

УДК: 619:616.71-001.5:611.71

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2024.2.353

ОЦЕНКА АНАТОМО-РЕНТГЕНОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРОКСИМАЛЬНОЙ ФАЛАНГИ ЛОШАДИ

Сучков М.В. – асп. кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства (ORCID 0009-0005-6567-3577); Чернигова С.В.* – д-р ветеринар. наук, проф., директор института ветеринарной медицины и биотехнологии (ORCID 0000-0003-1131-7938); Зубкова Н.В. – канд. ветеринар. наук, доц. кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства (ORCID 0000-0001-9281-5335); Дочилова Е.С. – канд. ветеринар. наук, доц. кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства (ORCID 0009-0008-6773-5120).

ФГБОУ ВО «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

*sv.chernigova@omgau.org

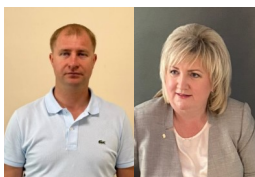
Ключевые слова: морфометрия, лошадь, рентгенологическое исследование, путовая кость, переломы, хирургия.

Key words: morphometry, horse, X-ray examination, fetlock, fractures, surgery.

Поступила: 13.05.2024

Принята к публикации: 10.06.2024

Опубликована онлайн: 28.06.2024



РЕФЕРАТ

При выполнении остеосинтеза методом винтовой фиксации важно проведение операционного планирования (выбор винтов оптимальной длины и диаметра). Выбор тактики остеосинтеза и правильный подбор размера винта позволяет стимулировать регенерацию и предотвращать возможные осложнения. Рентгенографический метод исследования входит в обязательный критерий предоперационного обследования, что позволяет определить размер деформации и параметры кости. В основу настоящего исследования легла гипотеза о том, что прижизненное рентгенографическое измерение кости проксимальной фаланги лошади (продольные и поперечные размеры проксимального и дистального эпифиза и диафиза, длина кости), позволяет обосновать размер и технику постановки фиксирующего винта при фиксации переломов. Морфометрические исследования включали макроскопическое препарирование; морфометрию костных препаратов; рентгенологическое измерение путовой кости; документирование полученных данных, фотографирование. Морфометрическое исследование проведено на 20 костных препаратах (10 грудных и 10 тазовых) и 40 рентгенографических изображениях (20 в латеро-медиальных и 20 в дорсо-пальмарных/плантарных проекциях) проксимальной фаланги лошади. В результате выполненной работы установлено, что вариативность параметров (продольный и поперечный размер проксимального эпифиза, продольный и поперечный размер дистального эпифиза; продольный и поперечный размер диафиза, длина кости) путовой кости грудных и тазовых конечностей у лошадей для средних значений не имеет существенных отклонений (до

1%), в то время как различия между минимальными и максимальными значениями находятся в диапазоне от 20,0% до 66,6% для значений, полученных анатомическим методом и от 12,2% до 33,3% – рентгенологическим.

ВВЕДЕНИЕ / INTRODUCTION

Пястно-фаланговый сустав является основным местом переломов у чистокровных скаковых лошадей из-за высокой величины двигательных сил в этой области, повышенной нагрузки и перенапряжения во время рыси, галопа и приземления [1,2]. К числу высокой распространенности относят переломы проксимальной фаланги в области сагиттальной борозды [3,4,5,6]. Сагиттальные короткие и длинные переломы проксимальной фаланги занимают больший процент у скаковых лошадей, что, по-видимому, связано с поверхностями газона для скачек, которые, как известно, ограничивают скольжение копыта вперед при ударе. Считается, что сагиттальные переломы проксимальной фаланги лошади являются результатом острого биомеханического действия, при котором сочленение сагиттального гребня третьей пястной кости внутри сагиттальной борозды проксимальной фаланги вызывает сжимающие и скручивающие силы [7,8]. Изменения размера кости могут быть доминирующей адаптацией к нагрузке, а также могут быть лучшим индикатором повышения механической целостности [9]. Аналогичные ортопедические исследования на человеке подтвердили связь геометрии кости проксимального отдела бедренной кости и ее перелома [10,11].

