

Татьяна Александровна Ундрайтис^{1✉}, Наталья Владимировна Донкова²

^{1,2}Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

¹Lyonyahorse@mail.ru

²dnv-23@mail.ru

ВОЗРАСТНЫЕ МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОСТЕЙ ГРУДНОЙ КОНЕЧНОСТИ У ЛОШАДЕЙ

Цель исследования – выявление возрастных морфологических особенностей костей грудной конечности у лошадей. Проанализированы данные амбулаторных журналов крупных коневодческих предприятий Красноярского края и Республики Хакасия. Исследован кадаверный материал грудных конечностей лошадей 9 месяцев, 1,6 года и 14 лет методом рентгенографии, остеометрии, макро- и микроморфологии. Установлено, что уровень травматизма опорно-двигательного аппарата у лошадей в ряде предприятий Красноярского края и республики Хакасия в среднем составляет $(27,43 \pm 2,77)$ %. Одной из причин высокого травматизма может быть незавершенность остеогенеза у вводимых в эксплуатацию лошадей. Так, у жеребят и лошадей в период наступления половой зрелости продолжается интенсивный рост лопатки, плечевой кости, лучевой и локтевой костей, они увеличиваются в линейных размерах за счет незакрывшихся зон роста с метаэпифизарным хрящом. Кости жеребят и лошадей в период наступления половой зрелости имеют гладкие ровные края и поверхности, без дополнительных шероховатостей, бугристостей и гребней. У лошадей репродуктивного возраста зоны роста отсутствуют, кости бугристые, шероховатые, имеют гребни, присутствуют сращения: локтевой кости к лучевой и медиальной грифельной кости к 3-пястной. Таким образом, у лошадей наиболее рано завершают рост кости дистальных отделов грудной конечности – фаланги пальцев, кости пясти и запястья, поскольку они не имеют существенных различий в разных возрастных группах и в них обнаруживается оссифицирование метаэпифизарных зон и сформированная пластинчатая костная ткань. В ней хорошо различимы костные пластинки остеонов и вставочные костные пластинки, остециты с цитоплазматическими отростками.

Ключевые слова: лошадь, кости грудной конечности лошади, возрастные особенности лошади, остеогенез, остеометрия, морфометрия

Для цитирования: Ундрайтис Т.А., Донкова Н.В. Возрастные морфологические особенности костей грудной конечности у лошадей // Вестник КрасГАУ. 2026 № 3. С. 153–164. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-153-164.

Tatiana Alexandrovna Undraitis^{1✉}, Natalia Vladimirovna Donkova²

^{1,2}Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

¹Lyonyahorse@mail.ru

²dnv-23@mail.ru

AGE-RELATED MORPHOLOGICAL FEATURES OF THORACIC LIMB BONES IN HORSES

The aim of the study is to identify age-related morphological features of the thoracic limb bones in horses. Data from outpatient journals at large equestrian farms in Krasnoyarsk Region and the Republic of Khakassia were analyzed. Cadaveric material from the thoracic limbs of horses aged 9 months, 1.6 years, and 14 years was examined using radiography, osteometry, and macro- and micromorphology. It was

found that the average incidence of musculoskeletal injuries in horses at several farms in Krasnoyarsk Region and the Republic of Khakassia was $(27.43 \pm 2.77)\%$. One of the reasons for this high injury rate may be incomplete osteogenesis in horses entering service. Thus, in foals and horses entering puberty, the scapula, humerus, radius, and ulna continue to grow intensively; their linear dimensions increase due to unclosed growth zones with metaepiphyseal cartilage. The bones of foals and horses at puberty have smooth, even edges and surfaces, without additional roughness, tubercles, or ridges. In horses of reproductive age, growth zones are absent. The bones are tuberos, rough, and ridged, with fusions present: the ulna to the radius and the medial splint to the third metacarpal. Thus, in horses, the bones of the distal thoracic limb—the phalanges, metacarpals, and carpus—complete their growth earliest, as they show no significant differences across age groups and exhibit ossification of the metaepiphyseal zones and formed lamellar bone tissue. Osteon lamellae, intercalated lamellae, and osteocytes with cytoplasmic processes are clearly visible within this tissue.

Keywords: horse, equine thoracic limb bones, age-related characteristics of the horse, osteogenesis, osteometry, morphometry

For citation: Undraitis TA, Donkova NV. Age-related morphological features of thoracic limb bones in horses. *Bulletin of KSAU*. 2026;(3):153-164. DOI: 10.36718/1819-4036-2026-3-153-164.

Введение. Конный спорт является зрелищной и притягивающей внимание общественности дисциплиной. Вплоть до двадцатого века лошади являлись ценным стратегическим ресурсом. Популяризация конного спорта привела к вопросу о гуманности спортивной эксплуатации лошадей. Травмы, возникающие в процессе конных состязаний [1, 2], наносят существенный экономический ущерб. В настоящее время в мире существуют централизованные программы по сбору данных о травмах лошадей, они свидетельствуют, что травматизм лошадей имеет повсеместный характер и регистрируется во многих коневодческих предприятиях различных стран. Так, на 1000 стартов происходит от 0,3 до 2,3 катастрофических переломов [3]. Сведения о травматизме лошадей в Российской Федерации немногочисленны, так, по данным Е. Титовой, на базе конноспортивных комплексов Северно-Западного округа в период с 2019 по 2022 гг. из 223 обследованных спортивных лошадей, в возрасте от 4 до 30 лет выявлено 440 травм различной этиологии опорно-двигательного аппарата лошадей [4].

