

Особенности топографической анатомии трахеи крысы и возможность выполнения оперативных вмешательств

© И.С. КУРГАНСКИЙ¹, Е.О. ИНОЗЕМЦЕВ^{1,2}, С.А. ЛЕПЕХОВА³, О.А. ГОЛЬДБЕРГ¹, К.А. АПАРЦИН³, Е.Г. ГРИГОРЬЕВ^{1,4}

¹Иркутский научный центр хирургии и травматологии, ул. Борцов Революции, д. 1, Иркутск, 664003, Российская Федерация

²Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Иркутская орден «Знак почета» областная клиническая больница, ул. Юбилейный, д. 100, Иркутск, 664079, Российская Федерация

³Иркутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, ул. Лермонтова, д. 134, Иркутск, 664033, Российская Федерация

⁴Иркутский государственный медицинский университет, ул. Красного Восстания, д. 1, 664003, Иркутск, Российская Федерация

***Актуальность.** Несмотря на совершенствование хирургической техники количество послеоперационных осложнений при хирургических вмешательствах на трахее остается высоким. Одним из способов улучшения результатов лечения является разработка и изучение новых оперативных вмешательств.*

***Цель.** Работа посвящена изучению топографо-анатомических особенностей строения трахеи крысы*

***Материалы и методы:** исследование выполнено с использованием крыс линии «Wistar» и было одобрено локальным этическим комитетом. Использовались методы описательной анатомии и морфологии.*

***Результаты.** Полученные результаты позволили выявить особенности топографо-анатомического строения трахеи крысы: наличие гиалиновых хрящей в форме кольца; сросшиеся хрящевые кольца, образующие сращения X, Y, W формы; в подслизистом слое трахеи имеются множественные скопления мукоз ассоциированной лимфатической ткани; выраженное венозное трахеопищеводное сплетение; развитая, плотная адвентиция трахеи. У крыс переход эпителия с многослойного плоского неороговевающего в однослойный ворсинчатый происходит ниже голосовых связок. По гистологическому строению стенка трахеи крысы близка к трахее человека, имеет адвентицию, хрящевой каркас, подслизистую основу и слизистую оболочку.*

***Заключение.** Данные особенности строения трахеи крыс линии «Wistar» позволяют их использовать для моделирования патологии трахеи и разработки оперативных вмешательств.*

***Ключевые слова:** анатомия, трахея, крыса*

Features of the Topographic Anatomy of the Rat Trachea and the Possibility of Performing Surgical Interventions

© I.S. KURGAN'SKIY¹, E.O. INOZEMTSEV^{1,2}, S.A. LEPEKHOVA³, O.A. GOLDBERG¹, K.A. APARTSIN³, E.G. GRIGOR'YEV¹

¹ Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, 1 Bortsov Revolyutsii str., Irkutsk, 664003, Russian Federation

² Irkutsk Regional Clinical Hospital, 100 Anniversary str., Irkutsk, 664079, Russian Federation

³ Irkutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, 134 Lermontov str., Irkutsk, 664033, Russian Federation

⁴ Irkutsk State Medical University, 1 Krasnogo Vosstaniya str., 664003, Irkutsk, Russian Federation

***Relevance.** The number of postoperative complications in surgical interventions on the trachea remains high despite the improvement of surgical techniques. One of the ways to improve the results of treatment is the development and study of new surgical interventions.*

***Aim.** The work is devoted to the study of the topographic and anatomical features of the structure of the rat trachea.*

***Materials and methods.** The study was performed using rats of the Wistar line and was approved by a local ethical committee. Methods of descriptive anatomy and morphology were used.*

***Results.** The obtained results made it possible to reveal features of the topographic-anatomical structure of the rat trachea such as: the presence of hyaline cartilages in the form of a ring; accrete cartilaginous rings forming the fusion of the X, Y, W forms; there are multiple clusters of mucoses-associated lymphatic tissue in the submucosal layer of the trachea; pronounced venous traheoidesis plexus; developed and dense adventitia of the trachea. The transition from a stratified epithelium to a ciliated epithelium occurs below the vocal cords in rats. According to the histological structure, the rat trachea wall is close to the human trachea and has adventitia, a cartilaginous framework, a submucosal osseous and a mucous membrane.*