В настоящее время продолжается поиск методов диагностики и лечения подобных повреждений. Рентгенография считается золотым стандартом диагностической визуализации переломов, из-за ее способности выявлять травмы костей на более ранних стадиях, чем другие методы [12,13]. Методы анатомической и рентгенографической морфометрии костей являются базовыми методами, но могут отличаться своей объективностью и способностью выявлять видовую принадлежность, из-за чего не часто применяются в практической медицине.

Цель настоящего исследования заключалась в оценке морфометрических показателей кости проксимальной фаланги лошади (продольные и поперечные размеры проксимального и дистального эпифиза и диафиза, длина кости), определяемые прижизненно с помощью цифровой рентгенографии, позволяющие в дальнейшем обосновать размер и технику постановки фиксирующего винта при лечении сагиттальных переломов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHODS.

Клинические исследования проводили на базе ветеринарной клиники «MaximaVet» и кафедры диагностики, внутренних незаразных болезней, фармакологии, хирургии и акушерства института ветеринарной медицины и биотехнологии ФГБОУ ВО «Омский государственный университет имени П.А. Столыпина».

На первом этапе работы отобраны анатомические объекты костных препаратов проксимальной фаланги грудных (n=10) и тазовых (n=10) конечностей спортивных лошадей, подвергшихся эвтаназии по причинам, не связанным с заболеваниями опорно-двигательного аппарата. Препарирование осуществляли путем отсечения тазовой/грудной конечности лошади на уровне лопаточного/тазобедренного сочленения, а затем отделяли дистальную часть конечности в месте пястно-фалангового сустава и осуществляли скелетирование. Обнажение путовой кости достигалось последовательным удалением сначала кожи, затем сухожилий, сосудов и нервов.

Для получения сведений об органе проводили измерение основных параметров кости с помощью электронного штангенциркуля с точностью до 0,01. Osteометрические измерения проксимальной фаланги проводили по следующим параметрам: Апэ – продольный размер проксимального эпифиза; Адэ – продольный

размер дистального эпифиза; Ад – продольный размер диафиза, Бпэ – поперечный размер проксимального эпифиза; Бдэ – поперечный размер дистального эпифиза, Бд – поперечный размер диафиза, Д – длина кости (рис. 1).

Вторым этапом служило получение ряда латеро-медиальных (n=20) и дорсо-пальмарных/плантарных (n=20) рентгеновских снимков дистального отдела грудных и тазовых конечностей. В исследовании включены спортивные лошади