С.В. Чернигова отмечает, что в период с 2017 по 2020 г. в ветеринарную клинику «Максима Вет» госпитализированы 4834 лошади с признаками нарушения функции опорно-двигательного аппарата, из которых 72 – с диагнозом переломов проксимальной фаланги [5].

По данным А. В. Гордеевой и Е. К. Осийчук, в конноспортивном комплексе «Кентавр» (г. Красноярск) за период с 2013 г. по 2020 г. было зарегистрировано 130 случаев хромоты лошадей

различной этиологии, из них травматические случаи составили 84 % [6].

В войсковой части среднегорья Краснодарского края с 2011 по 2016 г. при обследовании 164 лошадей карачаевской породы в возрасте от 3 до 12 лет болезни опорно-двигательного аппарата составили 14 % от всех заболеваний [7].

В Республике Хакасия в КСК «Рыжая лошадь» из 20 обследованных лошадей верхового назначения повреждения тазовых конечностей выявлены у 12 [8].

В КСК «Новый век» Московской области в 2016 г. выявлено 61 животное с ортопедическими заболеваниями; в эту группу входили лошади различных пород отечественного и зарубежного разведения в возрасте от 4 до 12 лет [9].

На базе конноспортивного клуба «Олимпия» Тюменского района за период с 2019 по 2021 г. было обследовано 180 спортивных лошадей в возрасте от 2 до 20 лет, из которых было выявлено 23 особи с поражениями конечностей [10].

В конноспортивных клубах Среднего Урала в 2019 г. была исследована 31 спортивная лошадь различного возраста. Переломы костей составили 23 %, артрозные изменения – 37, нарушение оси пальца – 10, сращение или сближение остистых отростков – 20, торцовое копыто – 20 % [11].

Одной из причин травматизма лошадей может быть незавершенность остеогенеза конечностей лошадей и раннее их введение в тренировочную и соревновательную деятельность. Так, локтевой отросток формируется к 3,5 годам. Краниальная часть тела позвонка закрывает свои зоны роста в районе 3–5 лет, а остис-

тый отросток – к 4–5 годам [12]. По данным Деборы Беннетт, чем крупнее лошадь, тем позднее закрываются зоны роста, таким образом закрытие последних зон роста в позвоночнике у некоторых особей может наступить только к 8 годам [13]. Требуется уточнение сроков возрастного периода оссификации метаэпифизарного хряща (*cartilago epiphysialis*) в костях скелета.

Цель исследования – выявить возрастные морфологические особенности костей грудной конечности у лошадей.

Задачи: проанализировать уровень травматизма опорно-двигательного аппарата у лошадей в коневодческих предприятиях Красноярского края и республики Хакасия за последние 3 года; определить макроморфологические особенности костей грудных конечностей у лошадей разного возраста; установить остеометрические показатели костей грудных конечностей у лошадей разного возраста; выявить микроструктурные особенности зон роста костей грудных конечностей.

Объекты и методы. Исследования проведены на кафедре анатомии, патологической анатомии и хирургии Красноярского государственного аграрного университета в 2025 г. Проанализированы амбулаторные журналы коневодческих предприятий в г. Красноярске (учебно-спортивный комплекс коневодства «Красноярский ГАУ» и детско-юношеская спортивная школа «Кентавр») и в г. Абакане («Республиканский Ипподром» и спортивная школа по конному спорту им. А.А. Магдалина) за период с 2022 по 2025 г. Устанавливали абсолютное число лошадей, получивших травмы опорно-двигательного аппарата и определяли относительный уровень травматизма по отношению к общему числу животных, находящихся на амбулаторном лечении.

Объектом исследования явился кадаверный материал костей грудных конечностей лошадей. Конечности отобраны от лошадей 3 половозрастных групп, разделение происходило согласно В.Г. Скопичеву [14]. Макро- и макроморфологические данные представлены на примере трех голов лошадей в возрасте 9 месяцев, 1 год 6 месяцев, 14 лет.

На костях (лопатка, плечевая, лучевая, локтевая, кости кисти) выявляли расположение зон метаэпифизарного хряща, проводили остеометрические замеры, рентгенологические и гистологические исследования.

Отбор материала для гистологических исследований осуществляли у кадаверного материала конечностей лошадей через 1–6 ч после смерти, предварительно удалив с костей мышцы и связки. При помощи шуруповерта с коронкой по керамическим поверхностям, диаметром 8 мм, высверливались образцы костной ткани при постоянной подаче воды. Образцы представляли собой цилиндры диаметром 6 мм разной длины. Местом отбора образцов являлись точки, в которых располагаются зоны роста костей молодых лошадей. Эти точки определялись при помощи рентгенографии (рис. 1, 2).

Далее все образцы фиксировали в формалине, взвешивали и помещали в раствор 9–10 % соляной кислоты для декальцинации. Раствор для декальцинации заменялся на свежий каждые 48 ч. Окончание декальцинации контролировалось гравиметрическим методом по общепринятой методике. Образцы ежедневно взвешивали на аналитических весах ВЛ-224В-С. Вес объекта уменьшался, что свидетельствовало об удалении кальция из тканей. Окончание декальцинации выполнялось, когда вес образца начинал увеличиваться, что свидетельствует о полном удалении кальция и начале абсорбции жидкости образцом. Декальцинированные образцы промывали и фиксировали в 10 % растворе формалина. Далее их обезвоживали в изопропиловом спирте. После завершения обезвоживания образцы помещали в раствор спирта и ксилола равной пропорции на 1 ч, далее на 2 ч в емкости с ксилолом, затем уплотняли при помощи парафина. В итоге образцы помещали в расплавленный парафин на 1 час, далее перемещали во вторую порцию парафина с меньшей концентрацией ксилола и оставляли там на 2 часа. Финальным этапом являлась заливка в парафиновые блоки. Изготовление срезов производили на микротоме Slee Medical CUT 5062. Срезы толщиной 6 мкм окрашивали гематоксилином и эозином.

