

Научная статья/Research Article

УДК 619.636.599.616–018

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-162-168

Наталья Владимировна Донкова<sup>1✉</sup>, Ирина Эдуардовна Менчикова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, Россия

<sup>1</sup>dnv-23@mail.ru

<sup>2</sup>menchikova.79@mail.ru

## МИКРОСТРУКТУРА НЕКОТОРЫХ МЫШЦ ТАЗОВОЙ КОНЕЧНОСТИ КОСУЛИ СИБИРСКОЙ (*CAPREOLUS PYGARGUS*)

Цель исследования – изучение микроструктурных особенностей некоторых мышц тазовой конечности косули сибирской (*Capreolus pygargus*). Исследование выполнено на кафедре анатомии, патологической анатомии и хирургии Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского государственного аграрного университета в 2024 г. Материал для гистологического исследования – кусочки мышц тазовой конечности косули: средняя ягодичная мышца (*m. gluteus medius*), четырехглавая мышца бедра (*m. quadriceps femoris*) и икроножная мышца голени (*m. gastrocnemius*). Препараты окрашивали гематоксилином и эозином, соединительную ткань – по методу Пикро Маллори и по методу Ван-Гизон. Мышечные волокна в мышцах тазовой конечности косули имели типичное поперечно-полосатое строение, они объединены единичными тонкими волокнами эндомизия в пучки первого порядка. В средней ягодичной мышце в каждом пучке первого порядка находится от 33 до 75 мышечных волокон. В широких перегородках, разделяющих пучки второго порядка, обнаруживались широкие извилистые коллагеновые волокна и значительное скопление жировой ткани. В четырехглавой мышце бедра в пучках первого порядка находилось от 38 до 110 мышечных волокон. На поперечных срезах мышечные волокна имели неправильную форму с миофибриллами, занимающими большую часть саркоплазмы, «поля Конгейма» были видны в большей части волокон. В перемизии имелись коллагеновые волокна и фибробласты. В икроножной мышце на поперечном срезе хорошо выражена архитектура пучков мышечных волокон первого порядка, где находилось от 14 до 49 мышечных волокон. Особенностью эндомизия и перимизия выявлялось отсутствие или очень малое количество соединительнотканых волокон. Они имелись лишь в крупных перегородках, объединяющих между собой пучки второго порядка. В икроножной мышце косули имелось наименьшее количество мышечных волокон в пучках первого порядка –  $(29,9 \pm 4,14)$ , тогда как в четырехглавой мышце бедра их количество составляло  $(56,2 \pm 8,05)$ , а в средней ягодичной мышце –  $(51,4 \pm 5,31)$ , что в 1,9 ( $P < 0,01$ ) и 1,72 раза ( $P < 0,01$ ) соответственно больше, чем в икроножной мышце.

**Ключевые слова:** косуля, микроструктура, мышцы, пучки, ядра, волокна

**Для цитирования:** Донкова Н.В., Менчикова И.Э. Микроструктура некоторых мышц тазовой конечности косули сибирской (*Capreolus pygargus*) // Вестник КрасГАУ. 2024. № 11. С. 162–168. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-162-168.

Natalya Vladimirovna Donkova<sup>1✉</sup>, Irina Eduardovna Menchikova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