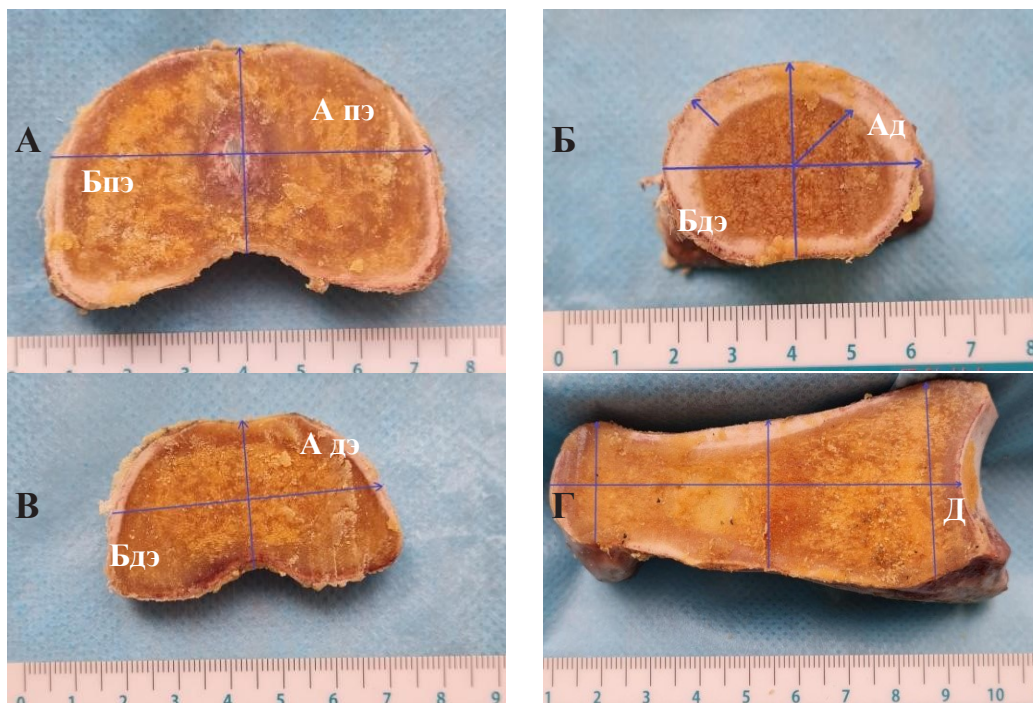


Рисунок 1 – Морфометрические показатели проксимальной фаланги (путовой кости) лошади: А – поперечный срез проксимального эпифиза; Б – поперечный срез в середине длины диафиза; В – поперечный срез дистального эпифиза; Г – продольный срез кости.

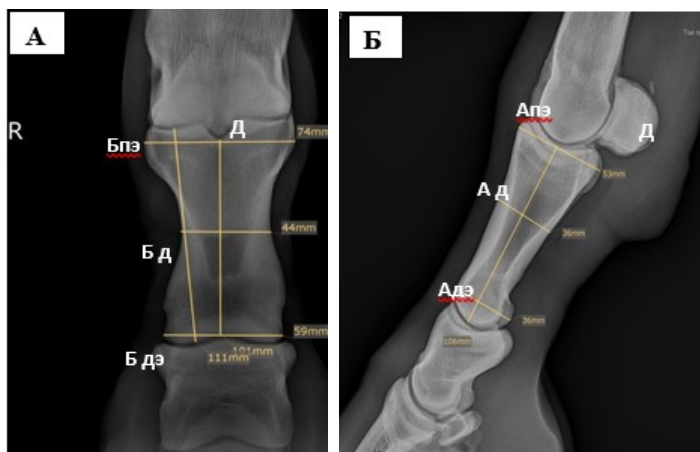


Рисунок 2 – Дорсо-пальмарный (А) и латеро-медиальный (Б) рентгенографические снимки проксимальной фаланги лошади.

различного возраста. Заболевания опорно-двигательной системы у данных групп животных исключены. Рентгенографические изображения получены с помощью портативного рентгенографического аппарата Gierth HF 80/20 на расстоянии 80 см (рис. 2). Измерения проводили в программе DICOM. Включены следующие параметры: Апэ – продольный размер проксимального эпифиза; Адэ – продольный размер дистального эпифиза; Ад – продольный размер диафиза, Бпэ – поперечный размер проксимального эпифиза; Бдэ – поперечный размер дистального эпифиза, Бд – поперечный размер диафиза, Д – длина кости. Полученные результаты работы подвергались цифровой обработке и анализу.

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

На 20 проксимальных фалангах грудной и тазовой конечностей без видимых признаков патологических изменений костей изучали анатомические морфометрические параметры. Согласно полученным данным, для всех показателей характерен относительно небольшой диапазон различий между значениями грудной и тазовой конечности. Так, длина путовой кости грудной конечности характеризовалась минимальным значением 77 мм и максимальным значением 98 мм, среднее значение составило $81,9 \pm 0,7$ мм (рис.3). Измерение на грудной конечности среднего продольного размера (Апэ) проксимального эпифиза путовой кости позволило установить среднее значение $41,2 \pm 0,9$ мм, дистального эпифиза (Адэ) – $28,7 \pm 0,7$ мм. Минимальное значение поперечного размера проксимального эпифиза (Бпэ) составило 60 мм, максимальное 71 мм, среднее значение – $64,5 \pm 0,8$ мм. К морфометрическим параметрам, определяемым на тазовой конечности, отнесли длину путовой кости, значение которого составило \min – 77 мм, \max – 100 мм, среднее значение – $82,5 \pm 0,7$ мм. Среднее значение размера проксимального эпифиза путовой кости (Апэ) составило $43,8 \pm 0,9$ мм. Средний размер дистального эпифиза (Адэ) на тазовой конечности – $28,4 \pm 0,7$ мм (рис. 4). На тазовой ко-