После рентгенографии и отбора гистологических образцов кости конечностей подвергали отбеливанию в растворе 37 % перекиси водорода. После отбеливания зоны метаэпифизарного хряща оставались пустыми либо имели остатки хряща в виде прозрачной пленки. Далее проводили остеометрию с использованием штангельциркуля, мерной доски и мерной ленты. Для каждой кости был проведен ряд стандартизированных измерений, принятых в зооархеологии [15].

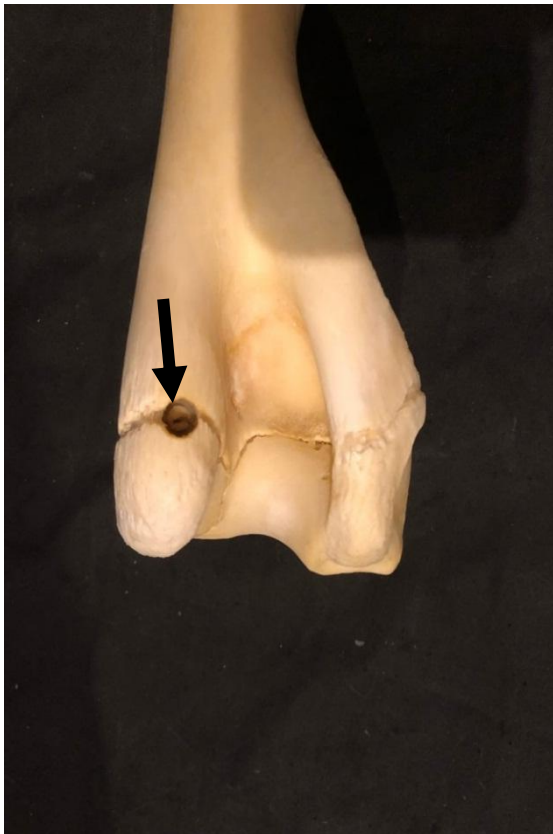


Рис. 1. Место отбора образца костной ткани
Location of bone tissue sampling

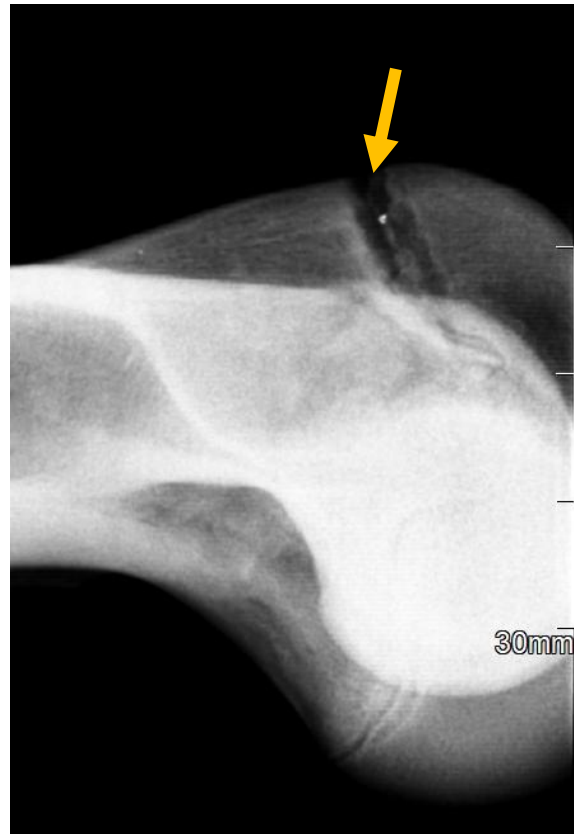


Рис. 2. Рентгенограмма дистального отдела плечевой кости для выявления места отбора образца (желтая стрелка)
Radiograph of the distal humerus to identify the sampling site (yellow arrow)

Результаты и их обсуждение

Статистика травматизма лошадей по Красноярскому краю и Республике Хакасия. В УСКК «Красноярский ГАУ» и ДЮСШ «Кентавр» содержится в среднем по 40 голов лошадей. В «Республиканском ипподроме» в сред-

нем содержится 100 лошадей, а в «СШ по конному спорту им. А.А. Магдалина» – 54 лошади. Количество травм опорно-двигательного аппарата у лошадей на этих предприятиях за 2022–2025 гг. представлена в таблице 1.

Таблица 1

Количество травм за период 2022–2025 гг.
Number of injuries for 2022–2025

Предприятие	Общее количество лошадей, поступивших на амбулаторное лечение	Количество лошадей с травмами опорно-двигательного аппарата	Доля лошадей с травмами опорно-двигательного аппарата, %
УСКК «Красноярский ГАУ»	133	35	26,3
ДЮСШ «Кентавр»	150	32	21,3
«Республиканский ипподром»	169	50	29,6
«СШ по конному спорту им. А.А. Магдалина»	123	40	32,5
Итого	575	157	27,43 ± 2,77

Как следует из таблицы 1, травмы опорно-двигательного аппарата за период 2022–2025 гг. в УСКК «Красноярский ГАУ» получили 26,3 %; в ДЮСШ «КЕНТАВР» – 21,3; в «Республиканском ипподроме» – 29,6; «СШ по конному спорту им. А.А. Магдалина» – 32,5 % лошадей, поступивших на амбулаторное лечение. Таким образом, около трети ((27,43 ± 2,77) %) заболеваний у лошадей приходится на опорно-двигательный аппарат, что сопоставимо с результатами других исследований [5–11].

