



СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЛАСТИНАЦИИ СЕЛЕЗЁНКИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК И МАТЕРИАЛОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

М.А. Кислов¹, К.Н. Крупин¹, А.А. Супильников^{1,2}, Н.В. Игнаткин¹, А.Ю. Кириллов³,
Т.В. Писцова¹, А.Э. Фархадова⁴

¹Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, ул. Островитянова, д. 1, г. Москва, 117513, Россия

²Медицинский университет «Реавиз», ул. Чапаевская, д. 227, г. Самара, 443001, Россия

³Самарское областное бюро судебно-медицинской экспертизы, ул. Тухачевского, д. 51, г. Самара, 443082, Россия

⁴Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы, ул. Миклухо-Маклая, д. 6, г. Москва, 117198, Россия

Резюме. Использование кадаверного материала нашло своё применение в образовательных целях в ветеринарных и медицинских университетах. Очевидными недостатками данного подхода стали требования к сохранению эксплуатационной способности кадаверного материала, а также особенности изменения морфологической структуры органа при некоторых технологиях приготовления. В статье рассмотрено применение современных методик пластинации селезёнки на основании выборки из научных данных PubMed, eLibrary и Google Scholar в период с 1994 по 2024 год. Проанализированы 21 статья из выборки в 252 статьи. В настоящее время авторами предлагаются методики стандартной пластинации по Hagens с Biodur S10; с применением разных фиксирующих растворов (в частности, 0,56% глутаральдегида и 2% формальдегида в 0,1 М фосфатном буфере (pH 7,4), содержащем 1,2 мМ MgCl₂ и 2,5 мМ CaCl₂); с Biodur S10/S15; с бразильским полисилоксаном P1; методика криодегидратации, технология пластинации при комнатной температуре, а также методики собственного производства.

Ключевые слова: пластинация [D010919]; селезёнка [D013154]; силиконовая пластинация [D012853]; криодегидратация [D003401]; музейные препараты [D011627]; учебные препараты [D013597, D004354].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Супильников А.А. является членом редакционной коллегии журнала, в принятии решения о публикации статьи участия не принимал.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Кислов М.А., Крупин К.Н., Супильников А.А., Игнаткин Н.В., Кириллов А.Ю., Писцова Т.В., Фархадова А.Э. Современные технологии пластинации селезёнки: сравнительный анализ методик и материалов (обзор литературы). Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье. 2025;15(3):145–150. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.3.MORPH.1>

MODERN SPLEEN PLASTINATION TECHNOLOGIES: COMPARATIVE ANALYSIS OF TECHNIQUES AND MATERIALS (LITERATURE REVIEW)

Maksim A. Kislov¹, Konstantin N. Krupin¹, Aleksey A. Supil'nikov^{1,2}, Nikita V. Ignatkin¹, Aleksandr Yu. Kirillov³,
Tat'yana V. Pistsova¹, Al'bina E. Farkhadova⁴

¹Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovityanova St., Moscow, 117513, Russia

²Medical University Reaviz, 227, Chapayevskaya St., Samara, 443001, Russia

³Samara Regional Bureau of Forensic Medicine, 51, Tukhachevsky St., Samara, 443082, Russia

⁴Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia, 6, Miklukho-Maklaya st., Moscow, 117198, Russia

Abstract. The use of cadaveric material has found its application for educational purposes in veterinary and medical universities. The obvious disadvantages of this approach are the requirements for maintaining the operational capacity of the cadaver material, as well as the peculiarities of changing the morphological structure of the organ with some cooking technologies. The article examines the application of modern methods of spleen plastination based on a sample from scientific data from PubMed, eLibrary and Google Scholar in the period from 1994 to 2024. 21 articles from a sample of 252 articles were analyzed. Currently, the authors propose standard Hagens plastination techniques with Biodur S10; using various fixing solutions (in particular, 0.56% glutaraldehyde and 2% formaldehyde in 0.1 M phosphate buffer (pH 7.4) containing 1.2 mM MgCl₂ and 2.5 mM CaCl₂); with Biodur S10/S15; with Brazilian polysiloxane P1; cryodehydration methods, room-temperature plastination technique, as well as methods of own production.