Conclusion. *These features of the structure of the trachea of Wistar rats allow them to be used to model pathology of the trachea and to develop surgical interventions.*

Key words: *anatomy, trachea, rat*

Трахея (trachea) – это полая цилиндрическая сдавленная спереди назад воздухоподводящая трубка между гортанью (larynx) и главными бронхами (bronchi principales), через которую осуществляется вентиляция легких и удаления трахеальных и бронхиальных секретов. Основными причинами нарушения функции трахеи являются воспалительные заболевания, пороки развития трахеи, опухоли трахеи, первичные и вторичные стенозы трахеи [1]. Известно, что до 28% хирургических вмешательств на трахее сопровождаются различными осложнениями, в результате которых 10% пациентов погибают [2]. По данным ряда авторов, до 25% пациентов остаются инвалидами после перенесенных хирургических вмешательств вследствие хондромалиций, обширных рубцов и фиброза ткани [3, 4, 5].

Для поиска новых способов лечения и профилактики заболеваний трахеи активно используются экспериментальные методы. В качестве экспериментальных животных используются свиньи, собаки, кролики, морские свинки, крысы [6, 7, 8, 9]. Экспериментальные хирургические вмешательства на трахее многие годы проводились как правило на собаках. Однако содержание собак в течении длительного времени не всегда возможно. В связи с этим логичен переход к экспериментам на мелких лабораторных животных. Основным видом животных, доступных для моделирования заболеваний трахеи и методов их лечения являются лабораторные крысы. В имеющихся источниках анатомия трахеи крысы носит описательный характер и не акцентирует внимание на топографическую анатомию и оперативную хирургию [10, 11].

Мы не встретили в доступной литературе данные об анатомо- топографических особенностях трахеи крыс линии Wistar. Для выполнения оперативного вмешательства на трахее необходимо иметь четкое представление об особенностях ее анатомического и гистологического строения.

Целью данного исследования является изучение топографической анатомии трахеи крыс линии «Wistar» для возможности проведения оперативных вмешательств.

Материалы и методы

Исследование выполнено на основании острых опытов на крысах самцах линии «Wistar» (n=10). Возраст животных 10-12 месяцев, вес 300-350г.

Работа осуществлена на базе научного отдела экспериментальной хирургии с виварием Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Иркутский научный центр хирургии и травматологии». Животных содержали в условиях вивария при свободном доступе к воде и пище соответственно

нормативам ГОСТа «Содержание экспериментальных животных в питомниках НИИ» (ветеринарное удостоверение 238 № 000360 от 30 апреля 2013г, служба ветеринарии Иркутской области) по утвержденным СОП [12]. Опыты на животных выполнялись в соответствии с правилами лабораторной практики (GLP), приказа № 708н Минздравсоцразвития России от 23 августа 2010г. «Об утверждении правил лабораторной практики»; правилами гуманного обращения с животными, которые регламентированы «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», утвержденных Приказом МЗ СССР № 742 от 13.11.84 г. и № 48 от 23.01.85 г. «О контроле за проведением работ с использованием экспериментальных животных». А также основывались на положениях Хельсинской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации от 1964 г., дополненной в 1975, 1983 и 1989 гг. Все оперативные вмешательства проводили в стерильных условиях под общей анестезией. Одобрено комитетом по этике ИНЦХТ, протокол заседания №1, от 29.02.2016.

Под общим обезболиванием после фиксации животного на столике Сеченова выполняли срединный разрез кожи от подбородочного выступа нижней челюсти до мечевидного отростка грудины, препаровывали и мобилизовали слюнные железы. Тупым путем разделяли мышцы передней поверхности шеи (грудино-подъязычные, грудино-щитовидные), брали на держалки, визуализировали трахею. Тупым путем мобилизовали трахею и пищевод от подлежащих тканей с сохранением сосудов и нервов на протяжении от гортани до яремной вырезки грудины. Далее выполняли удаление передней стенки грудной клетки в пределах передней подмышечной линии, без пересечения магистральных сосудов. После выполняли мобилизацию бифуркации трахеи. Для контрастирования вен производили наливку путем инъекции раствора метиленового синего в левую бедренную вену.