Макроморфология костей. Установлено, что у 9-месячного жеребенка лопатка представляет собой плоскую кость, напоминающую по форме треугольник. Латеральная поверхность разделена вдоль своей длинной осью лопатки. Ось лопатки постепенно исчерпывается, приближаясь вентрально, не достигая суставного угла. Примечательно, что бугор ости у жеребенка выражен крайне слабо и больше напоминает шероховатость. Предостная ямка располагается с краниальной стороны ости лопатки и занимает большую плоскость по сравнению с заостренной ямкой, расположившейся каудальнее ости. Реберная поверхность или медиальная полностью занята плоской подлопаточной ямкой. Дорсальный край лопатки направлен в сторону позвоночного столба, достаточно плоский без лопаточного хряща и имеет сильную шероховатость. Краниальный край лопатки вогнут и имеет ровный край, образуя лопаточную вырезку. Краниальный угол лопатки, являющийся переходом с дорзального края лопатки в краниальный, плоский и ровный, в отличие от лопатки взрослой лошади. Каудальный край лопатки имеет несколько гребней для прикрепления трехглавой мышцы предплечья, однако у 9-месячного жеребенка эти гребни достаточно слабо выражены по сравнению с лопаткой взрослого животного. Вентральный угол лопатки несет в себе суставную впадину, края последней у жеребенка острые и ровные по сравнению со взрослой лошадью. Также следует отметить массивность бугра лопатки с ярко выраженной зоной роста, залегающей каудо-вентрально вдоль него.

Лопатка взрослой лошади (рис. 3) по форме напоминает треугольник. Ось лопатки возвышается над латеральной поверхностью лопатки и ближе к вентральному концу оканчивается бугорком, напоминающим акромион. Предостная ямка располагается с краниальной стороны ости лопатки и занимает большую плоскость по сравнению с заостренной ямкой, расположившейся каудальнее ости. Дорсальный край лопатки, доста-

точно плоский без лопаточного хряща и имеет выраженную шероховатость. Краниальный край лопатки вогнут и имеет исчерченный продольными гребнями край, образуя лопаточную вырезку. Краниальный угол лопатки имеет ряд бугорков. Каудальный край имеет несколько гребней для прикрепления трехглавой мышцы предплечья, делая его край неровным. Вентральный угол лопатки несет в себе суставную впадину, края которой немного сглажены.

Плечевая кость у 9-месячного жеребенка (рис. 4) имеет довольно тонкое тело, или диафиз, и массивные проксимальный и дистальный эпифизы. Каудальная часть проксимального эпифиза несет головку плечевой кости с равномерной гладкой суставной поверхностью. Между головкой плечевой кости и шейкой плечевой кости имеется хорошо различимая борозда, зона роста проксимального эпифиза, которая отсутствует у взрослого животного (см. рис. 4). Большой бугор располагается кранио-латерально от головки плечевой кости. Он разделяется на краниальную и каудальную части. Каудальная часть большого бугра и дельтовидная шероховатость на гребне большого бугра менее массивны и значительно меньше выражены у жеребенка, чем у взрослой лошади. Дистальный эпифиз плечевой кости завершается валико-образным блоком и имеет ярко выраженную борозду (оставшуюся от пластинки роста), проходящую вдоль блока. Примечательно, что медиальный надмыщелок соединяется с телом плечевой кости посредством метаэпифизарного хряща и при полном удалении последнего легко отделим от тела кости.

У полуторогодовалой лошади дистальный эпифиз плечевой кости имеет тонкое тело и массивный дистальный эпифиз. Последний завершается валико-образным блоком и имеет ярко выраженную борозду (оставшуюся от пластинки роста), проходящую вдоль блока. Примечательно, что медиальный надмыщелок, соединяется с телом плечевой кости посредством метаэпифизарного хряща и при полном удалении последнего легко отделим от тела кости.

У 14-летней лошади плечевая кость (см. рис. 4) имеет массивное: тело, проксимальный и дистальный эпифизы. Каудальная часть проксимального эпифиза несет головку плечевой кости с равномерной гладкой суставной поверхностью, кранио-латерально от нее располагается большой бугор. Каудальная часть большого бугра и дельтовидная шероховатость массивны и хорошо выражены. Дистальный эпифиз плечевой кости завершается валико-образным блоком.



Рис. 3. Возрастные морфологические отличия лопатки (латеральная поверхность) лошади:
 А – 9 месяцев, В – 14 лет
 Age-related morphological differences in the horse's scapula (lateral surface):
 А – 9 months, В – 14 years



Рис. 4. Возрастные морфологические отличия плечевой кости (латеральная поверхность) лошади:
 А – 9 месяцев, В – 14 лет
 Age-related morphological differences in the horse's humerus (lateral surface):
 А – 9 months, В – 14 years

Лучевая кость 9-месячного жеребенка в проксимальной части имеет головку, на которой располагается суставная поверхность, а также опоясывающую ее борозду, в которой находится метаэпифизарный хрящ. Тело лучевой кости имеет форму слегка изогнутого цилиндра с ровными гладкими краями. Дистальный эпифиз лучевой кости имеет суставную поверхность для запястья (*facies articularis carpea*), которую также опоясывает борозда.

Лучевая кость 14-летней лошади в своей проксимальной части имеет головку лучевой кости, без борозды. Тело лучевой кости имеет форму слегка изогнутого цилиндра с ровными гладкими краями. Дистальный эпифиз лучевой кости имеет суставную поверхность для запястья, без опоясывающей борозды.