нечности поперечный размер достигал минимального и максимального значений по аналогии с грудным, однако, его среднее значение было больше – $66,3 \pm 0,8$ мм.

Согласно полученным данным следует, что между \min и \max длины путовой кости для каждого из параметров грудной и тазовой конечностей имеются существенные различия (27,7% и 29,8% соответственно), что подтверждает наличие вариантной анатомии проксимальной фаланги. При этом также установлено, что продольный и поперечный размер проксимального эпифиза превышает размеры дистального. Процент различий \max и \min (36 мм и 49 мм) на грудной конечности составляет 36,1%, на тазовой – 42,8% (35 мм и 50 мм). \min продольный размер дистального эпифиза на грудной конечности имеет значения 24 мм, \max – 33 мм; на тазовой конечности – \max (24 мм) и \min 34 мм. При морфометрическом исследовании диафиза проксимальной фаланги также установлено, что значения продольного (Ад) и поперечного размеров (Бд) достоверно больше – $27,8 \pm 0,8$ мм (грудная конечность) и $27,3 \pm 0,8$ мм (тазовая конечность), чем $44,4 \pm 0,6$ мм и $43,8 \pm 0,5$ мм соответственно. Полученные морфометрические сведения на рентгенологических снимках с помощью программы DICOM позволили вычислить продольные и поперечные размеры проксимального и дистального эпифиза, диафиза и длину проксимальной фаланги. Продольный средний размер проксимального эпифиза путовой кости грудной конечности составил $51,7 \pm 0,8$ мм, дистального эпифиза – $34,5 \pm 0,7$ мм, диафиза $33,8 \pm 0,5$ и длина $101,9 \pm 1,1$ мм, что относительно тазовой больше на 1,7%, 4,64%, 3,25 % и 2,26% соответственно (рис. 5). При сравнительном анализе \min и \max морфометрических характеристик проксимальной фаланги грудной конечности лошади, полученных рентгенанатомическим методом, было установлено, что измерения преобладают над значениями тазовой. Так, различия \max и \min длины кости (Д) на грудной (77 мм и 111 мм) составляют 44,2%, тогда как на тазовой (93 и 124 мм) – 33, 3% (рис.6).

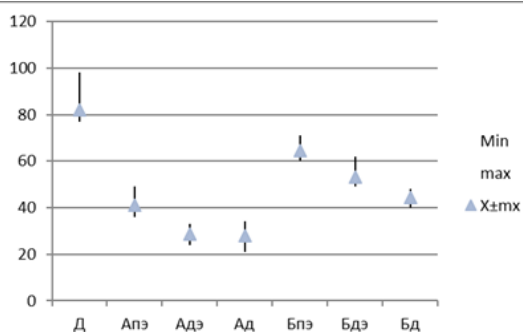


Рисунок 3 – Морфометрические показатели проксимальной фаланги грудной конечности (n=10) лошади, мм.

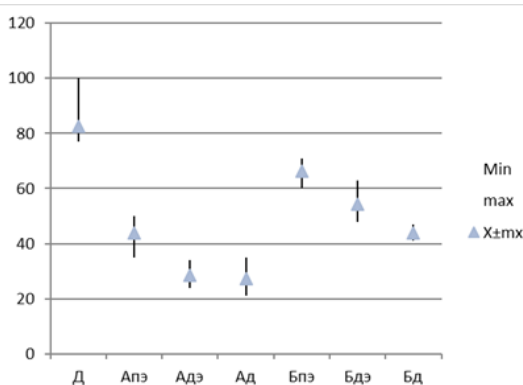


Рисунок 4 – Морфометрические показатели проксимальной фаланги тазовой конечности (n=10) лошади, мм.