Keywords: plastination [D010919]; spleen [D013154]; silicone plastination [D012853]; cryodehydration [D003401]; museum specimens [D011627]; educational specimens [D013597, D004354].

Competing interests. The authors declare no competing interests. Supilnikov A.A. is a member of the editorial board of the journal, did not participate in the decision to publish the article

Funding. This research received no external funding.

Cite as: Kislov M.A., Krupin K.N., Supil'nikov A.A., Ignatkin N.V., Kirillov A.Yu., Pistsova T.V., Farkhadova A.E. Modern spleen plastination technologies: comparative analysis of techniques and materials (literature review). *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health*. 2025;15(3):145–150. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2025.3.MORPH.1>



Введение

Использование кадаверного материала нашло своё применение в образовательных целях в ветеринарных и медицинских университетах. Очевидными недостатками данного подхода стали требования к сохранению эксплуатационной способности кадаверного материала, а также особенности изменения морфологической структуры органа при некоторых технологиях приготовления. С этим вопросом столкнулись и мы при рассмотрении стандартных способов пластинации селезёнки, поскольку они оказывают сильное влияние на внешний вид органа, что может вызывать формирование искажённого представления о его реальной структуре.

Целью настоящей работы являлся анализ сведений об усовершенствованных и нестандартных методиках пластинации селезёнки в российской и зарубежной литературе.

Материалы и методы

В соответствии с целью исследования были проанализированы работы по усовершенствованным и нестандартным методикам пластинации селезёнки в научных базах PubMed (глубина поиска – 1994–2024 гг.), eLibrary (глубина поиска – 2004–2024 гг.), Google Scholar (глубина поиска – 2019–2024 гг.) по ключевым словам: PubMed и Google Scholar – (plastination) AND ((spleen) OR (lien)); eLibrary – пластинация селезёнки.

Критериями включения статей для выборки были открытые публикации; соответствие публикаций ключевым словам «пластинация И селезёнка»; публикации, написанные на английском или русском языке.

Критериями исключения статей для выборки были описание методик и техник, уже описанных в других публикациях; дублирующиеся статьи.

В базе данных PubMed получено 2 результата, отобрана для анализа 1 статья. В базе данных Google Scholar получено 236 результатов, отобрано для анализа 20 статей. В базе данных eLibrary получено 14 результатов, отобрано для анализа 0 статей.

Результаты

Методика пластинации

с фиксирующими растворами

Grondin G. с соавт. в своей работе продемонстрировали возможности пластинации образцов селезёнки и поджелудочной железы крысы с последующей депластинацией для дальнейшего гистологического исследования [1]. Исследователи предложили три метода фиксации: F1 (введение в 2% формалин на 24 часа при комнатной температуре, а затем в 5% формалин на 24 ч при комнатной температуре), F2 (погружение в 0,56% глутаральдегида,

2% формальдегида в 0,1 М фосфатный буфер (pH 7,4), содержащий 1,2 мМ MgCl₂ и 2,5 мМ CaCl₂, в течение 48 ч при комнатной температуре) и F3 (погружение в модифицированный фиксирующий раствор Jores (Legault and Huang, 1979), где концентрация формалина была увеличена до 5% вместо 3%, в течение 48 ч при 4 °C).

Исходя из их наблюдений, способ фиксации F2 лучше всего передал цвет свежего образца селезёнки. Значительных анатомических различий ни при одном методе фиксации выделено не было. Методика F2 лучше всего сохранила архитектуру ткани селезёнки, морфологию клеток при любых увеличениях. Единственным выявленным отличием от тканей нефиксированной селезёнки оказалось сглаживание и высокая дисперсность цитоплазмы клеток. Авторами отмечается большая чувствительность ткани селезёнки к депластинации, чем ткани поджелудочной железы, и артефакты более заметны, особенно в цитоплазме.