Анатомические названия указаны в соответствии с Ветеринарной анатомической номенклатурой (Nomina Anatomica Veterinaria N.A.V.) 5-го издания от 2012года.

Результаты и их обсуждение

Трахея (trachea) представляет собой цилиндрическую трубку, начинающуюся от гортани (larynx) и оканчивающуюся бифуркацией (bifurcatio tracheae). Длина трахеи колеблется от 4,0 до 4,7 см (M=4,55), диаметр просвета трахеи составляет 1,7-2,0 (M=1,9) мм, толщина стенки 0,5 (M=0,45) мм. В направлении сверху вниз просвет трахеи несколько сужается, а ее нижний конец отклоняется вправо. Бифуркация трахеи крысы располагается на уровне 4-5 грудного позвонка,

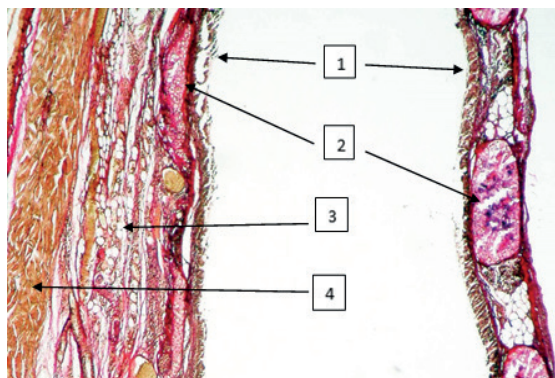


Рис. 1. Морфологическая структура трахеи крысы линии «Wistar». Сагиттальный разрез. 1. Слизистая оболочка. 2. Хрящевое кольцо трахеи. 3. Мембранозная часть трахеи, подслизистый слой. 4. Адвентициальная оболочка трахеи. Окраска гематоксилином и пикрофуксином. Б Об. 10х, Ок. 10х / Fig. 1. Morphological structure of the rat trachea of the Wistar line. Sagittal time-rez. 1. Mucous membrane. 2. Cartilaginous tracheal ring. 3. Membrane part of the trachea, sub-mucous layer. 4. The adventitia of the trachea. Staining with hematoxylin and picro fuchsin. B Lens. 10x, Oc. 10x.

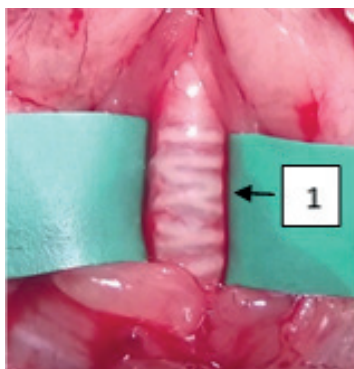


Рис 2. Трахея крысы линии «Wistar», шейный отдел. 1. W-образное кольцо трахеи. / Fig. 2. Trachea of the rats of the Wistar line, cervical section. 1. W-shaped tracheal ring.

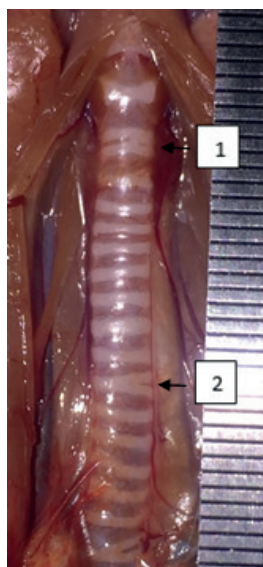


Рис 3. Трахея крысы линии «Wistar». 1. X образное кольцо трахеи. 2. Y образное кольцо трахеи. / Fig. 3. Trachea of the rats of the line "Wistar". 1. X shaped ring of the trachea. 2. Y-shaped tracheal ring.