<sup>1</sup>dnv-23@mail.ru

<sup>2</sup>menchikova.79@mail.ru

**MICROSTRUCTURE OF SOME MUSCLES OF THE PELVIC LIMB OF THE SIBERIAN ROEDEER (*CAPREOLUS PYGARGUS*)**

The aim of the study is to investigate the microstructural features of some muscles of the pelvic limb of the Siberian roedeer (*Capreolus pygargus*). The study was carried out at the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery of the Institute of Applied Biotechnology and Veterinary Medicine of the Krasnoyarsk State Agrarian University in 2024. The material for histological examination was pieces of the muscles of the pelvic limb of the roedeer: the middle gluteus muscle (*m. gluteus medius*), the quadriceps femoris and the gastrocnemius muscle of the lower leg (*m. gastrocnemius*). The preparations were stained with hematoxylin and eosin, connective tissue – using the Picro Mallory method and the Van Gieson method. The muscle fibers in the muscles of the pelvic limb of the roedeer had a typical striated structure, they are united by single thin endomysial fibers into bundles of the first order. In the middle gluteus muscle, each bundle of the first order contains from 33 to 75 muscle fibers. In the wide partitions dividing the bundles of the second order, wide sinuous collagen fibers and a significant accumulation of fatty tissue were found. In the quadriceps muscle of the thigh, in the bundles of the first order there were from 38 to 110 muscle fibers. In cross sections, the muscle fibers had an irregular shape with myofibrils occupying most of the sarcoplasm, 'Cohnheim fields' were visible in most of the fibers. Collagen fibers and fibroblasts were present in the perimysium. In the gastrocnemius muscle, the cross-section clearly shows the architectonics of the first-order muscle fiber bundles, where there were from 14 to 49 muscle fibers. The endomysium and perimysium were characterized by the absence or very small number of connective tissue fibers. They were present only in large partitions connecting the second-order bundles. The gastrocnemius muscle of the roe deer had the smallest number of muscle fibers in the first-order bundles – ( $29.9 \pm 4.14$ ), while in the quadriceps muscle of the thigh their number was ( $56.2 \pm 8.05$ ), and in the gluteus medius – ( $51.4 \pm 5.31$ ), which is 1.9 ( $P < 0.01$ ) and 1.72 times ( $P < 0.01$ ), respectively, more than in the gastrocnemius muscle.

**Keywords:** roedeer, microstructure, muscles, bundles, nuclei, fibers

**For citation:** Donkova N.V., Menchikova I.E. Microstructure of some muscles of the pelvic limb of the Siberian roedeer (*Capreolus pygargus*) // Bulliten KrasSAU. 2024;(11): 162–168 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-11-162-168.

**Введение.** Косуля относится к диким промысловым животным, ее добыча обусловлена получением ценного продукта питания – мяса. В Красноярском крае ареалом обитания косули сибирской (*Capreolus pygargus*) являются преимущественно разреженные светлохвойные леса таежной зоны Боготольского, Ачинского, Түхтетского, Большеулуйского, Казачинского, Большемуртинского, Сухобузимского и Емельяновского районов [1].

Нередко косуля становится объектом незаконной охоты, в связи с чем у правоохранительных органов возникают вопросы по идентификации фрагментов туш, изъятых у браконьеров. Для ответов на них необходимы специальные знания по сравнительной биологии, макро- и микроморфологии тканей и органов косули.

В научной литературе имеются отдельные сведения, касающиеся строения отдельных органов и систем косули [2–6]. Ряд работ посвящен анатомо-топографическому строению ло-

комоторного аппарата косули [7–10], в них установлен также морфологический состав мяса косули (74,6 % мышечная ткань, 3,0 % жировая ткань, 5,4 % соединительная ткань и 17,0 % костная ткань), и химический состав (64,0 % вода, 39,4 % белки, 13,7 % жиры, 1,1 % минеральные вещества) [11]. Авторы отмечают, что мясо диких животных по органолептическим показателям является тонковолокнистым, отложение между мышечными пучками и мышцами встречается редко, на поперечном разрезе мышцы однородны и мраморность мяса отсутствует. Как известно, наиболее развита мускулатура тазовых конечностей, поскольку на них приходится основная нагрузка при движении животного. На микроструктурном уровне мышцы конечностей представлены пучками поперечнополосатых мышечных волокон, объединенных между собой в точечную ткань, что свойственно как сельскохозяйственным, так и промысловым животным [12, 13]. А сведения о видовых особенностях

микроструктуры мышц диких промысловых животных немногочисленны и требуют уточнений.

**Цель исследования** – установить микроструктурные особенности некоторых мышц тазовой конечности косули сибирской (*Capreolus pygargus*).

**Объекты, материалы и методы.** Исследование выполнено на кафедре анатомии, патологической анатомии и хирургии Института прикладной биотехнологии и ветеринарной медицины Красноярского государственного аграрного университета в 2024 г. Объект исследования – мышцы тазовой конечности косули сибирской, обитающей на территории Красноярского края.