В образцах, выполненных по методике F1 и F3 с дальнейшей депластинацией, отмечалось значительное разрушение тканей даже при малом увеличении. Морфология пластинированной ткани селезёнки аналогична морфологии непластинированных срезов. При использовании F1 сохраняются даже те артефакты, которые помогают отличить красную мякоть от белой. Цитоплазма F2-фиксированной селезёнки более гладкая и рассеянная, что затрудняет отличие красной пульпы от белой.

Только образцы, зафиксированные с помощью F2 (пластинированные и депластинированные), сохранили морфологию, пригодную для изучения с помощью электронного микроскопа. Однако было трудно получить качественные срезы с чистой поверхностью из тканей, которые были зафиксированы с помощью F2. При этом анализ фрагментов этих небольших срезов позволил изучить ультраструктуру пластинированных образцов и показал, что силикон (S10) прозрачен для электронного пучка и стабилен в нём, что позволяет изучить внутриклеточные структуры.

Ультраструктурные исследования показали, что при депластинации материал удаляется из клетки, особенно из рибосомы и мембраны, что приводит к обесцвечиванию ткани.

Стандартная методика пластинации с Biodur S10/S15

Yunus H.A. с соавт. описывают историю развития пластинации в ветеринарной практике с упоминанием успешных пластинаций непосредственно селезёнки лошади и собаки [2]. Одним из источников их работы было описание методики пластинации различных органов, в том числе селезёнки с использованием Biodur S10/S15 (Henry, 2004). Технология

показала неплохие результаты, однако исследователи отмечали усадку некоторых органов, что связывали с недостаточной степенью их дегидратации.

Стандартная техника пластинации силиконом Biodur S10 считается «золотым стандартом» для сохранения биологических тканей и может применяться как для целых органов, так и для их частей или срезов [3]. В процессе пластинации с использованием Biodur S10 могут использоваться как свежие, так и фиксированные в формалине образцы. При этом свежие ткани обычно дают более гибкие и безупречные препараты, чем образцы, хранившиеся длительное время в формалине. Интересно, что метод пластинации применим даже к образцам, длительно хранившимся в формалине, – некоторые исследователи успешно пластинировали образцы селезёнки, которые хранились в формалине более 10 лет [3, 4].

Технология силиконовой пластинации в общем виде включает следующие этапы: подготовка образца, обезвоживание, обезжиривание, пропитка и отверждение. Для проведения пластинации готовится реакционная смесь из силиконового полимера (S10 или S15) и катализатора с удлинителем цепи (S3) в соотношении 100:1 [3, 5].

Важно отметить, что скорость понижения давления в вакуумной камере зависит от температуры и/или вязкости реакционной смеси. При более высокой температуре или более низкой вязкости давление можно снижать быстрее из-за уменьшенной вязкости полимерной смеси [3].

В исследовании, проведённом в Судане в 2017 году, была впервые установлена стандартная техника силиконовой пластинации Biodur® S10 для сохранения образцов в лаборатории пластинации на факультете ветеринарной медицины Хартумского университета [6]. Среди других органов методика была успешно применена для пластинации селезёнки коз, что подтверждает международное признание и распространение данной технологии. Пластинированные препараты селезёнки были признаны очень похожими на естественный вид органа, сохраняющими морфологические особенности с минимальной усадкой. Они описываются как долговечные, безопасные и удобные в обращении, не требующие использования средств индивидуальной защиты, что особенно важно в образовательном процессе [6].

Pendovski и соавт. утверждают, что пластинированные по технологии Biodur S10 модели трупа собаки успешно воспроизвели анатомические и топографические особенности соответствующих срезов компьютерной томографии [7]. Таким образом, пластинаты могут быть использованы в качестве дидактического и диагностического инструмента для студентов-ветеринаров, практикующих врачей и исследователей.