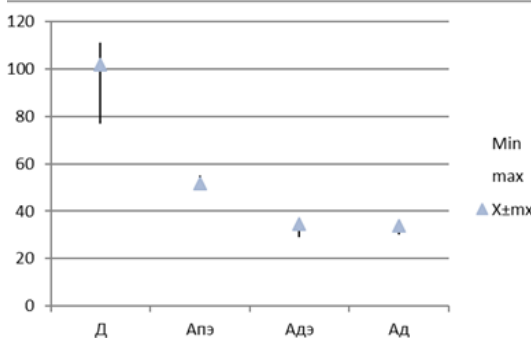


Рисунок 5 – Рентгенографические измерения в латеро-медиальной проекции нескольких морфометрических параметров путовой кости грудной конечности (n=10) (мм).

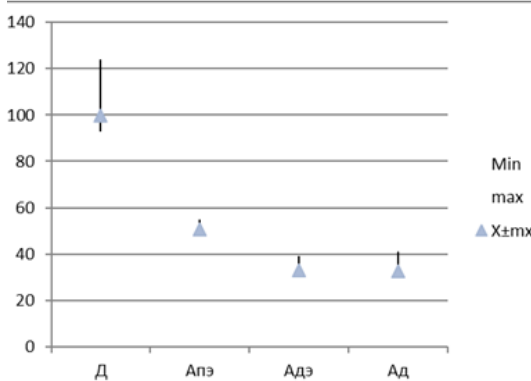


Рисунок 6 – Рентгенографические измерения в латеро-медиальной проекции нескольких морфометрических параметров путовой кости тазовой конечности (n=10) (мм).

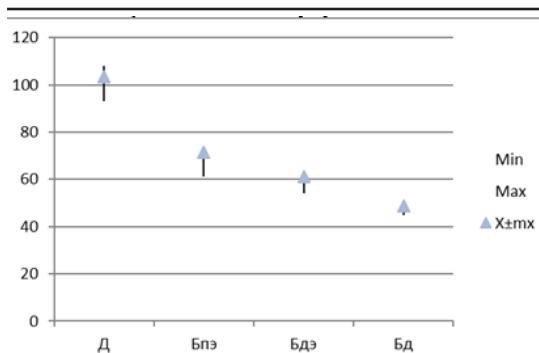


Рисунок 7 – Результаты измерений нескольких переменных проксимальной фаланги грудной конечности (n=10), полученных путем оценки рентгенограмм в дорсо-плантарной/пальмарной проекции, мм.

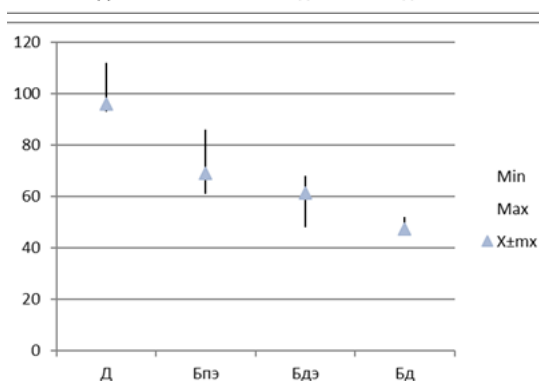


Рисунок 8 – Результаты измерений нескольких переменных проксимальной фаланги тазовой конечности (n=10), полученных путем оценки рентгенограмм в дорсо-плантарной/пальмарной проекции, мм.

