства ГПСК между видами и подвидами животных, что даёт возможность выявить различное влияние локомоции на структуру, включая такие параметры, как размер тела, пол и привычную активность. Авторы исследования изучили поперечные сечения 89 свободно живущих, 28 неработающих и 20 работающих северных оленей, заметив некоторые интересные тенденции. Они обнаружили, что у неработающих и свободно живущих оленей (но содержащихся в неволе зимой) масса тела увеличилась, размер тела уменьшился, а поперечные сечения кортикальной части кости были толще, чем у диких оленей. Авторы объяснили это различиями в поведении, связанном с питанием и локомоцией. К примеру, дикие олени добывают лишайник в снегу, а оленям в неволе требуется более хорошая поддержка туловища, чтобы стоять неподвижно в течение длительного времени (Pelletier et al., 2021; Salmi, Niinimäki, 2016; Salmi et al., 2020a; Salmi et al., 2020b). Такие изменения обычно начинаются в неполовозрелом возрасте, когда рост костей наиболее восприимчив к активности (Jurmain et al., 2012; Niinimäki, Salmi, 2021). Авторы утверждают, что будущие исследования с использованием ГПСК у неполовозрелых животных могут оказаться полезным инструментом для реконструкции активности в зооархеологии (Pelletier et al., 2021).

Учитывая взаимосвязанную природу ГПСК и ЭИ в функциональной адаптации костей и лучшее понимание свойств ГПСК, авторы использовали ГПСК в исследованиях ЭИ у человека, чтобы лучше понять их

взаимосвязанность с активностью, а также проверить эффективность методик ЭИ (Niinimäki, 2012; Michopoulou et al., 2015; Michopoulou et al., 2017). Niinimäki и Salmi (Niinimäki, Salmi, 2021) проанализировали поперечные сечения и ЭИ у 50 диких лесных оленей, домашних вольных оленей и оленей из зоопарка. Они обнаружили, что образование костной ткани почти на каждом исследованном энтезе было положительно связано со значениями ГПСК, что подтверждает их связь с предыдущими исследованиями на людях (Niinimäki, Salmi, 2021; Pelletier et al., 2021). Кроме того, они обнаружили, что энтезы на плечевой кости эффективно выделяют различные группы оленей на основе уровней их активности, которые ни размер, ни возраст не могут полностью объяснить. Данный результат позволил предположить, что активность является основным фактором, приводящим к данным наблюдениям (Niinimäki, Salmi, 2021; Salmi et al., 2020b). Как и Bindé и коллеги (Bindé et al., 2019), Niinimäki и Salmi также отметили, что нормальная энтезисная морфология у северных оленей отличается от таковой у людей, что также может вызвать ложное отклонение или принятие энтеза в связи с активностью на основе визуального наблюдения (Niinimäki, Salmi, 2021). Для борьбы с этим они предлагают использовать методы, характерные для каждого энтеза, и всегда учитывать потенциальные межвидовые различия. Они подчеркивают, что хотя эти результаты считаются предварительными из-за косвенной природы их интерпретации, они оптимистичны в использовании этих методов и призывают будущие исследования такого рода рассматривать ГПСК как вспомогательный или альтернативный метод реконструкции активности в останках животных.

### Заключение

Идентификация рабочих животных как ездовых или транспортных является одной из самых сложных задач в зооархеологических исследованиях. Такая идентификация основана на предпосылке, что интенсивное использование животных для верховой езды или при перевозке груза и тяги нарт должно оставлять следы на определенных элементах скелета. Такие следы отражаются биомеханическими нарушениями и изменениями и связаны с высокой степенью двигательной активности и механического стресса в местах прикрепления мышц и сухожилий к костям и в

виде поражений. Данные исследования также осложняются мультифакторной этиологией, так как болезни, травмы и энтезисные изменения также ассоциируются и зависят от возраста и пола животного, размера тела, генетической предрасположенности, окружающей среды (особенно холодного климата) и других факторов. Например, большинство исследований не рекомендуют работу с рабочими животными старше 10-12 лет в этом направлении, так как возраст существенно затрудняет понимание разницы между жизненной физической активностью и возрастными изменениями.

Наиболее исследованными видами животных на настоящее время в этом направлении являются лошадь, крупный рогатый скот (*Bos taurus*) и северный олень. Палеопатологические изучения элементов скелетов этих животных оказались наиболее перспективными. В то время как энтезисные изменения и анализ геометрии поперечного сечения длинных костей до сих пор остаются на стадии разработок их методических подходов. Успешное применение этих методов очень зависит от наличия большой сравнительной базы скелетов рабочих и нерабочих животных по изучаемым видам. Эти методики разрабатываются с помощью сравнения частоты поражений и степени энтезисных изменений и биомеханики кости. Более того, в идеале нужна детальная информация по их возрасту, полу и размерам тела, а для рабочих животных – описание их жизненной двигательной деятельности и физической активности, например, использование в ездовой езде на протяжении 10 лет или тяга нарт с грузом или людьми на протяжении последних 7 лет. Количество анализируемых скелетов рабочих животных по всем видам остается недостаточным и нуждается в дальнейших наработках для улучшения методических подходов и их успешного применения к археологическим остаткам изучаемых видов животных.