Локтевая кость 9-месячного жеребенка не сращена с лучевой костью, она сохраняет свою дистальную часть в виде тонкого продолговатого тяжа, уходящего дистально и оканчивающегося у дистального эпифиза лучевой кости. Локтевая кость держится на лучевой кости посред-

ством связки, проходящей почти по всей длине сочленения костей, не достигая дистального конца локтевой кости на 1,5 см. Локтевой отросток содержит внушительных размеров борозду, проходящую и расширяющуюся кранио-дорсально вдоль локтевого бугра. Приметна малая площадь сочленения локтевого бугра с локтевым отростком.

Лучевая и локтевая кости полуторогодовалого жеребенка имеют аналогичные морфологические особенности, что и у 9-месячного жеребенка (рис. 5), т. е. в них обнаруживают опоясывающие борозды.

Локтевая кость 14-летней лошади сращена с лучевой костью, дистальная часть плавно переходит в толщу лучевой кости. Локтевой отросток на конце имеет утолщение – локтевой бугор. Краниальный край отростка имеет бугор – крючковидный отросток. Между ним и суставной поверхностью лучевой кости имеется вогнутая поверхность – полулунная вырезка. Опоясывающие борозды отсутствуют.



Рис. 5. Лучевая (radius) и локтевая (ulna) кости жеребенка (1,6 года)
Radius and ulna bones of foal (1.6 years)

В запястном суставе измерена самая большая кость – 3-я кость (os carpale tertium). Существенных отличий от костей взрослого животного не имеет.

Пястная 3-я кость 9-месячного жеребенка имеет форму сплюснутого цилиндра. На проксимальном конце кости располагается плоская суставная поверхность, под которой находится пористая линия, опоясывающая эпифиз кости. Данные участки пористости находятся также и возле дистального эпифиза, со сходной локализацией, указывающие на свежее сращение зоны роста. Грифельные кости располагаются на пальмарной поверхности 3-й пястной кости и не сращены с ней. Пястная 3-я кость и грифельные кости полуторогодовалого жеребенка имеют те же морфологические, что и у жеребенка 9 мес.

Пястная 3-я кость взрослой лошади имеет форму сплюснутого цилиндра. На проксималь-

ном и дистальном эпифизах кости имеются плоские суставные поверхности. Грифельные кости располагаются на пальмарной поверхности 3-й пястной кости и местами сращены с ней. Медиальная грифельная кость длиннее и шире латеральной и имеет в дистальной половине зону гипертрофии. Края грифельной кости в этой зоне сливаются с 3-й пястной, образуя на ней бугор.

Фаланги 1–3 9-месячного жеребенка и полуторогодовалого жеребенка не имели существенных отличий от взрослой лошади, что согласуется с данными о том, что дистальные части конечностей лошадей заканчивают свой остеогенез значительно раньше остальных костей [12, 13].

Результаты остеометрии. Результаты остеометрических измерений представлены в таблице 2.

Таблица 2

Остеометрические данные измерений грудных конечностей лошадей, см
Results of osteometric measurements of the forelimb of horses, cm

Аббревиатура измерения	Название измерения	Возрастная группа		
		9 мес.	1,6 года	14 лет
1	2	3	4	5
Лопатка (scapula)				
HS	Высота вдоль ости лопатки	29,4	–	41,4
DNA	Диагональная высота	28,5	–	39,2
Ld	Наибольшая дорсальная длина	15,6	–	21,8
SLC	Наименьшая длина шейки лопатки	5,8	–	7,9
GLP	Наибольшая длина меж суставных бугорков	10	–	11,4
LG	Длина суставной впадины	6,6	–	7,1
BG	Ширина суставной впадины	5,2	–	6,6
Плечевая кость (humerus)				
GLI	Наибольшая длина латеральной части кости	29,6	–	36,6
GLC	Наибольшая длина от головки плечевой кости	28,5	–	34,5

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5
Bp	Ширина проксимального конца	9,3	–	11,5
SD	Наименьшая ширина диафиза	3,3	3,5	4,6
Sd	Наибольшая ширина дистального конца	9	9,7	11
Bt	Ширина блока плечевой кости	8,4	8,9	9,8
Лучевая (radius) и локтевая кости (ulna)				
GL	Наибольшая длина	42,2	38,6	50,1
GLI	Наибольшая длина латеральной части	42,1	38	49
Лучевая кость (radius)				
GL	Наибольшая длина	34,7	31,7	40,3
PL	Физиологическая длина	33,3	30,5	38,5
LI	Длина латеральной части	33,5	30	38
BP	Наибольшая ширина проксимального конца	9,2	8,9	10,75
BFp	Ширина проксимальной суставной поверхности	8,3	8,7	9,85
SD	Наименьшая ширина диафиза	3,6	4,1	4,9
CD	Наименьшая окружность диафиза	11,2	12,4	15,7
Bd	Наибольшая ширина дистального конца	8,4	8,9	10
BFd	Наибольшая ширина дистальной суставной поверхности	7	7,8	8,3
Локтевая кость (ulna)				
GL	Наибольшая длина	36	34	41,3
DPA	Сквозная глубина крючковидного отростка	6,1	6,1	7,8
SDO	Наименьшая глубина локтевого бугра	4,8	4,7	6,2
BPC	Наименьшая ширина проксимальной суставной поверхности	4,75	4,6	5,6
3-я запястная кость (os carpi tertium)				
GB	Наибольшая ширина	4,7	5	5,6
3-я пястная кость (os metacarpi tertium)				
GL	Наибольшая длина	26,5	25	27,6
GLI	Наибольшая длина латеральной части	26,2	24,6	27,1
LI	Латеральная длина внешней части	25,5	24,2	26,8
Bp	Небольшая длина проксимального конца	5,8	5,9	6,75
Dp	Глубина проксимального конца	3,4	4,1	4,3
SD	Наименьшая ширина диафиза	3,2	3,6	4,3
CD	Окружность диафиза	10,4	11,2	–
DD	Наименьшая глубина диафиза	2,5	2,8	3,3
Bd	Ширина дистального конца	5,5	5,6	6,6
Dd	Глубина дистального конца	3,2	3,5	3,8
Путовая кость (phalanx prima)				
GL	Наибольшая длина	10	9,2	11,2
Bp	Наибольшая ширина проксимальной части	5,75	6,3	6,8
BFp	Наибольшая ширина проксимальной суставной поверхности	5,6	6,1	6,6
Dp	Глубина проксимального конца	4	4,2	4,2
SD	Наименьшая ширина диафиза	3,5	4,1	4,4
Bd	Наибольшая ширина дистального конца	4,9	5,1	5,6
BFd	Наибольшая ширина суставной поверхности	4,9	5,1	5,5
Венечная кость (phalanx secunda)				
GL	Наибольшая длина	5,3	5,1	5
Bp	Наибольшая ширина проксимальной части	5,4	5,8	5,9
BFp	Наибольшая ширина проксимальной суставной поверхности	5,2	5,6	5,6