Материалом для гистологического исследования послужили кусочки мышц тазовой конечности косули: средняя ягодичная мышца (*m. gluteus medius*), четырехглавая мышца бедра (*m. quadriceps femoris*) и икроножная мышца голени (*m. gastrocnemius*). Кусочки размерами 15 × 15 × 40 мм отбирали с середины брюшка, фиксировали в 10 %-м растворе нейтрального формалина [12], подвергали дегидратации в изопропиловых спиртах с дальнейшим пропитыванием и заливкой в гистомикс с добавлением воска. Срезы толщиной 6 мкм, изготовленные на ротационном микротоме GUT 5062, окрашивали для обзорных целей гематоксилином и эозином, для выявления элементов соединительной ткани – по методу Пикро Маллори, для визуализации коллагеновых волокон – по методу Ван-Гизона. Для окраски использовали наборы реактивов компании BioVitrum. Окрашенные срезы заключали в Витрогель под покровное стекло [14] и просматривали под световым микроскопом марки Levenhuk при увеличении объективов 10x, 40x, 100x. Подсчет количества мышечных волокон в пучках 1-го порядка производили на поперечных срезах. Полученные данные подвергали статистической обработке в программе Statistica с определением степени достоверности отличий в сравниваемых группах с использованием t-критерия Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** В результате проведенных гистологических исследований мышц тазовой конечности косули установлено, что *средняя ягодичная мышца (m. gluteus medius)* представлена скелетными поперечнополосатыми мышечными волокнами, на продоль-

ных срезах идущими параллельно друг другу, а на отдельных участках частично дефрагментированными. По ходу мышечных волокон встречаются «узлы сокращения». Ядра мышечных волокон располагаются под сарколеммой, имеют овально-вытянутую, несколько уплощенную форму, с относительно светлой кариоплазмой, на фоне которой определяются ядрышки. Поперечнополосатая исчерченность сохранена в большей части волокон. В межволоконистых пространствах (эндомизии) имеются слабовыраженные прослойки, представленные аморфным веществом и единичными волоконцами, без жировых отложений (рис. 1, А). На поперечных срезах видна архитектура соединительнотканного остова мышцы. Соединительнотканые перегородки (перимизии) разделяют мышцу на пучки 1-го порядка, форма этих пучков неправильная треугольная или трапецевидная. В каждом пучке первого порядка находится от 33 до 75 мышечных волокон, которые разделены тончайшими соединительноткаными волоконцами, образующими эндомизии. Здесь же встречаются ядра клеток соединительной ткани, в отличие от ядер мышечного волокна они мелкие, их кариоплазма интенсивно-базофильна, а ядрышки на этом фоне не видны (рис. 1, Б). При большом увеличении в мышечных волокнах видны «поля Конгейма» – миофибриллярные поля, имеющие неправильную многоугольную форму, объем саркоплазмы между ними невелик. Вместе с тем встречаются отдельные мышечные волокна с равномерным распределением миофибрилл в мышечном волокне (рис. 1, В).

Следует отметить, что в перимизии, разделяющей пучки первого порядка, соединительнотканная основа представлена аморфным веществом с единичными коллагеновыми волоконцами, слабо выявляемыми даже при применении специфичных для коллагеновых и эластических волокон красителей по методу Пикро Маллори и Ван-Гизона.

В перегородках, разделяющих пучки второго порядка, обнаруживаются извилистые относительно широкие коллагеновые волокна, окрашиваемые по методу Пикро Маллори в синий, а по методу Ван-Гизона в красный цвет. Здесь располагаются кровеносные сосуды (артерии и вены), встречаются значительные скопления жировой ткани (рис. 1, Б).