спереди прикрыта дугой аорты (*arcus aortae*). Бронхи равного диаметра отходят от трахеи под острым углом. Место бифуркации трахеи со стороны просвета образует карину трахеи (*carina tracheae*). В связи с тем, что хрящ (*cartilagine trachealis*) имеет форму кольца, поперечный срез трахеи у крысы имеет форму близкую к кругу, соотношение поперечного размера к переднему составляет 1:0,9.

Трахея делится на шейную (*pars cervicalis*) и грудную части (*pars thoracica*), границей служит плоскость, проведенная через яремную вырезку грудины (*incisura jugularis*). Соотношение шейного и грудного отдела трахеи составляет 1 к 2. На уровне шейного отдела к передней стенке трахеи спереди прилежит перешеек щитовидной железы (*isthmus glandulae thyroideae*), боковые стенки трахеи граничат с щитовидной железой (*glandulae thyroideae*). Грудная часть трахеи в нижней трети с боков граничит с медиастиальной плеврой (*pleura*) спереди с тимусом (*thymus*). Задняя стенка трахеи на всем протяжении граничит с пищеводом (*esophagus*), который несколько влево уклоняется от средней линии. В области бифуркации трахеи располагаются лимфатические узлы (3-10).

Трахея состоит из 22-24 ($M=23,5$) гиалиновых хрящей в форме кольца, соединённых между собой связками (*ligamentum anularia*). Наличие хрящевых колец трахеи для человека является редкой патологией и проявляется в детском возрасте в виде дыхательной недостаточности [13, 14]. Хрящевое кольцо спереди шириной 0,4-1,0 мм ($M=0,75$), при переходе к задней стенке сужается, сохраняясь по всей окружности трахеи (рис. 1). Анатомической особенностью трахеи крысы является наличие сросшихся по передней поверхности от двух до четырех хрящевых колец. Сросшиеся кольца имеют форму W, X, Y, П (без выраженной кольцевой связки) в 40% случаев (рис. 2-3).

Данную особенность необходимо учитывать при проведении оперативных вмешательств на трахее крысы. В частности, при резекции трахеи могут возникнуть сложности в интерпретации объема резецированного фрагмента, так как сросшееся кольцо можно расценить как одно или два кольца. Вследствие того, что хрящ имеет форму кольца, мембранозная часть трахеи крысы жесткая и каркасная.

Наружным слоем трахеи является рыхло-волокнистая адвентициальная оболочка (*adventitia*), наиболее выраженная на передне-латеральных поверхностях трахеи, где она покрывает сосудисто-нервный пучок, переходя в адвентицию пищевода.

Мышечная стенка трахеи (*musculus tracheae*) крысы представлена пересеченными косыми слоями мышечной ткани и единичными мышечными пучками по передней и боковым стенкам трахеи в подслизистом слое (*tunica submucosa*). Также гладкая мышечные волокна выражена в кольцевых связках.

Изнутри трахея покрыта слизистой оболочкой (*tunica mucosa*) с выраженной подслизистой основой

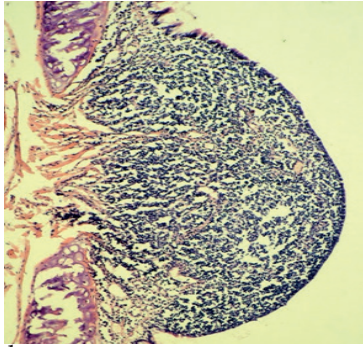


Рис. 4. Морфологическая структура трахеи крысы линии «Wistar». MALT (mucosa-associated lymphoid tissue) в слизистой трахеи крысы. Окраска гематоксилином и эозином. Б Об. 10х, Ок. 20х / Fig. 4. Morphological structure of the rat trachea of the Wistar line. MALT (mucosa-associated lymphoid tissue) in the rat tracheal mucosa. Staining with hematoxylin and eosin. B Lens 10x, Oc. 20x