Несмотря на методические трудности и необходимость в дальнейших исследованиях, идентификация рабочих животных имеет перспективное значение для выявления древних ездовых и транспортных животных и изучения характера и интенсивности их трудовой эксплуатации. Нарботки в этом направлении успешно продолжаются и демонстрируют хорошую возможность. В настоящее время на базе отделения археологии и антропологии Университета Сас-

катчеван в процессе работы находится разработка методики по энтезисным изменениям для их применения к выявлению ездовых собак циркумполярного севера по археологическим данным. Надеемся, что в

будущем будет проявлено больше научного интереса в этом направлении не только по наиболее популярным видам рабочих животных, обсуждаемых в данной работе, но также и по другим.

**Список источников**

Гусев А.В. Комплекс предметов, связанных с оленеводством, по материалам святилища Усть-Полуй (Нижнее Приобье) // Уральский Исторический Вестник. 2014. № 2 (43). С. 53–62.

Номоконова Т.Ю., Лозей Р.Ж., Ливерс А.Р., Плеханов А.В. Зубные аномалии, травмы и маркеры активности северного оленя с поселения Ярте VI // Археология Арктики. 2020. № 7. С. 258–272.

Питулько В.В., Каспаров А.К. Костные останки раннеголоценовых домашних собак из Жоховской стоянки (восточная Сибирская Арктика) и проблема достоверности идентификации древних *Canis familiaris* из археологических раскопок // Startum plus. 2016. № 1. С. 171–207.

Alves Cardoso F., Henderson C. The categorisation of occupation in identified skeletal collections: A source of bias? // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2013. No. 2(2). Pp. 186-96. DOI: 10.1002/oa.2285.

Bartosiewicz L. Bone structure and function in draft cattle. In *Limping together through the ages joint afflictions and bone infections*. Ed. by G. Grupe, G. McGlynn, J. Peters. Documenta Archaeobiologiae, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf GmbH. 2008. Pp. 153-164.

Bartosiewicz L., Gál E. Shuffling nags, lame ducks: The archaeology of animal disease. Oxford: Oakville, CT: Oxbow Books; David Brown Book Company, 2013. 264 p.

Bartosiewicz L., Van Neer W., Lentacker A. Metapodial asymmetry in draft cattle // *International Journal of Osteoarchaeology*. 1993. No. 3 (2). Pp. 69-75. DOI: 10.1002/oa.1390030203.

Bartosiewicz L., Van Neer W., Lentacker A. Draught cattle: Their osteological identification and history // *Musée Royal de l’Afrique Centrale, Tervuren, Belgique Sciences Zoologiques* 281. Tervuren: Musée Royal de l’Afrique Centrale, 1997. 147 p.

Bendrey R. New methods for the identification of evidence for biting on horse remains from archaeological sites // *Journal of Archaeological Science*. 2007. No. 34(7). Pp. 1036-50. DOI: 10.1016/j.jas.2006.09.010.

Bendrey, R. Animal paleopathology. In *Encyclopedia of global archaeology*. Ed. by C. Smith. New York, NY: Springer New York, 2014. Pp. 258-265. DOI: 10.1007/978-1-4419-0465-2\_2113.

Benjamin M., Kumai T., Milz S., Boszczyk B.M., Boszczyk A.A., Ralphs J.R. The skeletal attachment of tendons-tendon “entheses”. // *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*. 2002. No. 133. Pp. 931-45. DOI: 10.1016/s1095-6433(02)00138-1.

Benjamin M., McGonagle D. Entheses: Tendon and lig-

**References**

Gusev A.V. (2014) A complex of items related to reindeer herding, based on the materials of the Ust-Poluy sanctuary (Lower Ob). *Ural'skii Istoricheskii Vestnik = Ural Historical Bulletin*. No. 2 (43). P. 53–62. (In Russ.).

Nomokonova T. Yu., Losei R. Zh., Livers A.R., Plekhanov A. V. (2020) Dental anomalies, manifestations and markers of activity of the reindeer with the population of Yarte VI. *Archeologiya Arktiki = Archeology of the Arctic*. No. 7. P. 258-72 (In Russ.).

Pitul'ko V. V., Kasparov A. K. (2016) Bones of Early Holocene domestic dogs from the Zhokhovo site (Eastern Siberian Arctic) and the problem of reliability of identification of ancient *canis familiaris* from archaeological sites. *Stratum plus*. No. 1. P. 171–207 (In Russ.).

Alves Cardoso F., Henderson C. The categorisation of occupation in identified skeletal collections: A source of bias? // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2013. No. 2(2). Pp. 186-96. DOI: 10.1002/oa.2285.

Bartosiewicz L. Bone structure and function in draft cattle. In *Limping together through the ages joint afflictions and bone infections*. Ed. by G. Grupe, G. McGlynn, J. Peters. Documenta Archaeobiologiae, Rahden/Westf.: Verlag Marie Leidorf GmbH. 2008. Pp. 153-164.

Bartosiewicz L., Gál E. Shuffling nags, lame ducks: The archaeology of animal disease. Oxford: Oakville, CT: Oxbow Books; David Brown Book Company, 2013. 264 p.

Bartosiewicz L., Van Neer W., Lentacker A. Metapodial asymmetry in draft cattle // *International Journal of Osteoarchaeology*. 1993. No. 3 (2). Pp. 69-75. DOI: 10.1002/oa.1390030203.