Исследования показали, что КТ-сканирование является отличным методом для изучения пластинированных образцов, особенно внутренних и внешних поверхностей. Однако импрегнация образцов полимером Biodur S10 снижает значения рентгеновского ослабления при КТ-исследовании [8].

Boduç E. выделил общие преимущества стандартной методики пластинации селезёнки по Hagens в сравнении с консервацией кадаверного материала в растворе формальдегида [9]. К таким преимуществам он относит более длительное хранение и эксплуатацию препаратов с сохранением их целостной структуры, отсутствие раздражающего эффекта формальдегида, возможность непосредственного контакта с пластинированной тканью в процессе обучения, отсутствие необходимости в закупке растворов для хранения, а также в регулярном увлажнении препаратов.

В исследованиях, посвящённых анализу коммерческих агентов для пластинации, проводилось определение химической структуры наиболее часто используемых продуктов: S3, S6 и S10. Исследование с применением ядерного магнитного резонанса, инфракрасной спектроскопии и эксклюзионной хроматографии показали, что Biodur S10 представляет собой полидиметилсилоксан с молекулярной массой 27,200 и силанольными функциональными группами [10].

Технология пластинации с использованием бразильского полисилоксана P1

Monteiro с соавт. изучали различия степени усадки различных частей тела и органов человека при использовании стандартного силиконового полимера Biodur S10 и бразильского силикона P1 (Polisil®, Brazil) [11, 12]. Предоставлены данные по изменению размеров селезёнки при использовании Biodur S10 ($20,3 \pm 7,6$) и P1 ($9,8 \pm 1,0$), что говорит о более благоприятном использовании второго полисилоксана в практике пластинации селезёнки.

Протокол пластинации с использованием P1 следует стандартным этапам: обезвоживание, принудительная импрегнация и отверждение. Особенностью процесса является использование реакционной смеси холодной импрегнации ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$), состоящей из силикона P1 и соответствующего катализатора дибутилтиндилаурата (DBTDL) в соотношении 100:1 (м/м) [12, 13].

Все ткани и анатомические сегменты, проанализированные в исследовании, показали меньшую или равную усадку при сравнении пластинации в контрольной группе (S10) с группой P1. Таким образом, авторы пришли к выводу, что силикон с более низкой вязкостью способствовал меньшей усадке тканей, что делает его жизнеспособной альтернативой эталонному силикону S10 [12, 13].

Методика пластинации по Mutturaj и криодегидратация

Islam с соавт. исследовали гистоморфологию пластинатов [14]. В одном из указанных исследований 2014 года было упомянуто сравнение гистологических срезов органов, в том числе селезёнки, до и после использования местного метода пластинации (Mutturaj, 2011). На срезах селезёнки, полученных методом пластинации, выявлена компактность клеточных структур с отличным сохранением архитектуры ткани. Артефактов, вызванных усадкой, не было, однако окрашивание было слабым и не позволяло создать резкость изображения, необходимую для лучшей визуализации микроскопических деталей. Пластинированный образец не препятствует гистологическим исследованиям в указанных выше пределах: потеря ядерной ясности, компактность или растяжение клеточных структур, артефакты, вызванные усадкой, что требует осторожности при интерпретации результатов микроскопического исследования.

Sultana с соавт. проводят сравнение морфометрических и гистоморфологических характеристик внутренних органов козы, в том числе селезёнки, после криодегидратации [15]. Усадки селезёнки не наблюдалось, потеря веса составила 73,91%. Гистоархитектурные детали органа были в некоторой степени утрачены с потерей клеточной целостности, но, тем не менее, зоны красной и белой пульпы всё ещё были различимы, с отчетливыми трабекулярными перегородками. Среди преимуществ методики можно отметить то, что она отлично подходит для использования в учебных целях, в некоторой степени – для гистологического исследования. Однако использование криодегидратации на человеческих органах ещё недостаточно изучено.