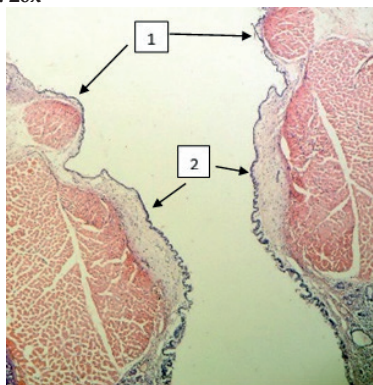


Рис. 5. Морфологическая структура трахеи крысы линии «Wistar». 1. Голосовые складки. 2. Место перехода эпителия с многослойного плоского неороговевающего на однорядный респирационный. Окраска гематоксилином и эозином. Б Об. 10х, Ок. 10х / Fig. 5. Morphological structure of the rat trachea of the Wistar line. 1. Voice storage. 2. The site of the transition of the epithelium from a multilayer flat non-cornet to a single-row respiratory one. Staining with hematoxylin and eosin. B Lens. 10x, Oc. 10x

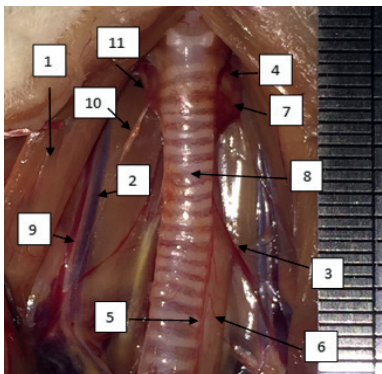


Рис. 6. Трахея крысы линии «Wistar». 1. Щито-шейные мышцы. 2. Правая яремная вена и правая наружная сонная артерия. 3. Левая нижняя щитовидная артерия 4. Левая верхняя щитовидная артерия. 5. Левая бронхиальная артерия в трахеопищеводной борозде 6. Пищевод 7. Щитовидная железа 8. Трахея 9. Блуждающий нерв 10. Краниальный гортанный нерв / Fig. 6. Trachea of the rats of the line "Wistar". 1. Musculus thyrohyoideus. 2. Right venae jugulares and right arteria carotis externa. 3. Left superior thyroid artery 4. Left inferior thyroid artery. 5. Left arteria bronchiales in the sulcus tracheoesophagealis 6. Esophagus 7. Glandula thyroidea 8. Trachea 9. Nervus vagus 10. Nervus laryngeus cranialis 11. Nervus laryngeus recurrens

и кровеносными сосудами. Подслизистый слой содержит MALT (mucosa-associated lymphoid tissue) (Рис. 4) [15]. Слизистая оболочка представлена однорядным респирационным эпителием. В межхрящевых отделах выявляются железы секреции. В отличие от человека, у крыс переход эпителия с многослойного плоского неороговевающего на однорядный ворсинчатый происходит ниже голосовых связок (plica vocalis) в полости гортани (cavum laryngis). У человека данный переход происходит на уровне гортаноглотки (hypopharynx) выше голосовых связок, а также голосовые связки покрыты многослойным плоским неороговевающим эпителием (рис. 5).

Между трахеей и пищеводом по боковым поверхностям располагается трахеопищеводная борозда (sulcus tracheoesophagealis), в которой проходят возвратные гортанные нервы (nervus laryngeus recurrens) и трахео-пищеводное сосудистое сплетение (plexus tracheoesophagealis).

Кровоснабжение трахеи осуществляется ветвями следующих артерий – верхние, нижние щитовидные артерии (a. thyroidea superior et inferior) и бронхиальные артерии (a. bronchialis). Верхние щитовидные артерии кровоснабжают гортань и верхнюю часть шейного отдела, нижние щитовидные артерии которые идут по боковым поверхностям трахеи в трахео-пищеводной борозде на всем протяжении трахеи до щитовидной железы (glandula thyroidea). При этом левая нижняя щитовидная артерия отходит от аорты (aortae), правая от плечеголового ствола (truncus brachiocephalicus). Бронхиальные артерии кровоснабжают область бифуркации трахеи (рис. 6).