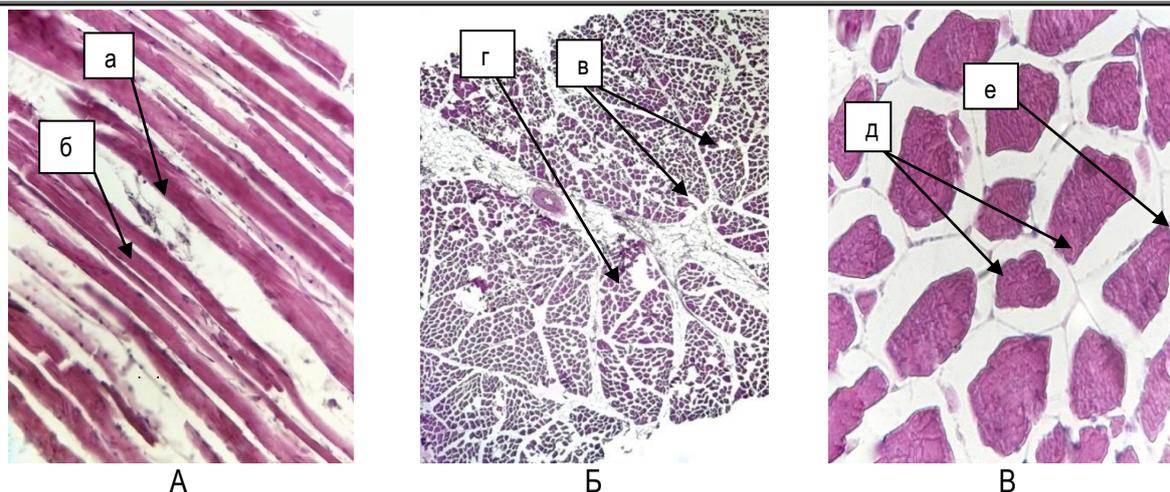


Рис. 1. Микроструктура средней ягодичной мышцы:

А – продольный срез (окраска: гематоксилин и эозин об. 40×); Б – поперечный срез (окраска: Пикро Маллори об. 10×); В – поперечный срез (окраска: гематоксилин и эозин об. 100×); а – мышечное волокно; б – ядра; в – пучки первого порядка; г – жировые скопления и сосуды в соединительнотканых перегородках; д – «поля Конгейма» – миофибриллярные поля; е – эндомизий

Четырехглавая мышца бедра (*m. quadriceps femoris*) на продольном срезе представлена частично дефрагментированными скелетными поперечнополосатыми мышечными волокнами, саркоплазма волокон окрашена равномерно. Под сарколеммой хорошо выражены ядра овально-вытянутой формы. Просматривается поперечнополосатая исчерченность волокна – чередование темных миозиновых и светлых актиновых участков миофибрилл (рис. 2, А). При малом увеличении микроскопа (об. 10×) на поперечных срезах видны поперечно срезанные скелетные мышечные волокна, объединенные соединительной тканью в пучки первого порядка и имеющие немного угловатую форму. В каждом пучке первого порядка находится от 38 до 110 мышечных волокон, разделенные очень тонкими соединительнотканными волоконцами, образующими эндомизий. В перемизии отчетливо просматриваются элементы соединительной ткани – коллагеновые волокна и фибробласты, здесь же встречаются кровеносные сосуды, окрашиваемые по методу Ван-Гизона и по методу Пикро Маллори в красный и синий цвет соответственно (рис. 2, Б). При большом увеличении (об. 40×) на поперечных срезах видны поперечно срезанные мышечные волокна, имеющие неправильную, немного вытянутую форму. В волокнах просматриваются миофибриллы в виде мельчайших точек, занимающих большую часть саркоплазмы, а «поля Конгейма» видны в

большей части волокон. Ядра мышечных волокон занимают пограничное положение и имеют вид базофильно-окрашенных точек (рис. 2, В).

На микропрепаратах продольного среза икроножной мышцы (*m. gastrocnemius*) просматриваются плотно расположенные друг к другу скелетные поперечнополосатые мышечные волокна. Ядра в них имеют палочковидную форму, располагаются по периферии волокна под сарколеммой. Саркоплазма гомогенная, при окраске гематоксилин-эозином – оксифильная. Поперечнополосатая исчерченность хорошо выражена (рис. 3, А). На поперечном срезе просматривается архитектура пучков мышечных волокон 1-го порядка, объединенных соединительной тканью (рис. 3, Б). В каждом пучке первого порядка находится от 14 до 49 мышечных волокон, которые разделены очень тонкими волоконцами, образующими эндомизий. В перимизии располагаются извилистые, единично окрашенные по методу Пикро Маллори в темносиний цвет коллагеновые волокна (рис. 3, В). В эндомизии и некрупных (малых) перегородках практически отсутствуют как коллагеновые, так и эластические волокна. Они обнаруживаются лишь в крупных перегородках, объединяющих между собой пучки второго порядка. Следует отметить, что наибольшее количество соединительнотканых волокон находится в икроножной мышце по сравнению с другими мышцами тазовой конечности.