Методика криодегидратации включает использование замораживания образцов при ультранизких температурах с последующим удалением влаги [16]. В качестве экспериментальной модели для криодегидратации может использоваться замораживание тканей в жидком азоте при температуре $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$ или в специальных морозильных камерах при температуре около $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ с последующим удалением влаги в условиях вакуума [16].

Пластинация при комнатной температуре

Помимо традиционной низкотемпературной технологии с использованием Biodur S10, существует также методика пластинации при комнатной температуре (Room-temperature technique), разработанная Dow™/Corcoran. Особенностью данной методики является изменение последовательности добавления основных химических веществ для пластинации, что делает смесь для импрегнации (полимер плюс

сшивающий агент) стабильной при комнатной температуре [5].

Недавние исследования показали, что химические вещества North Carolina и Biodur® также могут успешно использоваться в формате пластинации при комнатной температуре, что расширяет возможности применения этих материалов [5].

В 2006 году в Международном морфологическом центре (Санкт-Петербург) под руководством Д.А. Старчика была разработана методика пластинации силиконом при комнатной температуре и техника пластинации эпоксидной смолой в горизонтальных плоских камерах [17, 18]. На кафедре нормальной анатомии Санкт-Петербургской Военно-медицинской академии совместно с Институтом синтетического каучука им. Лебедева под руководством профессора И.В. Гайворонского разработан собственный технологический процесс пластинации, названный учёными «полимерным бальзамированием». Его отличие состоит в том, что для пластинации использовался отечественный медицинский силикон и ряд ноу-хау [17, 18].

Заключение

В научных базах данных обнаружено значительное количество публикаций по пластинации селезёнки, что позволило провести расширенный анализ возможностей создания новых музейных препаратов, используемых для образовательного процесса. Большинство публикаций относятся к ветеринарным наукам.

Консервация селезёнки водными растворами формальдегида приводит к изменению цвета и усадке тканей, что недостаточно благоприятно сказывается на образовательном процессе в медицинских и ветеринарных учебных заведениях, а также влечет контакт обучающихся с опасными веществами. Указанные в работе методики пластинации, такие как пластинация с использованием глутаральдегидного фиксирующего раствора, силиконового полимера Biodur S10/S15, бразильского силикона P1, способа пластинации по Mutturaj (2011), должны решить данные проблемы и поспособствовать повышению качества эксплуатируемых анатомических препаратов. Также не стоит забывать о роли пластинированных микропрепаратов, которые могут использоваться как для изучения нормальной гистологии органа, так и для оценки патоморфологических изменений.

На данный момент можно выделить несколько технологий пластинации, которые способны удовлетворять многим учебным требованиям, однако подобные методики отличаются дороговизной, что является тормозящим фактором их внедрения для многих учебных заведений. В то же время использование более дешёвых методик сопровождается

снижением качества препаратов, хоть в некоторых аспектах те всё равно выигрывают у консервированных (отсутствие вредного влияния формальдегида, возможность контакта с пластином без использования средств индивидуальной защиты, экономия на покупке расходных растворов).

Несмотря на вышеописанные недостатки, ввиду достаточно широкой и при этом непрерывно растущей области применения метода пластикации в научной и образовательной сфере стоит подчеркнуть перспективность этого направления.

Литература [References]