Нижние щитовидные артерии кровоснабжают глотку (pharynx), пищевод, трахею, щитовидную и околощитовидные железы (glandulae parathyroidae). Трахеальные и пищеводные ветви нижних щитовидных артерий активно анастомозируют между собой, формируя продольный сосудистый анастомоз по боковым стенкам трахеи при этом между трахеей и пищеводом формируется выраженное трахеопищеводное сосудистое сплетение. Из трахеопищеводного сплетения сосуды проникают в подслизистый слой трахеи, при этом сосудистая сеть подслизистого слоя наиболее выражена в области задней стенки, отсюда сосуды идут по боковым поверхностям в направлении к передней стенке. Также нижние щитовидные артерии дают тонкие веточки, расположенные на передней поверхности в адвентициальном слое. В связи с такой анатомической особенностью, передняя стенка хуже кровоснабжается. Через нижние щитовидные артерии осуществляется кровоснабжение от 3/4 до 4/5 трахеи.

Верхние щитовидные артерии кровоснабжают гортань и формируют анастомотическую сеть с нижними щитовидными артериями, участвуя в кровоснабжении первых 2-5 колец трахеи.

Венозный отток осуществляется посредством венозных сплетений (plexus venosus) слизистой обо-

лочки, глубокого подслизистого и поверхностного венозных сплетений, впадающих в вены щитовидной железы, а также в непарную и полунепарную вены (*v.azygos et hemiazygos*). Кровь от задней стенки трахеи и пищевода оттекает в трахео-пищеводное сплетение.

Иннервация трахеи осуществляется трахеальными ветвями возвратного нерва (*n. laryngeus recurrens*) и симпатическим нервом (*n. sympatricus*). Между трахеей и пищеводом с обеих сторон имеются трахеопищеводные борозды, в которых проходят возвратные гортанные нервы.

Заключение

Таким образом, выявленные топографо-анатомические особенности позволят использовать крыс линии «Wistar» для моделирования хирургических вмешательств на трахее. Одной из основных особенностей строения трахеи крысы является наличие гиалиновых хрящей в форме кольца, что позволяет трахее сохранять форму, близкую к кругу из-за ригидности ее стенки. Однако, при выполнении оперативного вмешательства на трахее крысы, особенно при ее резекции, необходимо учитывать, что хрящевые кольца могут срастаться между собой, образуя сращения X, Y, W формы. В подслизистом слое трахеи имеются множественные МАЛТы, особенно в области карины, что является барьером для попадания инфекции в дыхательные пути и легкие. Особенностью кровос-

набжения трахеи является выраженное венозное трахеопищеводное сплетение, что важно учитывать при выполнении оперативных вмешательств. При пересечении сосудистого сплетения сосуды сокращаются и дислоцируются, что с односторонней ворсинчатый происходит ниже голосовых связок. По гистологическому строению стенка трахеи крысы близка к трахее человека, имеет выраженную адвентицию, хрящевой каркас, подслизистую основу и слизистую оболочку. Данные особенности строения трахеи крыс линии «Wistar» позволяют их использовать для моделирования патологии трахеи и разработки оперативных вмешательств.

Дополнительная информация

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Информация о финансировании

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Иркутский научный центр хирургии и травматологии».

Участие авторов

И.С. Курганский – сбор и обработка материала, анализ полученных данных, написание текста статьи, разработка концепции, Е.О. Иноземцев – сбор и обработка материала, написание текста статьи, С.А. Лепехова – разработка концепции и дизайна исследования, анализ полученных данных, написание текста статьи, О.А. Гольдберг – обработка материала, анализ полученных данных, К.А. Апарцин – разработка концепции, Е.Г. Григорьев – разработка концепции