Bartosiewicz L., Van Neer W., Lentacker A. Draught cattle: Their osteological identification and history // *Musée Royal de l’Afrique Centrale, Tervuren, Belgique Sciences Zoologiques* 281. Tervuren: Musée Royal de l’Afrique Centrale, 1997. 147 p.

Bendrey R. New methods for the identification of evidence for biting on horse remains from archaeological sites // *Journal of Archaeological Science*. 2007. No. 34(7). Pp. 1036-50. DOI: 10.1016/j.jas.2006.09.010.

Bendrey, R. Animal paleopathology. In *Encyclopedia of global archaeology*. Ed. by C. Smith. New York, NY: Springer New York, 2014. Pp. 258-265. DOI: 10.1007/978-1-4419-0465-2\_2113.

Benjamin M., Kumai T., Milz S., Boszczyk B.M., Boszczyk A.A., Ralphs J.R. The skeletal attachment of tendons-tendon “entheses”. // *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*. 2002. No. 133. Pp. 931-45. DOI: 10.1016/s1095-6433(02)00138-1.

Benjamin M., McGonagle D. Entheses: Tendon and lig-

ament attachment sites // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2009. No. 19(4). Pp. 520-27. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00906.

Benjamin M., Toumi H., Ralphs J.R., Bydder G., Best T.M., Milz S. Where tendons and ligaments meet bone: Attachment sites ('entheses') in relation to exercise and/or mechanical load // *Journal of Anatomy*. 2006. No. 208(4). Pp. 471-90. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2006.00540.

Bindé M., Cochard D., Knüsel C.J. Exploring life patterns using enthesal changes in equids: Application of a new method on unworked specimens // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2019. No. 29(6). Pp. 947-960. DOI: 10.1002/oa.2809.

De Cupere B., Lentacker A.N., van Neer W., Waelkins M., Verslype W. Osteological evidence for the draught exploitation of cattle: First applications of a new methodology // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2000. No. 23(2). Pp. 147-151. DOI: 10.1002/oa.2277.

Defrance S. D. Paleopathology and health of native and introduced animals on Southern Peruvian and Bolivian Spanish colonial sites: Paleopathology of animals on Spanish colonial sites // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2010. No. 20(5). Pp. 508-24. DOI: 10.1002/oa.1074.

Flensburg G., Kaufmann C. A. Bone pathologies in a modern collection of Guanaco (*Lama guanicoe*): Contributions to the interpretation of bone lesions in archeological contexts // *International Journal of Paleopathology*. 2012. No. 2(4). Pp. 199-207. DOI: 10.1016/j.ijpp.2012.09.003.

Foster A., Buckley H., Tayles N. Using enthesal robusticity to infer activity in the past: A review // *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2014. No. 21. Pp. 511-533. DOI: 10.1007/s10816-012-9156-1.

Fribus A. V., Grushin S.P., Onishenko S.S., Vasutin S.A. Horses from Atypical Turkic Period Burials in Southwest Siberia // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2019. No. 29(5). Pp. 860-67. DOI: 10.1002/oa.2789.

Groot M. Paleopathological evidence for draught cattle on a Roman site in the Netherlands. In *Diet and health in past animal populations: Current research and future directions*. Ed. by J. Davies, M. Fabiš, I. Mainland, M. Richards, R. Thomas. Durham: Oxbow, 2005. Pp. 52-57.

Hawkey D.E., Merbs C.F. Activity-induced musculoskeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among ancient Hudson Bay Eskimos // *International Journal of Osteoarchaeology*. 1995. No. 5. Pp. 324-38. DOI: 10.1002/oa.1390050403.

Henderson C.Y., Mariotti V., Pany-Kucera D., Villotte S., Wilczak C. Recording specific enthesal changes of fibrocartilaginous entheses: Initial tests using the Coimbra method // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2013. No. 23(2). Pp. 152-62. DOI: 10.1002/oa.2287.

Henderson C.Y., Nikita E. Accounting for multiple effects and the problem of small sample sizes in osteology: A case study focussing on enthesal changes // *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2016. No. 8(4). Pp. 805-17. DOI: 10.1007/s12520-015-0256-1.

ament attachment sites // *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 2009. No. 19(4). Pp. 520-27. DOI: 10.1111/j.1600-0838.2009.00906.

Benjamin M., Toumi H., Ralphs J.R., Bydder G., Best T.M., Milz S. Where tendons and ligaments meet bone: Attachment sites ('entheses') in relation to exercise and/or mechanical load // *Journal of Anatomy*. 2006. No. 208(4). Pp. 471-90. DOI: 10.1111/j.1469-7580.2006.00540.

Bindé M., Cochard D., Knüsel C.J. Exploring life patterns using enthesal changes in equids: Application of a new method on unworked specimens // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2019. No. 29(6). Pp. 947-960. DOI: 10.1002/oa.2809.

De Cupere B., Lentacker A.N., van Neer W., Waelkins M., Verslype W. Osteological evidence for the draught exploitation of cattle: First applications of a new methodology // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2000. No. 23(2). Pp. 147-151. DOI: 10.1002/oa.2277.

Defrance S. D. Paleopathology and health of native and introduced animals on Southern Peruvian and Bolivian Spanish colonial sites: Paleopathology of animals on Spanish colonial sites // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2010. No. 20(5). Pp. 508-24. DOI: 10.1002/oa.1074.