1	2	3	4	5
Dp	Глубина проксимального конца	3,5	3,8	3,8
SD	Наименьшая ширина диафиза	4,8	5	5,1
Bd	Наибольшая ширина дистального конца	5,1	5,9	5,7

Как следует из данных таблицы 2, лопатка 9-месячного жеребенка по всем измерениям значительно уступает лопатке взрослой лошади. При этом соотношение дорсального края и суставной впадины лопатки не одинакова. Так, у 14-летней лошади наибольшая дорсальная длина лопатки (Ld) равняется 21,8 см, а наибольшая длина межсуставных бугорков лопатки (GLP) – 11,4 см, это указывает на то, что доля длины суставной впадины лопатки составляет 52,3 % к длине дорсального края. У жеребенка 9 месяцев наибольшая дорсальная длина лопатки (Ld) равняется 15,6 см, а наибольшая длина межсуставных бугорков лопатки (GLP) – 10,0 см, это означает что длина суставной впадины занимает 64,1 % длины дорсального края. Такое соотношение указывает на то, что рост вентральной части лопатки идет интенсивнее дорсального.

Плечевые кости жеребенка 9 месяцев и 1,6 года по размерам существенно не отличались, тогда как плечевая кость взрослой лошади была заметно больше, чем у жеребят, на 19,1 % по длине и от 9,2 до 14,3 % по ширине.

Длина сросшихся лучевой и локтевой костей (GL) у 9-месячного жеребенка меньше, чем у взрослой лошади на 15,8 %, а у жеребенка 1,6 лет – на 23 %. Ширина лучевой кости жеребят в дистальном и проксимальном эпифизах в среднем уступает показателям взрослой лошади на 11,0–17,2 %.

Ширина 3-й запястной кости у лошадей с возрастом увеличивается. Так, у жеребенка 9 месяцев ширина составляет 4,7 см, а у жеребенка 1,6 года – 5,0 см, у взрослой лошади – 5,6 см.

3-я пястная кость повторяет закономерности, прослеживаемые в лучевых костях среди жеребят и взрослой лошади. Длины фаланг мало отличались среди лошадей всех возрастных групп, а значения, связанные с шириной, имели большую разницу между взрослой лошадию и жеребятами. Для установления зависимости продольного роста кости от возраста были сравнены данные, характеризующие наибольшую длину костей (GL). Установлено, что колебания между наибольшим и наименьшим значением снижается при приближении к дистальным

отделам конечности. Прослежена зависимость оппозиционного роста костей у лошадей разных возрастов, для этого сравнивали показатели наибольшей ширины дистального эпифиза (Bd). Выявлено увеличение показателей ширины костей с увеличением возраста лошадей. Остеометрические измерения показали, что размеры дистальных отделов конечностей лошадей разных возрастов не имели больших отличий, что подтверждает их раннюю сформированность и согласуется с утверждениями ряда исследований [12, 13].

Микроморфология костной ткани. Для гистологического исследования были отобраны образцы с локтевого бугра 9-месячного жеребенка (рис. 6) и 14-летнего мерина (рис. 7).

Под микроскопом на локтевом бугре у 9-месячного жеребенка (см. рис. 6) видна широкая прослойка метаэпифизарного хряща. В толще хряща располагаются хондроциты, соответствуя зонам: резервная зона (в левом верхнем углу), здесь хондроциты располагаются одиночно, диффузно, не делятся. Дальше лежит зона пролиферации, хорошо заметная в нижней половине препарата, в ней хондроциты выстроены в колонны и находятся в процессе деления, занимая одну лауну. В зоне гипертрофии хондроциты увеличиваются в размерах, межклеточный матрикс редуцируется до узких спикул. Зона гипертрофии тесно прилегает к зоне окостенения, в которой кальцификация хрящевого матрикса завершается и хондроциты дегенерируют.

На гистосрезе кости взрослой лошади (см. рис. 7) видны структуры сформированной пластинчатой кости, завершившей остеогенез, хорошо различимы остеоны с костными пластинками и располагающимися между ними остеоцитами. Остеоциты имеют цитоплазматические отростки, располагающиеся в канальцах лакун. В центре остеона виден поперечно-перерезанный канал остеона с кровеносным сосудом. Пространства между остеонами заполнены вставочными пластинками. Следует отметить, что на данном участке локтевого бугра отсутствует метэпифизарный хрящ. Полученные нами данные согласуются с утвержде-

ниями ряда авторов о том что у жеребят идет интенсивный рост костей грудных конечностей в длину за счет метаэпифизарного хряща, тогда

как у взрослых лошадей (старше 10 лет) это процесс завершен [12, 13].