Список литературы

1. Бисенков Л.Н. *Хирургия рубцовых стенозов трахеи. Руководство для врачей*. СПб.: Логос. 2012; 144.
2. Сангинов А.Б., Мосин И.В., Мосина Н.В. Этиология и патогенез рубцовых стенозов трахеи. *Вестник Авиценны*. 2010; 1: 33-39.
3. Черный С.С. Реконструктивная хирургия протяженных и мультифокальных рубцовых стенозов трахеи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Москва. 2011.
4. Копин Е.Ж. Применение эндопротезирования в лечении рубцовых стенозов трахеи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Омск. 2012.
5. Леонтьев А.С. Обоснование сроков и способов лечения постинтубационных стенозов трахеи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Кемерово. 2012.
6. Gómez-Caro A, Ausin P, Boada M. Platelet rich plasma improves the healing process after airway anastomosis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011; 13 (6): 552-556.
7. Morera E, Alvarez H, Fontes L, Gorospe M, Bernáldez R, Gavilán J. Histopathological changes at the surgical site in experimental animals following partial cricoid resection and thyrotracheal anastomosis. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2004; 55 (3): 131-138.
8. Харченко В.П., Чхиквадзе В.Д., Галил-Оглы Г.А., Мильков С.Б. Морфологическая оценка структурных изменений стенки трахеи в области швов плетеным и монофиламентным материалами в эксперименте. *Проблемы туберкулеза*. 1995; 6: 41-43.
9. Кичигина О.С., Бежин А.И. Выбор методики формирования трахеобронхиального анастомоза при различном объеме резекции. *Современные проблемы науки и образования*. 2016; 1: 25.
10. Шалимов С.А., Радзиховский А.П., Кейсевич Л.В. *Руководство по экспериментальной хирургии*. М.: Медицина. 1989; 208-213.
11. Ноздрачев А.Д., Поляков Е.Л. *Анатомия крысы*. Спб.: Издательство «Лань». 2001; 129-132.
12. Лепехова С.А. *Программа стандартных операционных процедур: лабораторные животные (прием, содержание, уход и контроль здоровья животных в вивариях медицинского учреждения)*. учеб. пособие. Иркутск: НЦРВХ СО РАМН; ИГМУ. 2012; 96.
13. Wineland AM, Thomsen JR, Landry A, Benscoter D, Rutter M. Segmental deficiency of cervical tracheal rings masquerading as complete

References

1. Bisenkov LN. *Khirurgiya rubtsovykh stenozov trakhei. Rukovodstvo dlya vrachei*. SPb.: Logos. 2012; 144.
2. Sanginov AB, Mosin IV, Mosina NV. The etiology and pathogenesis of scar stenosis of the trachea. *Vestnik Avitsenny*. 2010; 1: 33-39.
3. Chernyi SS. *Rekonstruktivnaya khirurgiya protyazhennykh i multifokal'nykh rubtsovykh stenozov trakhei. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata meditsinskii nauk*. Moskva. 2011.
4. Kopin EZh. *Primenenie endoprotezirovaniya v lechenii rubtsovykh stenozov trakhei. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata meditsinskii nauk*. Omsk. 2012.
5. Leont'ev AS. *Obosnovanie srokov i sposobov lecheniya postintubatsionnykh stenozov trakhei. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kandidata meditsinskii nauk*. Kemerovo. 2012.
6. Gómez-Caro A, Ausin P, Boada M. Platelet rich plasma improves the healing process after airway anastomosis. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2011; 13 (6): 552-556.
7. Morera E, Alvarez H, Fontes L, Gorospe M, Bernáldez R, Gavilán J. Histopathological changes at the surgical site in experimental animals following partial cricoid resection and thyrotracheal anastomosis. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2004; 55 (3): 131-138.
8. Kharchenko VP, Chkhikvadze VD, Galil-Ogly GA, Mil'kov SB. Morphological assessment of structural changes in the wall of the trachea in the region of the seams braided and monofilament materials in the experiment. *Problemy tuberkuleza*. 1995; 6: 41-43.
9. Kichigina OS, Bezhin AI. Choice of the method of forming tracheobronchial anastomosis with different extent of resection. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016; 1: 25.
10. Shalimov SA, Radzikhovskii AP, Keisevich LV. *Rukovodstvo po eksperimental'noi khirurgii*. M.: Meditsina. 1989; 208-213.
11. Nozdachev AD, Polyakov EL. *Anatomiya krysy*. Spb.: Izdatel'stvo «Lan'». 2001; 129-132.
12. Lepekhova SA. *Programma standartnykh operatsionnykh protsedur: laboratornye zhivotnye (priem, sodержание, ukhod i kontrol' zdorov'ya zhivotnykh v vivariyakh meditsinskogo uchrezhdeniya): ucheb. posobie*. Irkutsk: NTsRVKh SO RAMN; IGMU. 2012; 96.
13. Wineland AM, Thomsen JR, Landry A, Benscoter D, Rutter M. Segmental deficiency of cervical tracheal rings masquerading as complete

tracheal rings: A case report and literature review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2007; 101: 246–248.