**Заключение.** В результате проведенных гистологических и морфометрических исследований трех мышц тазовой конечности косули установлено:

– мышечные волокна в исследуемых скелетных мышцах тазовой конечности косули имеют типичное поперечнополосатое строение, они объединены единичными тонкими волокнами эндомиоэпия в пучки первого порядка;

– пучки мышечных волокон первого порядка отделены друг от друга прямыми или слегка изогнутыми перегородками перимизия, состоящими в основном из аморфного вещества и единичных коллагеновых волокон;

– в пучок мышечных волокон второго порядка входят до 8 пучков первого порядка;

– прослойки соединительной ткани, отделяющие пучки второго порядка друг от друга, более широкие, часто содержат скопления адипоцитов, наибольшее их количество жировых отложений – в средней ягодичной мышце;

– наименьшее количество мышечных волокон в пучках первого порядка икроножной мышцы косули и составляет  $29,9 \pm 4,14$ , тогда как в четырехглавой мышце бедра –  $56,2 \pm 8,05$ , а в средней ягодичной мышце –  $51,4 \pm 5,31$ , что в 1,9 ( $P < 0,01$ ) и 1,72 раза ( $P < 0,01$ ) соответственно больше, чем в икроножной мышце.

#### Список источников

1. Красноярский край Министерство экологии: официальный сайт. URL: <http://mpr.krskstate.ru> (дата обращения: 14.11.2024).
2. Веремеева С.А., Краснолобова Е.П., Иванюшина А.М. К вопросу о морфологических особенностях внутренних органов сибирской косули // Вестник Алтайского аграрного университета. 2023. № 8 (226). С. 57–64.
3. Рядинская Н.И. Морфология выводных протоков поджелудочной железы лосей и косуль // Вестник Алтайского аграрного университета. 2005. № 3 (19). С. 49–50.
4. Теленков В.Н., Тимошенко В.А., Сутоло А.В. Анатомия скелета поясов конечностей у косули и овцы // Электронный научный журнал. 2016. № 6. С. 30–32.
5. Федотов Д.Н. Гистоструктура надпочечника в постнатальном онтогенезе европейской косули, обитающей в северной части Беларуси // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак По-

чета» государственная академия ветеринарной медицины». Витебск, 2012. Т. 48, вып. 2, ч. 2. С. 186–189.

6. Ханхасьяков С.П., Жилин Д.Н. Судебно-ветеринарная экспертиза трупов косуль // Вестник Бурятской государственной с.-х. академии им. В.Р. Филиппова. 2023. № 4 (73). С. 169–174.
7. Савельева А.Ю. Анатомия промысловых животных: метод. указания / Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2015. 86 с.
8. Слесаренко Н.А., Оганов Э.О., Широкова Е.О. Анатомо-топографические особенности заднебедренной группы мышц разгибателей тазобедренного сустава у европейской косули // Вестник ОшГУ: Агрономия, ветеринария, зоотехния. 2023. № 1 (2). С. 79–86.
9. Широкова Е.О., Слесаренко Н.А., Оганов Э.О. Анатомо-топографические особенности четырехглавой мышцы бедра у косули европейской // Ветеринарная морфология и патология. 2023. № 1. С. 8–16.
10. Тарасевич В.Н., Жилин Р.А., Тарасевич А.Н. Особенности морфологии полулунных клапанов аорты и легочного ствола у сибирской косули // Вестник НГАУ. 2023. №1 (66). С. 218–224.
11. Боровков М.Ф., Фролов В.П., Серко С.А. Ветеринарно-санитарная экспертиза с основами технологии и стандартизации продуктов животноводства: учебник. СПб.: Лань, 2008. 448 с.
12. Дзурекова Е.А., Артемьева С.С., Полова И.Е. Структурно-функциональная организация скелетной мышечной ткани. Воронеж: ВГИФК, 2019. 175 с.
13. Донкова Н.В., Савельева А.Ю. Цитология, гистология и эмбриология. Лабораторный практикум: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2014. 144 с.
14. Ross M.H. Histology: a text and atlas: with correlated cell and molecular biology, Wojciech Pawlina. 2011. 974 p.