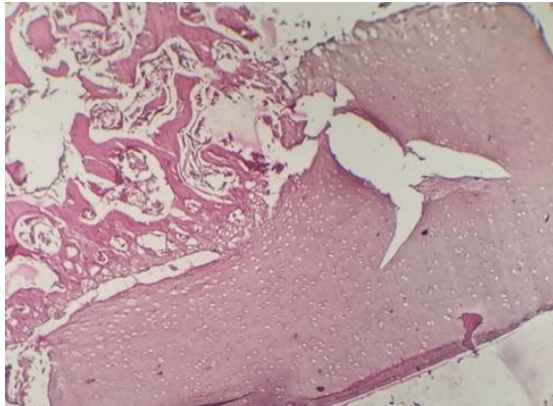


Рис. 6. Метаэпифизарный хрящ в области локтевого бугра (1,6 года).

Окраска: гематоксилин и эозин, об. $\times 4$
Metaepiphyseal cartilage in the area of the olecranon tuberosity. Foal (1.6 years old). Staining: hematoxylin and eosin, $\times 4$

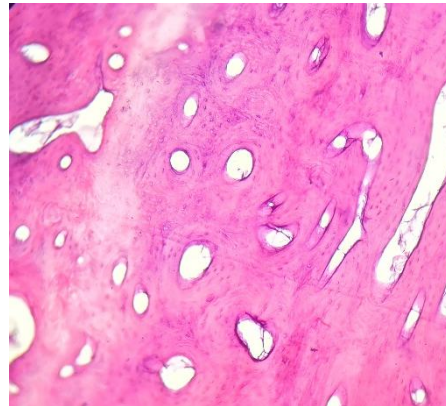


Рис. 7. Остеоны в области локтевого бугра (14 лет).

Окраска: гематоксилин и эозин, об. $\times 4$
Osteons in the area of the olecranon tuberosity (14 years old). Staining: hematoxylin and eosin, $\times 4$ volume

Заключение

1. Уровень травматизма опорно-двигательного аппарата у лошадей в ряде предприятий Красноярского края и Республики Хакасия в среднем составляет $(27,43 \pm 2,77) \%$, что согласуется с данными в других коневодческих предприятиях страны.

2. Наиболее рано завершают рост кости дистальных отделов грудной конечности – фаланги пальцев, кости пясти и запястья. Лопатка, плечевая кость, лучевая и локтевая продолжают интенсивный рост. У лошади репродуктивного возраста (14 лет) отсутствуют макро- и микроморфологические признаки остеогенеза, не обнаруживаются зоны роста в виде метаэпифизарных хрящей.

3. Кости жеребят (9 месяцев) и лошадей в период наступления половой зрелости (1,6 года) имеют гладкие ровные края и поверхности, без дополнительных шероховатостей, бугристостей и гребней, которые наблюдаются у лошадей репродуктивного возраста (14 лет). На микроскопи-

ческом уровне у жеребят и лошадей в период наступления половой зрелости обнаруживаются прослойки метаэпифизарного хряща в типичных местах расположения зон роста костей.

4. У лошадей репродуктивного возраста присутствуют сращения: локтевой кости к лучевой, а медиальной грифельной кости – к 3-пястной. Остеометрические измерения показали, что кости дистальных отделов конечностей лошади различного возраста не имеют существенных отличий между собой, что подтверждает их раннюю сформированность. Тогда как кости проксимальных отделов конечностей продолжают свой рост как в длину, так и в ширину.

5. К микроморфологическим особенностям костной ткани у жеребят и лошадей в период наступления половой зрелости следует отнести наличие зон роста на бугре локтевой кости, проксимальном и дистальном метафизах лучевой кости и плечевой кости, тогда как у лошадей репродуктивного возраста зоны роста закрыты сформированной костной тканью.

Список источников

1. Crawford K.L., Finnane A., Phillips C.J.C., et al. The risk factors for musculoskeletal injuries in thoroughbred racehorses in Queensland, Australia: how these vary for two-year-old and older horses and with type of injury // *Animals (Basel)*. 2021. Vol. 11, N 2. P. 270.