14. Javia L, Harris MA, Fuller S. Rings, slings, and other tracheal disorders in the neonate. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2016; 21(4): 277–284.
15. Котив Б.Н., Бисенков Л.Н. Хирургические инфекции груди и живота.: руководство для врачей. СПб.: СпецЛит. 2016; 64.

tracheal rings: A case report and literature review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2007; 101: 246–248.

14. Javia L, Harris MA, Fuller S. Rings, slings, and other tracheal disorders in the neonate. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2016; 21(4): 277–284.
15. Kotiv BN, Bisenkov LN. *Khirurgicheskie infektsii grudi i zhivota.: rukovodstvo dlya vrachei.* SPb.: SpetsLit. 2016; 64.

Информация об авторах

1. Курганский Илья Сергеевич - м.н.с. научного отдела экспериментальной хирургии с виварием ФГБНУ «ИНЦХТ» Иркутского научного центра хирургии и травматологии, e-mail: kurg.is@mail.ru
2. Иноземцев Евгений Олегович - аспирант Иркутского научного центра хирургии и травматологии, e-mail: scrrs.irk@gmail.com
3. Лепехова Светлана Александровна - д.б.н., с.н.с. отдела медико-биологических исследований и технологий Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, e-mail: scrrs.irk@gmail.com
4. Гольдберг Олег Аронович - к.м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории клеточных технологий и регенеративной медицины Иркутского научного центра хирургии и травматологии, e-mail: scrrs.irk@gmail.com
5. Апарцин Константин Анатольевич - главный научный сотрудник отдела медико-биологических исследований и технологий ИИЦ СО РАН Иркутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, e-mail: isc@isc.irk.ru
6. Григорьев Евгений Георгиевич - член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор, научный руководитель ИИЦХТ Иркутского научного центра хирургии и травматологии, e-mail: scrrs.irk@gmail.com

Information about the Authors

1. Il'ya Sergeevich Kurganskiy - Junior Researcher at the Scientific Department of Experimental Surgery, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, e-mail: kurg.is@mail.ru
2. Evgeniy Olegovich Inozemtsev - graduate student, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, e-mail: scrrs.irk@gmail.com
3. Svetlana Aleksandrovna Lepekhova - Sc.D., senior researcher at the Department of Biomedical Research and Technology, Irkutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, e-mail: scrrs.irk@gmail.com
4. Oleg Aronovich Goldberg - Ph.D., leading researcher at the Laboratory of Cellular Technologies and Regenerative Medicine, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, e-mail: scrrs.irk@gmail.com
5. Konstantin Anatolievich Apartsin - Head of the bacteriological laboratory Irkutsk Regional Clinical Hospital, Irkutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the RAS, e-mail: isc@isc.irk.ru
6. Evgeniy Georgievich Grigor'yev - Corresponding Member of RAS, M.D., Professor, scientific director INTSHT, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, e-mail: scrrs.irk@gmail.com

Цитировать:

Курганский И.С., Иноземцев Е.О., Лепехова С.А., Гольдберг О.А., Апарцин К.А., Григорьев Е.Г. Особенности топографической анатомии трахеи крысы и возможность выполнения оперативных вмешательств. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии* 2018; 11: 3: 218-223. DOI: 10.18499/2070-478X-2018-11-3-218-223.

To cite this article:

Kurganskiy I.S., Inozemtsev E.O., Lepekhova S.A., Goldberg O.A., Apartsin K.A., Grigor'yev E.G. Features of the Topographic Anatomy of the Rat Trachea and the Possibility of Performing Surgical Interventions. *Journal of experimental and clinical surgery* 2018; 11: 3: 218-223. DOI: 10.18499/2070-478X-2018-11-3-218-223.