Измерение продольного размера проксимального эпифиза (Апэ) на грудной конечности, полученных по рентгеновским снимкам с помощью программы DICOM показало, что min значение составило 49 мм, max – 55 мм, что 12,2% различия, тогда как на тазовой – 7,8%. Минимальное значение продольного размера дистального эпифиза (Адэ) на грудной конечности лошади, полученных из рентгенограмм, имеют значения 29 мм, максимальное – 34 мм, различие составляет – 17,2% (рис. 7). Такая же тенденция в отношении данных размеров на тазовой конечности, полученных с помощью программы DICOM, 31 мм и 39 мм (25,8%).

Средний поперечный размер Д и Бпэ на грудной конечности имел размеры больше на 6,9% и 3,7% соответственно относительно значений на тазовой. Поперечный размер путовой кости проксимального эпифиза грудной конечности составляет 71,6±1,8 мм, а тазовой конечности 68,9±1,1 мм, что превышает на 3,77%. В ходе измерений зарегистрирован

минимальный поперечный размер проксимального эпифиза на грудной конечности – 61 мм, максимальный – 69 мм (13,1%); на тазовой конечности min (93 мм) и max (112 мм), что составило 20,4%.

Регистрировали увеличение поперечного среднего размера дистального эпифиза на 0,49% на тазовой конечности относительно грудной. Статистический анализ показал, что между min и max на грудной конечности имелось различие – 14,8%, тогда как на тазовой – 15,5% (рис.8).

Измерение поперечного размера диафиза позволило установить, что он является наименьшим из размеров проксимальной фаланги, его значение составило 48,7±0,9 мм на грудной и 47,3±1,1 мм на тазовой конечностях. Различия минимального поперечного размера диафиза на грудной конечности составило 45 мм, максимального – 51 мм (13,3 %), тогда как на тазовой – 45 мм и 52 мм соответственно.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

На основании проведенных анатомо-рентгенологических измерений проксимальных фаланг грудной и тазовой конечностей можно сделать заключение о несущественных различиях размеров средних значений всех изучаемых параметров, как на грудной конечности, так и на тазовой. Вариативность основных морфометрических показателей путовой кости грудных и тазовых конечностей у лошадей для средних значений не имеет существенных отклонений (до 1%), в то время как различия между минимальными и максимальными значениями находятся в диапазоне от 20,0% до 66,6% для значений, полученных анатомическим и от 12,2% и 33,3% – рентгенологическим методами.

Результаты данного исследования дополняют не только фундаментальные знания анатомии лошади, отражающих строение проксимальной фаланги, но и играют важное значение при диагностике переломов и выборе средств и методов для проведения остеосинтеза.

EVALUATION OF ANATOMIC-RADIOLOGICAL MEASUREMENTS OF THE EQUINE PROXIMAL PHALANX

Chernigova S.V.* – doctor of veterinary sciences, professor (ORCID0000-0003-1131-7938); **Suchkov M.V.** – postgraduate student (ORCID 0009-0005-6567-3577); **Zubkova N.V.** – Ph.D. vet. sciences, associate professor (ORCID 0000-0001-9281-5335); **Dochilova E.S.** – Ph.D. vet. sciences, associate professor (ORCID 0009-0008-6773-5120)

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin

*sv.chernigova@omgau.org

ABSTRACT

When performing osteosynthesis by screw fixation, it is important to carry out operational planning (choosing the screw of the optimal length and diameter). Choosing the optimal osteosynthesis tactics and the correct screw size allows you to stimulate regeneration and prevent possible complica-