Flensburg G., Kaufmann C. A. Bone pathologies in a modern collection of Guanaco (*Lama guanicoe*): Contributions to the interpretation of bone lesions in archeological contexts // *International Journal of Paleopathology*. 2012. No. 2(4). Pp. 199-207. DOI: 10.1016/j.ijpp.2012.09.003.

Foster A., Buckley H., Tayles N. Using enthesal robusticity to infer activity in the past: A review // *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2014. No. 21. Pp. 511-533. DOI: 10.1007/s10816-012-9156-1.

Fribus A. V., Grushin S.P., Onishenko S.S., Vasutin S.A. Horses from Atypical Turkic Period Burials in Southwest Siberia // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2019. No. 29(5). Pp. 860-67. DOI: 10.1002/oa.2789.

Groot M. Paleopathological evidence for draught cattle on a Roman site in the Netherlands. In *Diet and health in past animal populations: Current research and future directions*. Ed. by J. Davies, M. Fabiš, I. Mainland, M. Richards, R. Thomas. Durham: Oxbow, 2005. Pp. 52-57.

Hawkey D.E., Merbs C.F. Activity-induced musculoskeletal stress markers (MSM) and subsistence strategy changes among ancient Hudson Bay Eskimos // *International Journal of Osteoarchaeology*. 1995. No. 5. Pp. 324-38. DOI: 10.1002/oa.1390050403.

Henderson C.Y., Mariotti V., Pany-Kucera D., Villotte S., Wilczak C. Recording specific enthesal changes of fibrocartilaginous entheses: Initial tests using the Coimbra method // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2013. No. 23(2). Pp. 152-62. DOI: 10.1002/oa.2287.

Henderson C.Y., Nikita E. Accounting for multiple effects and the problem of small sample sizes in osteology: A case study focussing on enthesal changes // *Archaeological and Anthropological Sciences*. 2016. No. 8(4). Pp. 805-17. DOI: 10.1007/s12520-015-0256-1.

Holmes M., Thomas R., Hamerow H. Identifying draught cattle in the past: Lessons from large-scale analysis of archaeological datasets // *International Journal of Paleopathology*. 2021. No. 33. Pp. 258-69. DOI: 10.1016/j.ijpp.2021.05.004.

Hull E., Niinimäki S., Salmi A.K. Differences in enthesal changes in the phalanges between ecotypes of fennoscandian reindeer // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2020. No. 30(5). Pp. 666-678. DOI: 10.1002/oa.2897.

Izeta, A. D., Cortés L. I. South American Camelid palaeopathologies: Examples from Loma Alta (Catamarca, Argentina) // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2006. No. 16(3). Pp. 269-75. DOI: 10.1002/oa.823.

Janeczek M., Chrószcz A., Onar V., Henklewski R., Piekalski J., Duma P., Czerski A., Całkosiński I. Anatomical and biomechanical aspects of the horse spine: The interpretation of vertebral fusion in a medieval horse from Wrocław (Poland): Anatomical and biomechanical aspects of the horse spine // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2014. No. 24(5). Pp. 623-33. DOI: 10.1002/oa.2248.

Jurmain R., Alves Cardoso F., Henderson C., Villotte S. Bioarchaeology's holy grail: The reconstruction of activity. In *A Companion to Paleopathology*. Ed. by A.L. Grauer. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell, 2012. Pp. 531-52. DOI: 10.1002/9781444345940.

Labarca R., Gallardo F. The domestic Camelids (cetartiodactyla: Camelidae) from the middle formative cemetery of Topater 1 (Atacama Desert, Northern Chile): Osteometric and palaeopathological evidence of cargo animals: Cargo Camelids from Topater 1 Cemetery // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2015. No. 25(1). Pp. 61-73. DOI: 10.1002/oa.2263.

Latham K. J., Losey R.J. Spondylosis deformans as an indicator of transport activities in archaeological dogs: A systematic evaluation of current methods for assessing archaeological specimens // *PLoS ONE*. 2019. No. 14(4). DOI: 10.1371/journal.pone.0214575.

Levine M.A., Whitwell K.E., Jeffcott L.B. Abnormal thoracic vertebrae and the evolution of horse husbandry // *Archaeofauna*. 2005. No. 14. P. 93-109.

Li Y., Zhang C., Taylor W. T. T., Chen L., Flad R. K., Boivin N., Liu H., You Y., Wang J., Ren M., Xi T., Han Y., Wen R., Ma J. Early evidence for mounted horseback riding in Northwest China // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020. No. 117(47). Pp. 29569-76. DOI: 10.1073/pnas.2004360117.

Lieverse A.R., Bazaliiskii V.I., Goriunova O.I., Weber A.W. Lower limb activity in the Cis-Baikal: Enthesal changes among Middle Holocene Siberian foragers // *American Journal of Physical Anthropology*. 2013. No. 150(3). Pp. 421-32. DOI: 10.1002/ajpa.22217.

Losey R.J., Nomokonova T., Gusev A.V., Bachura O.P., Fedorova N.V., Kosintsev P.A., Sablin M.V. Dogs were domesticated in the Arctic: sacrifice, consumption, and dog sledding at Ust'-Polui // *Journal of Anthropological Archaeology*. 2018. No. 51. Pp. 113-126. DOI: 10.1016/j.jaa.2018.06.004.

Holmes M., Thomas R., Hamerow H. Identifying draught cattle in the past: Lessons from large-scale analysis of archaeological datasets // *International Journal of Paleopathology*. 2021. No. 33. Pp. 258-69. DOI: 10.1016/j.ijpp.2021.05.004.