#### References

1. Krasnoyarskij kraj Ministerstvo `ekologii: oficial'nyj sajt. URL: <http://mpr.krskstate.ru> (data obrascheniya: 14.11.2024).
2. Veremeeva S.A., Krasnolobova E.P., Ivanyushina A.M. K voprosu o morfologicheskijh osobennostyah vnutrennih organov sibirskoj

- kosuli // Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta. 2023. № 8 (226). S. 57–64.
3. *Ryadinskaya N.I.* Morfologiya vyvodnyh protokov podzheludochnoj zhelezy losej i kosul' // Vestnik Altajskogo agrarnogo universiteta. 2005. № 3 (19). S. 49–50.
  4. *Telenkov V.N., Timoshenko V.A., Sutulo A.V.* Anatomiya skeleta poyasov konechnostej u kosuli i ovcy // `Elektronnyj nauchnyj zhurnal. 2016. № 6. S. 30–32.
  5. *Fedotov D.N.* Gistostruktura nadpochechnika v postnatal'nom ontogeneze evropejskoj kosuli, obitayuschej v severnoj chasti Belarusi // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny». Vitebsk, 2012. T. 48, vyp. 2, ch. 2. S. 186–189.
  6. *Hanhasykov S.P., Zhilin D.N.* Sudebno-veterinarnaya `ekspertiza trupov kosul' // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj s.-h. akademii im. V.R. Filippova. 2023. № 4 (73). S. 169–174.
  7. *Savel'eva A.Yu.* Anatomiya promyslovyh zhivotnyh: metod. ukazaniya / Krasnoyar. gos. agrar. un-t. Krasnoyarsk, 2015. 86 s.
  8. *Slesarenko N.A., Oganov `E.O., Shirokova E.O.* Anatomico-topograficheskie osobennosti zadnedrennoj grupy myshc razgibatelej tazobedrennogo sustava u evropejskoj kosuli // Vestnik OshGu: Agronomiya, veterinariya, zootehniya. 2023. № 1 (2). S. 79–86.
  9. *Shirokova E.O., Slesarenko N.A., Oganov `E.O.* Anatomico-topograficheskie osobennosti chetyrehglavoj myshcy bedra u kosuli evropejskoj // Veterinarnaya morfologiya i patologiya. 2023. № 1. S. 8–16.
  10. *Tarasevich V.N., Zhilin R.A., Tarasevich A.N.* Osobennosti morfologii polulunnyh klapanov aorty i legochnogo stvola u sibirskoj kosuli // Vestnik NGAU. 2023. №1 (66). S. 218–224.
  11. *Borovkov M.F., Frolov V.P., Serko S.A.* Veterinarno-sanitarnaya `ekspertiza s osnovami tehnologii i standartizacii produktov zhivotnovodstva: uchebnyk. SPb.: Lan', 2008. 448 s.
  12. *Dvurekova E.A., Artem'eva S.S., Popova I.E.* Strukturno-funkcional'naya organizaciya skeletnoj myshechnoj tkani. Voronezh: VGIFK, 2019. 175 s.
  13. *Donkova N.V., Savel'eva A.Yu.* Citologiya, gistologiya i `embriologiya. Laboratornyj praktikum: ucheb. posobie. SPb.: Lan', 2014. 144 s.
  14. *Ross M.H.* Histology: a text and atlas: with correlated cell and molecular biology, Wojciech Pawlina. 2011. 974 p.

Статья принята к публикации 23.10.2024 / The paper accepted for publication 23.10.2024.

Информация об авторах:

**Наталья Владимировна Донкова**<sup>1</sup>, профессор, заведующая кафедрой анатомии, патологической анатомии и хирургии, доктор ветеринарных наук, профессор

**Ирина Эдуардовна Менчикова**<sup>2</sup>, ассистент, врач патологоанатом, аспирант кафедры анатомии, патологической анатомии и хирургии

Data on authors:

**Natalya Vladimirovna Donkova**<sup>1</sup>, Professor, Head of the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery, Doctor of Veterinary Sciences, Professor

**Irina Eduardovna Menchikova**<sup>2</sup>, Assistant, Pathologist, Postgraduate student at the Department of Anatomy, Pathological Anatomy and Surgery