tions. The X-ray examination method is included in the mandatory criterion of preoperative examination, which allows you to determine the size of the deformation and bone parameters. The present study is based on the hypothesis that the lifetime X-ray measurement of the bone of the proximal phalanx of a horse (longitudinal and transverse dimensions of the proximal and distal epiphysis and diaphysis, bone length), allows us to justify the size and technique of fixing the screw in the treatment of fractures. Morphometric studies included macroscopic dissection; morphometry of bone preparations; X-ray measurement of the putus bone; documentation of the data obtained, photographing. A morphometric study was performed on 20 bone preparations (10 thoracic and 10 pelvic) and 40 X-ray images (20 in lateromedial and 20 in dorso-palmar/plantar projections) of the proximal phalanx of the horse. As a result of the work performed, it was found that the variability of parameters (longitudinal and transverse size of the proximal epiphysis, longitudinal and transverse size of the distal epiphysis; the longitudinal and transverse size of the diaphysis, bone length) of the fetal bone of the thoracic and pelvic limbs in horses for average values has no significant deviations (up to 1%), while the differences between the minimum and maximum values range from 20.0% to 66.6% for values obtained by anatomical method; from 12.2% and 33.3% for the X-ray method.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Schambardt HC, Merckens HW, Vogel V, Willekens C. External loads on the limbs of jumping horses at take-off and landing. *Am J Vet Res.* 1993 May;54(5):675-80. PMID: 8317758.
- Чернигова, С. В. Эффективность метода винтовой фиксации при лечении лошадей с переломами проксимальной фаланги / С. В. Чернигова, М. В. Сучков, Н. В. Зубкова // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2022. – № 1(45). – С. 111-120. – DOI 10.48136/2222-0364_2022_1_111.
- Singer E, Garcia T, Stover S. How does

- bone strain vary between the third metacarpal and the proximal phalangeal bones of the equine distal limb? *J Biomech.* 2021 Jun 23; 123:110455. doi: 10.1016/j.jbiomech.2021.110455. Epub 2021 Apr 20. PMID: 34004392.
4. Опыт лечения лошадей с короткими неполными сагитальными переломами проксимальной фаланги / С. В. Чернигова, М. В. Сучков, Н. В. Зубкова, А. И. Карклин // *Международный вестник ветеринарии.* – 2022. – № 4. – С. 421-426. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.4.421.
5. Singer E, Garcia T, Stover S. Hoof position during limb loading affects dorsoproximal bone strains on the equine proximal phalanx. *J Biomech.* 2015 Jul 16;48(10):1930-6. doi: 10.1016/j.jbiomech.2015.04.014. Epub 2015 May 14. PMID: 26003484.
6. Faulkner JE, Joostens Z, Broeckx BJG, Hauspie S, Mariën T, Vanderperren K. Follow-Up Magnetic Resonance Imaging of Sagittal Groove Disease of the Equine Proximal Phalanx Using a Classification System in 29 Non-Racing Sports Horses. *Animals (Basel).* 2023 Dec 21;14(1):34. doi: 10.3390/ani14010034. PMID: 38200766; PMCID: PMC10778323.
7. Общая ветеринарная хирургия: учебное пособие для вузов / А. В. Лебедева, В. А. Лукьяновского, Б. С. Семенова, Э. И. Веремей, А.А. Стекольников. – Москва: Колос, 2000 г. – Текст: непосредственный.
8. Чернигова, С. В. Коррекция нарушений метаболизма тканевых структур у лошадей с повреждениями сухожилий и связок дистальных отделов конечностей / С. В. Чернигова, Ю. В. Чернигов, Н. В. Бабаков // *Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии.* – 2017. – № 2. – С. 98-101.
9. Beccati F, Pepe M, Di Meo A, Davanzo S, Moriconi F. Radiographic evaluation of changes in the proximal phalanx of Thoroughbreds in race training. *Am J Vet Res.* 2011 Nov;72(11):1482-8. doi: 10.2460/ajvr.72.11.1482. PMID: 22023126.
10. Jee WS. The past, present, and future of bone morphometry: its contribution to an improved understanding of bone biology. *J Bone Miner Metab.* 2005;23 Suppl:1-10. doi: 10.1007/BF03026316. PMID: 15984407.
11. Wang D, Shi L, Griffith JF, Qin L, Yew DT, Riggs CM. Comprehensive surface-based morphometry reveals the association of fracture risk and bone geometry. *J Orthop Res.* 2012 Aug;30(8):1277-84. doi: 10.1002/jor.22062. Epub 2012 Jan 17. PMID: 22253193.
12. Davies HMS, Gale SM, Baker IDC. Radiographic measures of bone shape in young Thoroughbreds during training for racing. *Equine Vet J Suppl* 1999; 30:262–265
13. Mattoon JS. Digital radiography. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006; 19:123–132.