Hull E., Niinimäki S., Salmi A.K. Differences in enthesal changes in the phalanges between ecotypes of fennoscandian reindeer // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2020. No. 30(5). Pp. 666-678. DOI: 10.1002/oa.2897.

Izeta, A. D., Cortés L. I. South American Camelid palaeopathologies: Examples from Loma Alta (Catamarca, Argentina) // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2006. No. 16(3). Pp. 269-75. DOI: 10.1002/oa.823.

Janeczek M., Chrószcz A., Onar V., Henklewski R., Piekalski J., Duma P., Czerski A., Całkosiński I. Anatomical and biomechanical aspects of the horse spine: The interpretation of vertebral fusion in a medieval horse from Wrocław (Poland): Anatomical and biomechanical aspects of the horse spine // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2014. No. 24(5). Pp. 623-33. DOI: 10.1002/oa.2248.

Jurmain R., Alves Cardoso F., Henderson C., Villotte S. Bioarchaeology's holy grail: The reconstruction of activity. In *A Companion to Paleopathology*. Ed. by A.L. Grauer. West Sussex, UK: Wiley-Blackwell, 2012. Pp. 531-52. DOI: 10.1002/9781444345940.

Labarca R., Gallardo F. The domestic Camelids (cetartiodactyla: Camelidae) from the middle formative cemetery of Topater 1 (Atacama Desert, Northern Chile): Osteometric and palaeopathological evidence of cargo animals: Cargo Camelids from Topater 1 Cemetery // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2015. No. 25(1). Pp. 61-73. DOI: 10.1002/oa.2263.

Latham K. J., Losey R.J. Spondylosis deformans as an indicator of transport activities in archaeological dogs: A systematic evaluation of current methods for assessing archaeological specimens // *PLoS ONE*. 2019. No. 14(4). DOI: 10.1371/journal.pone.0214575.

Levine M.A., Whitwell K.E., Jeffcott L.B. Abnormal thoracic vertebrae and the evolution of horse husbandry // *Archaeofauna*. 2005. No. 14. P. 93-109.

Li Y., Zhang C., Taylor W. T. T., Chen L., Flad R. K., Boivin N., Liu H., You Y., Wang J., Ren M., Xi T., Han Y., Wen R., Ma J. Early evidence for mounted horseback riding in Northwest China // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020. No. 117(47). Pp. 29569-76. DOI: 10.1073/pnas.2004360117.

Lieverse A.R., Bazaliiskii V.I., Goriunova O.I., Weber A.W. Lower limb activity in the Cis-Baikal: Enthesal changes among Middle Holocene Siberian foragers // *American Journal of Physical Anthropology*. 2013. No. 150(3). Pp. 421-32. DOI: 10.1002/ajpa.22217.

Losey R.J., Nomokonova T., Gusev A.V., Bachura O.P., Fedorova N.V., Kosintsev P.A., Sablin M.V. Dogs were domesticated in the Arctic: sacrifice, consumption, and dog sledding at Ust'-Polui // *Journal of Anthropological Archaeology*. 2018. No. 51. Pp. 113-126. DOI: 10.1016/j.jaa.2018.06.004.

Losey R.J., Nomokonova T., Arzyutov D.V., Gusev A.V., Plekhanov A.V., Fedorova N.V., Anderson, D.G. Domestication as enskilment: Harnessing reindeer in Arctic Siberia // *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2020. No. 28. Pp. 197-231. DOI: 10.1007/s10816-020-09455-w.

Mariotti V., Facchini F., Belcastro M.G. Enthesopathies--proposal of a standardized scoring method and applications // *Collegium Antropologicum*. 2004. No. 28(1). Pp. 145-159.

Mariotti V., Facchini F., Belcastro M.G. The study of entheses: proposal of a standardised scoring method for twenty-three entheses of the postcranial skeleton // *Collegium Antropologicum*. 2007. No. 31(1). Pp. 291-313.

Marković, N., Stevanović O., Krstić N., Marinković D., Buckley M. A case study of vertebral fusion in a 19th-century horse from Serbia // *International Journal of Paleopathology*. 2019. No. 27. Pp. 17-23. DOI: 10.1016/j.ijpp.2019.07.007.

Michopoulou E., Nikita E., Henderson C.Y. A test of the effectiveness of the Coimbra method in capturing activity-induced enthesal changes // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2017. No. 27(3). Pp. 409-17. DOI: 10.1002/oa.2564.

Michopoulou E., Nikita E., Valakos E. D. Evaluating the efficiency of different recording protocols for enthesal changes in regards to expressing activity patterns using archival data and cross-sectional geometric properties // *American Journal of Physical Anthropology*. 2015. No. 158(4). Pp. 557-568. DOI: 10.1002/ajpa.22822.

Milisauskas S., Kruk J. Utilization of cattle for traction during the Later Neolithic in Southeastern Poland // *Antiquity*. 1991. No. 65(248). Pp. 562-66. DOI: 10.1017/S0003598X00080170.

Niinimäki S. The relationship between musculoskeletal stress markers and biomechanical properties of the humeral diaphysis // *American Journal of Biological Anthropology*. 2012. No. 147(4). Pp. 618-628. DOI: 10.1002/ajpa.22023.