2. Ruse K., Davison A., Bridle K. Jump horse safety: reconciling public debate and australian thoroughbred jump racing data, 2012–2014 // *Animals*. 2015. Vol. 5, N 4. P. 1072–1091.
3. Wright I., editor. *Fractures in the Horse*. 1st edition. Hoboken: Wiley, 2022. 880 p.
4. Титова Е.В. Травматизм спортивных лошадей: дис. канд. вет. наук : 4.2.1 Санкт-Петербург, 2023. 147 с.
5. Чернигова С.В., Сучков М.В., Зубкова Н.В. Эффективность метода винтовой фиксации при лечении лошадей с переломами проксимальной фаланги // *Вестник Омского ГАУ*. 2022. № 1. С. 111–120.
6. Гордеева А.В., Осийчук Е.К. Анализ заболеваемости опорно-двигательного аппарата у спортивных лошадей в Ано Дюшш По Кс «Кентавр». В сб.: XVI Всероссийская студенческая научная конференция, Красноярск, 24–26 марта 2021 г. Красноярск: КрасГАУ, 2021. С. 142–144.
7. Федорин А.В., Беляев В.А., Петросенко Т.А., и др. Нозологический профиль незаразных болезней служебных лошадей в условиях среднегорья Краснодарского края // *Ветеринария Кубани*. 2017. № 3. С. 23–24.
8. Безрук Т.А. Диагностика болезней конечностей лошадей в конно-спортивном клубе «Рыжая лошадь». В сб.: XXII Международная научная школа-конференция студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий», Абакан, 2018. Абакан: Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, 2018. С. 95.
9. Говорова М.А., Динченко О.И., Бяхова В.М., и др. Особенности диагностики патологических состояний мягких тканей дистальных отделов конечностей спортивных лошадей // *Известия Оренбургского ГАУ*. 2017. № 3. С. 108–111.
10. Санникова А.Э. Комплексная диагностика травматических повреждений сухожильно-связочного аппарата дистальных отделов конечностей лошадей в конноспортивном клубе «Олимпия». В сб.: LIX Студенческая научно-практическая конференция «Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе», Тюмень, 2022. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2022. С. 119–132.
11. Баркова А.С., Мильштейн И.М., Шурманова Е.И. Оценка состояния опорно-двигательного аппарата у спортивных лошадей в условиях Среднего Урала // *Аграрный Вестник Урала*. 2020. № S14. С. 10–18.
12. Sisson S., Grossman J.D., Getty R. Sisson and Grossman's *The anatomy of the domestic animals*. Vol. 1. Philadelphia: Saunders, 1975. 1211 p.
13. Bennett D. Timing and rate of skeletal maturation in horses, With Comments on Starting Young Horses and the State of the Industry // *Equine Studies Institute*. 2008.
14. Скопичев В.Г., Эйсымонт Т.А., Алексеев Н.П., и др. *Физиология животных и этология*. М.: Колосс, 2004. 720 с.
15. Von Den Driesch A. *A guide to the measurement of animal bone from archaeological sites*. Cambridge: Harvard Peabody Museum of Archaeology and Ethnology, 1981. 138 с.

References

1. Crawford KL, Finnane A, Phillips CJC, et al. The risk factors for musculoskeletal injuries in thoroughbred racehorses in Queensland, Australia: How these vary for two-year-old and older horses and with type of injury. *Animals (Basel)*. 2021;11(2):270.
2. Ruse K, Davison A, Bridle K. Jump horse safety: reconciling public debate and Australian thoroughbred jump racing data, 2012–2014. *Animals*. 2015;5(4):1072-1091.
3. Wright I, editor. *Fractures in the Horse*. 1st edition. Hoboken: Wiley, 2022. 880 p.
4. Titova EV. Travmatizm sportivnyh loshadej: dis. kand. vet. nauk : 4.2.1 Saint-Petersburg, 2023. 147 p.
5. Chernigova SV, Suchkov MV, Zubkova NV. Efficiency of screw fixation in the treatment of horses with proximal phalanx fractures. *Bulletin of Omsk State Agrarian University*. 2022;1:111-120.
6. Gordeeva AV, Osiychuk EK. Analysis of the incidence of musculoskeletal diseases in sport horses in the ANO DUSSH Po KS "Centaur". In: XVI All-Russian Student Scientific Conference "Student science – a look into the future", Krasnoyarsk, 24–26 Mar 2021. Krasnoyarsk: KrasSAU; 2021. P. 142–144.

7. Fedorin AV, Belyaev VA, Petrosenko TA, et al. Nosological profile of non-communicable diseases of service horses in the mid-mountain conditions of the Krasnodar Territory. *Veterinary science oif Kuban*. 2017;3:23-24.
8. Bezruk TA. Diagnostics of equine limb diseases in the "Red Horse" equestrian club. In: *XXII International Scientific School-Conference of Students and Young Scientists "Ecology of Southern Siberia and Adjacent Territories"*, Abakan, 2018. Abakan: Khakass State University named after N.F. Katanov, 2018. P. 95.
9. Govorova MA, Dinchenko OI, Byakhova VM, et al. Features of diagnostics of pathological conditions of soft tissues of the distal parts of the limbs of sport horses. *Bulletin of the Orenburg SAU*. 2017;3:108-111.
10. Sannikova AE. Comprehensive diagnostics of traumatic injuries of the tendon-ligament apparatus of the distal limbs of horses in the Olimpia equestrian club. In: *69th Student scientific and practical conference "Successes of Youth Science in the Agro-Industrial Complex"*, Tyumen, 2022. Tyumen: SAU of the Northern Trans-Urals; 2022. P. 119–132.
11. Barkova AS., Mil'shtein IM, Shurmanova EI. Assessment of the condition of the musculoskeletal system in sport horses in the conditions of the Middle Urals. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2020;S14:10-18.
12. Sisson S, Grossman J, Getty DR. *The anatomy of the domestic animals*. Vol. 1. Philadelphia: Saunders; 1975. 1211 p.
13. Bennett D. Timing and rate of skeletal maturation in horses, With Comments on Starting Young Horses and the State of the Industry. *Equine Studies Institute*. 2008.
14. Skopichev VG, Eisyomont TA, Alekseev NP, et al. *Animal physiology and ethology*. Moscow: Koloss; 2004. 720 p.
15. Von Den Driesch A. A guide to the measurement of animal bone from archaeological sites. In.: Cambridge: Harvard Peabody Museum of Archaeology and Ethnology; 1981. 138 p.

Статья принята к публикации 02.02.2026 / The article accepted for publication 02.02.2026.

Информация об авторах:

Татьяна Александровна Ундрейтис, аспирант

Наталья Владимировна Донкова, заведующая кафедрой анатомии, патологической анатомии и хирургии, доктор ветеринарных наук, профессор

Information about the authors:

Tatiana Alexandrovna Undraitis, Postgraduate

Natalia Vladimirovna Donkova, Head of the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