REFERENCES

1. Schambardt HC, Merckens HW, Vogel V, Willekens C. External loads on the limbs of jumping horses at take-off and landing. *Am J Vet Res.* 1993 May;54(5):675-80. PMID: 8317758.
2. Chernigova, S. V. The effectiveness of the screw fixation method in the treatment of horses with fractures of the proximal phalanx / S. V. Chernigova, M. V. Suchkov, N. V. Zubkova // *Bulletin of Omsk State Agrarian University.* – 2022. – № 1(45). – Pp. 111-120. – DOI 10.48136/2222-0364_2022_1_111.
3. Singer E, Garcia T, Stover S. How does bone strain vary between the third metacarpal and the proximal phalangeal bones of the equine distal limb? *J Biomech.* 2021 Jun 23; 123:110455. doi: 10.1016/j.jbiomech.2021.110455. Epub 2021 Apr 20. PMID: 34004392.
4. Experience in the treatment of horses with short incomplete sagittal fractures of the proximal phalanx / S. V. Chernigova, M. V. Suchkov, N. V. Zubkova, A. I. Karklin // *International Bulletin of Veterinary Medicine.* – 2022. – No. 4. – Pp. 421-426. – DOI 10.52419/issn2072-2419.2022.4.421.
5. Singer E, Garcia T, Stover S. Hoof position during limb loading affects dorsoproximal bone strains on the equine proximal phalanx. *J Biomech.* 2015 Jul 16;48(10):1930-6. doi: 10.1016/j.jbiomech.2015.04.014. Epub 2015 May 14.

PMID: 26003484.

6. Faulkner JE, Joostens Z, Broeckx BJG, Hauspie S, Mariën T, Vanderperren K. Follow-Up Magnetic Resonance Imaging of Sagittal Groove Disease of the Equine Proximal Phalanx Using a Classification System in 29 Non-Racing Sports Horses. *Animals* (Basel). 2023 Dec 21;14(1):34. doi: 10.3390/ani14010034. PMID: 38200766; PMCID: PMC10778323.

7. General veterinary surgery: a textbook for universities / A.V. Lebedeva, V. A. Lukanovsky, B. S. Semenova, E. I. Veremey, A.A. Stekolnikov. – Moscow: Kolos, 2000 – Text: direct.

8. Chernigova, S. V. Correction of metabolic disorders of tissue structures in horses with injuries to tendons and ligaments of distal extremities / S. V. Chernigova, Yu. V. Chernigov, N. V. Babakov // *Issues of regulatory regulation in veterinary medicine*. – 2017. – No. 2. – pp. 98-101.

9. Beccati F, Pepe M, Di Meo A, Davanzo S, Moriconi F. Radiographic evaluation of

changes in the proximal phalanx of Thoroughbreds in race training. *Am J Vet Res*. 2011 Nov;72(11):1482-8. doi: 10.2460/ajvr.72.11.1482. PMID: 22023126.

10. Jee WS. The past, present, and future of bone morphometry: its contribution to an improved understanding of bone biology. *J Bone Miner Metab*. 2005;23 Suppl:1-10. doi: 10.1007/BF03026316. PMID: 15984407.

11. Wang D, Shi L, Griffith JF, Qin L, Yew DT, Riggs CM. Comprehensive surface-based morphometry reveals the association of fracture risk and bone geometry. *J Orthop Res*. 2012 Aug;30(8):1277-84. doi: 10.1002/jor.22062. Epub 2012 Jan 17. PMID: 22253193.

12. Davies HMS, Gale SM, Baker IDC. Radiographic measures of bone shape in young Thoroughbreds during training for racing. *Equine Vet J Suppl* 1999; 30:262–265.

13. Mattoon JS. Digital radiography. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2006; 19:123–132.