Niinimäki S., Salmi A.K. Covariation between enthesal changes and cross-sectional properties of reindeer long bones - considering bone functional adaptation as partial contributing factor // *Journal of Archaeological Science*. 2021. Report No. 36. DOI: 10.1016/j.jasrep.2021.102840.

Niinimäki S., Salmi A.K. Enthesal changes in free-ranging versus zoo reindeer-observing activity status of reindeer // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2016. No. 26(2). Pp. 314-23. DOI: 10.1002/oa.2423.

Onar V., Alpak H., Pazvant G., Armutak A., and Chrószcz A. 2012. Byzantine horse skeletons of theodosius harbour: 1. Paleopathology // *Revue de Médecine Vétérinaire*. 2012. No. 163(3). Pp. 139-46.

Pelletier M., Niinimäki S., Salmi A. Influence of captivity and selection on limb long bone cross-sectional morphology of reindeer // *Journal of Morphology*. 2021. No. 282(10). Pp. 1533-56.

Pitulko V.V., Kasparov A.K. Ancient Arctic hunters: material culture and survival strategy // *Arctic Anthropology*. 1996. No. 33. Pp. 1-36.

Losey R.J., Nomokonova T., Arzyutov D.V., Gusev A.V., Plekhanov A.V., Fedorova N.V., Anderson, D.G. Domestication as enskilment: Harnessing reindeer in Arctic Siberia // *Journal of Archaeological Method and Theory*. 2020. No. 28. Pp. 197-231. DOI: 10.1007/s10816-020-09455-w.

Mariotti V., Facchini F., Belcastro M.G. Enthesopathies--proposal of a standardized scoring method and applications // *Collegium Antropologicum*. 2004. No. 28(1). Pp. 145-159.

Mariotti V., Facchini F., Belcastro M.G. The study of entheses: proposal of a standardised scoring method for twenty-three entheses of the postcranial skeleton // *Collegium Antropologicum*. 2007. No. 31(1). Pp. 291-313.

Marković, N., Stevanović O., Krstić N., Marinković D., Buckley M. A case study of vertebral fusion in a 19th-century horse from Serbia // *International Journal of Paleopathology*. 2019. No. 27. Pp. 17-23. DOI: 10.1016/j.ijpp.2019.07.007.

Michopoulou E., Nikita E., Henderson C.Y. A test of the effectiveness of the Coimbra method in capturing activity-induced enthesal changes // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2017. No. 27(3). Pp. 409-17. DOI: 10.1002/oa.2564.

Michopoulou E., Nikita E., Valakos E. D. Evaluating the efficiency of different recording protocols for enthesal changes in regards to expressing activity patterns using archival data and cross-sectional geometric properties // *American Journal of Physical Anthropology*. 2015. No. 158(4). Pp. 557-568. DOI: 10.1002/ajpa.22822.

Milisauskas S., Kruk J. Utilization of cattle for traction during the Later Neolithic in Southeastern Poland // *Antiquity*. 1991. No. 65(248). Pp. 562-66. DOI: 10.1017/S0003598X00080170.

Niinimäki S. The relationship between musculoskeletal stress markers and biomechanical properties of the humeral diaphysis // *American Journal of Biological Anthropology*. 2012. No. 147(4). Pp. 618-628. DOI: 10.1002/ajpa.22023.

Niinimäki S., Salmi A.K. Covariation between enthesal changes and cross-sectional properties of reindeer long bones - considering bone functional adaptation as partial contributing factor // *Journal of Archaeological Science*. 2021. Report No. 36. DOI: 10.1016/j.jasrep.2021.102840.

Niinimäki S., Salmi A.K. Enthesal changes in free-ranging versus zoo reindeer-observing activity status of reindeer // *International Journal of Osteoarchaeology*. 2016. No. 26(2). Pp. 314-23. DOI: 10.1002/oa.2423.

Onar V., Alpak H., Pazvant G., Armutak A., and Chrószcz A. 2012. Byzantine horse skeletons of theodosius harbour: 1. Paleopathology // *Revue de Médecine Vétérinaire*. 2012. No. 163(3). Pp. 139-46.

Pelletier M., Niinimäki S., Salmi A. Influence of captivity and selection on limb long bone cross-sectional morphology of reindeer // *Journal of Morphology*. 2021. No. 282(10). Pp. 1533-56.

Pitulko V.V., Kasparov A.K. Ancient Arctic hunters: material culture and survival strategy // *Arctic Anthropology*. 1996. No. 33. Pp. 1-36.

Pitulko V.V., Kasparov, A.K., 2017. Archaeological dogs from the Early Holocene Zhokhov site in the Eastern Siberian Arctic // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2017. No. 13. Pp. 491-515. DOI: 10.1016/j.jasrep.2017.04.003.

Rassadnikov A. Archaeozoological studies at Konoplyanka, the Southern Trans-Urals // *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 2019. No. 47(2). Pp. 33-39. DOI: 10.17746/1563-0110.2019.47.2.033-039.

Rassadnikov A. Bone pathologies of modern non-draft cattle (*Bos taurus*) in the context of grazing systems and environmental influences in the South Urals, Russia // *International Journal of Paleopathology*. 2021. No. 32. Pp. 87-102. DOI: 10.1016/j.ijpp.2020.11.003.

Ruff C., Holt B., Trinkaus E. Who's afraid of the big bad Wolff?: 'Wolff's law' and bone functional adaptation // *American Journal of Physical Anthropology*. 2006. No. 129(4). Pp. 484-498. DOI: 10.1002/ajpa.20371.

Salmi A.K., Niinimäki S. Enteseal changes and pathological lesions in draught reindeer skeletons - Four case studies from present-day Siberia // *International Journal of Paleopathology*. 2016. Vol 14. Pp. 91-99. DOI: 10.1016/j.ijpp.2016.05.012.

Salmi A.K., Niinimäki S., Poulakka H.L. Working with reindeer: Methods for the identification of draft reindeer in the archaeological record. In *Currents of Saami pasts: Recent advances in Saami archaeology*. Ed. by M. Spangen, A. K. Salmi, T. Äikäs, and M. Fjellström. Monographs of the Archaeological Society of Finland 9. Archaeological Society of Finland. 2020a. Pp. 46-60.

Salmi A.K., Niinimäki S., Pudas T. Identification of working reindeer using palaeopathology and enteseal changes // *International Journal of Paleopathology*. 2020b. No. 30. Pp. 57-67. DOI: 10.1016/j.ijpp.2020.02.001.

Salmi A.K., van den Berg M., Niinimäki S., Pelletier M. Earliest archaeological evidence for domesticated reindeer economy among the Sámi of Northeastern Fennoscandia AD 1300 onwards // *Journal of Anthropological Archaeology*. 2021. No. 62. DOI: 10.1016/j.jaa.2021.101303.

Shackelford L., Marshall F., Peters J. Identifying donkey domestication through changes in cross-sectional geometry of long bones // *Journal of Archaeological Science*. 2013. No. 40(12). Pp. 4170-79. DOI: 10.1016/j.jas.2013.06.006.

Taylor, W.T.T., Bayarsaikhan J., Tuvshinjargal T. Equine cranial morphology and the identification of riding and chariotry in Late Bronze Age Mongolia // *Antiquity*. 2015. No. 89(346). Pp. 854-71. DOI: 10.15184/aqy.2015.76.

Telldahl Y. Skeletal changes in lower limb bones in domestic cattle from Eketorp Ringfort on the Öland Island in Sweden // *International Journal of Paleopathology*. 2012. No. 2(4). Pp. 208-216. DOI: 10.1016/j.ijpp.2012.09.002.

Thomas R., Sykes N., Doherty S., Smith D. Ring depressions in cattle horncores as indicators of traction use - a cautionary note // *International Journal of Paleopathology*. 2018. No. 22. Pp. 140-142. DOI: 10.1016/j.ijpp.2018.07.002.

Thomas R., Bellis L., Gordon R., Holmes M., Johannsen N.N., Mahoney M., and Smith D. Refining the meth-

Pitulko V.V., Kasparov, A.K., 2017. Archaeological dogs from the Early Holocene Zhokhov site in the Eastern Siberian Arctic // *Journal of Archaeological Science: Reports*. 2017. No. 13. Pp. 491-515. DOI: 10.1016/j.jasrep.2017.04.003.

Rassadnikov A. Archaeozoological studies at Konoplyanka, the Southern Trans-Urals // *Archaeology, Ethnology & Anthropology of Eurasia*. 2019. No. 47(2). Pp. 33-39. DOI: 10.17746/1563-0110.2019.47.2.033-039.

Rassadnikov A. Bone pathologies of modern non-draft cattle (*Bos taurus*) in the context of grazing systems and environmental influences in the South Urals, Russia // *International Journal of Paleopathology*. 2021. No. 32. Pp. 87-102. DOI: 10.1016/j.ijpp.2020.11.003.

Ruff C., Holt B., Trinkaus E. Who's afraid of the big bad Wolff?: 'Wolff's law' and bone functional adaptation // *American Journal of Physical Anthropology*. 2006. No. 129(4). Pp. 484-498. DOI: 10.1002/ajpa.20371.

Salmi A.K., Niinimäki S. Enteseal changes and pathological lesions in draught reindeer skeletons - Four case studies from present-day Siberia // *International Journal of Paleopathology*. 2016. Vol 14. Pp. 91-99. DOI: 10.1016/j.ijpp.2016.05.012.

Salmi A.K., Niinimäki S., Poulakka H.L. Working with reindeer: Methods for the identification of draft reindeer in the archaeological record. In *Currents of Saami pasts: Recent advances in Saami archaeology*. Ed. by M. Spangen, A. K. Salmi, T. Äikäs, and M. Fjellström. Monographs of the Archaeological Society of Finland 9. Archaeological Society of Finland. 2020a. Pp. 46-60.

Salmi A.K., Niinimäki S., Pudas T. Identification of working reindeer using palaeopathology and enteseal changes // *International Journal of Paleopathology*. 2020b. No. 30. Pp. 57-67. DOI: 10.1016/j.ijpp.2020.02.001.

Salmi A.K., van den Berg M., Niinimäki S., Pelletier M. Earliest archaeological evidence for domesticated reindeer economy among the Sámi of Northeastern Fennoscandia AD 1300 onwards // *Journal of Anthropological Archaeology*. 2021. No. 62. DOI: 10.1016/j.jaa.2021.101303.

Shackelford L., Marshall F., Peters J. Identifying donkey domestication through changes in cross-sectional geometry of long bones // *Journal of Archaeological Science*. 2013. No. 40(12). Pp. 4170-79. DOI: 10.1016/j.jas.2013.06.006.

Taylor, W.T.T., Bayarsaikhan J., Tuvshinjargal T. Equine cranial morphology and the identification of riding and chariotry in Late Bronze Age Mongolia // *Antiquity*. 2015. No. 89(346). Pp. 854-71. DOI: 10.15184/aqy.2015.76.

Telldahl Y. Skeletal changes in lower limb bones in domestic cattle from Eketorp Ringfort on the Öland Island in Sweden // *International Journal of Paleopathology*. 2012. No. 2(4). Pp. 208-216. DOI: 10.1016/j.ijpp.2012.09.002.

Thomas R., Sykes N., Doherty S., Smith D. Ring depressions in cattle horncores as indicators of traction use - a cautionary note // *International Journal of Paleopathology*. 2018. No. 22. Pp. 140-142. DOI: 10.1016/j.ijpp.2018.07.002.

Thomas R., Bellis L., Gordon R., Holmes M., Johannsen N.N., Mahoney M., and Smith D. Refining the meth-



ods for identifying draught cattle in the archaeological record: lessons from the semi-feral herd at Chillingham Park. // *International Journal of Paleopathology*. 2021. No. 33. Pp. 84-93. DOI: 10.1016/j.ijpp.2021.02.003.

Upex B., Dobney K. 2012. More than just mad cows: exploring human-animal relationships through animal paleopathology. In *A Companion to Paleopathology*. Ed. by A. L. Grauer. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. Pp. 191-213. DOI: 10.1002/9781444345940.ch11.

Villotte S., Castex D., Couallier V., Dutour O., Knüsel C.J., Henry-Gambier D. Enthesopathies as occupational stress markers: Evidence from the upper limb // *American Journal of Physical Anthropology*. 2010. No. 142(2). Pp. 224-34. DOI: 10.1002/ajpa.21217.

Wolff J. Ed. Concept of the law of bone remodelling. In *The Law of Bone Remodelling*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1986. 128 p.

#### Информация об авторах

**Дж. Сик** – аспирантка магистратуры, Отделение археологии и антропологии,

Университет Саскатчеван,

55 Campus Drive, Saskatoon, SK, S7N 5B1, Canada.

**Г. Кохут** – аспирантка магистратуры, Отделение археологии и антропологии,

Университет Саскатчеван,

55 Campus Drive, Saskatoon, SK, S7N 5B1, Canada.

**Т. Ю. Номоконова** – PhD, профессор начальной стадии,

Отделение археологии и антропологии,

Университет Саскатчеван,

55 Campus Drive, Saskatoon, SK, S7N 5B1, Canada.

**А. Р. Ливерс** – PhD, профессор, Отделение археологии и антропологии,

Университет Саскатчеван,

55 Campus Drive, Saskatoon, SK, S7N 5B1, Canada.

**Р. Дж. Лозей** – PhD, профессор, Отделение антропологии, Университет Альберта,

Tory Building 13-15 HM, Edmonton, AB, T6G 2H4, Canada.

#### Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.**

#### Информация о статье

Статья поступила в редакцию 14 мая 2022 г.; одобрена после рецензирования 8 июня 2022 г.; принята к публикации 27 июня 2022 г.

ods for identifying draught cattle in the archaeological record: lessons from the semi-feral herd at Chillingham Park. // *International Journal of Paleopathology*. 2021. No. 33. Pp. 84-93. DOI: 10.1016/j.ijpp.2021.02.003.

Upex B., Dobney K. 2012. More than just mad cows: exploring human-animal relationships through animal paleopathology. In *A Companion to Paleopathology*. Ed. by A. L. Grauer. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. Pp. 191-213. DOI: 10.1002/9781444345940.ch11.

Villotte S., Castex D., Couallier V., Dutour O., Knüsel C.J., Henry-Gambier D. Enthesopathies as occupational stress markers: Evidence from the upper limb // *American Journal of Physical Anthropology*. 2010. No. 142(2). Pp. 224-34. DOI: 10.1002/ajpa.21217.

Wolff J. Ed. Concept of the law of bone remodelling. In *The Law of Bone Remodelling*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1986. 128 p.

#### Information about the authors

**J. Sick** – MA Graduate Student, Department of Archaeology and Anthropology,

University of Saskatchewan,

55 Campus Drive, Saskatoon, SK, S7N 5B1, Canada.

**G. Kohut** – MA Graduate Student, Department of Archaeology and Anthropology,

University of Saskatchewan,

55 Campus Drive, Saskatoon, SK, S7N 5B1, Canada.

**T. Yu. Nomokonova** – PhD, Assistant Professor, Department of Archaeology and Anthropology,

University of Saskatchewan,

55 Campus Drive, Saskatoon, SK, S7N 5B1, Canada.

**A. R. Lieveise** – PhD, Professor, Department of Archaeology and Anthropology,

University of Saskatchewan,

55 Campus Drive, Saskatoon, SK, S7N 5B1, Canada.

**R.J. Losey** – PhD, Professor, Department of Anthropology, University of Alberta,

Tory Building 13-15 HM, Edmonton, AB, T6G 2H4, Canada.

#### Contribution of the authors

The authors contributed equally to this article.

#### Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests.

**The authors have read and approved the final manuscript.**

#### Article info

The article was submitted May 14, 2022; approved after reviewing June 8, 2022; accepted for publication June 27, 2022.