- Grondin G, Grondin G.G, Talbot BG. A study of criteria permitting the use of plastinated specimens for light and electron microscopy. *Bio-tech Histochem*. 1994 Jul;69(4):219-34. <https://doi.org/10.3109/10520299409106291>
- Yunus HA, Ekim O, Bakıcı C, Batur B, Çakır A. From toxic cadavers to biosafe specimens: a brief history of plastination in veterinary anatomy. *Vet Hekim Der Derg*. 2022;93(2):158-65. <https://doi.org/10.33188/vetheder.998978>
- De Jong K, Henry RW. Silicone plastination of biological tissue: cold-temperature technique Biodur S10/S15 technique and products. *J Int Soc Plastinat*. 2007;22:2-14.
- Martinez HR, Ottone NE. Plastination of Old Formalin-Fixed Specimens. *J Plastination*. 2011;23:8-14.
- Raof A. Silicone Plastination of Biological Tissue: Room-temperature Technique Dow™/Corcoran Technique and Products. *J Plastination*. 2001;16:19-25.
- Mohamed AMA. Establishing for the First Time the Use of the Standard S10 Technique for Plastination in The Sudan. *J Plastination*. 2018;30(2):16-21.
- Pendovski L, Bozhinovski D., Ilievska K., Trojchanec P., Ilieski V. Computer tomography (CT) scans as a diagnostic tool for interpretation of S10 plastinated slides from dog cadaver. *Macedonian Veterinary Review*. 2022;45(2):127-135. <https://doi.org/10.2478/macvetrev-2022-0020>
- Cerqueira EP, Baptista CAC, Campi CC, Silva AF. 3D Reconstruction of Silicone (S10 Biodur®) Plastinated Specimens Using Computed Tomography Scanning. *J Plastination*. 2011;23:19-28.
- Boduç, E. Plastination with all its features: immortalization of the corpse. *Advances in medicine and health science*. 2022;119.
- Sagane Y, Kido H, Nakazawa Y, Nakajima Y, Nakajima Y, Takahashi M, Niikura K, Mazaki H, Fukushi H, Muramatsu K, Kodama M. Analysis of commercial plastination agents. *Surg Radiol Anat*. 2004;26(1):29-33. <https://doi.org/10.1007/s00276-003-0216-9>
- Monteiro Y.F., Silva M.V.F., Bittencourt A.P.S.V., Bittencourt A.S. Plastination with low viscosity silicone: strategy for less tissue shrinkage. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2022;55:e11962. <https://doi.org/10.1590/1414-431X2022e11962>
- Monteiro YF, Silva MVF, Bittencourt APSV, Bittencourt AS. Plastination with low viscosity silicone: strategy for less tissue shrinkage. *Braz J Med Biol Res*. 2022 Jul 13;55. <https://doi.org/10.1590/1414-431X2022e11962>
- Delpupo FVB, Cassiano LG, Monteiro YF, Júnior MC, Soares K, Bittencourt AS. Low viscosity silicone with less shrinkage for brain slices. *Anat Histol Embryol*. 2021;50(1):156-167. <https://doi.org/10.1111/ah.12627>
- Islam R., Ayman U., Sultana N. Histological Architectures and Biometric Characteristics of Indigenously Plastinated Organs of Goat. *International Journal of Morphology*. 2021;39(3). <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022021000300759>
- Sultana N., Islam R. Efficacy of cryodehydration technique in preserving the gross and histoarchitectural details of goat visceral and musculoskeletal specimens. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2023;10(4):720. <https://doi.org/10.5455/javar.2023.j727>
- Старчик Д.А. Эпоксидная пластинация. *Международный морфологический центр*. Starchik D.A. Epoxy plastination. International Morphological Center. (In Russ.). URL: http://www.anatomia.ru/about/technology/plastinaciya_raspi/
- Пластинация. Википедия. Plastination. Wikipedia. (In Russ.). URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пластинация>
- Старчик Д.А. Пластинация. *Международный морфологический центр*. Starchik D.A. Plastination. International Morphological Center. (In Russ.). URL: <http://www.anatomia.ru/about/plastination/>
- Smoldaka H, Henry RW. Silicone Plastination of Biological Tissue: Cold-temperature Technique North Carolina Technique and Products. *J Plastination*. 2003;18:25-29.
- Glover RA, Henry RW, Wade RS. Polymer preservation technology: polyester plastination for museum collections and teaching specimens. *J Int Soc Plastination*. 1998;13(2):39.
- Суприанж. THE SCIENCE OF PLASTINATION- A way of preserving tissues for centuries using a curable polymer (Biodur S10). Steemit Internet. 2018 Jun 22. URL: <https://steemit.com/steemstem/@cyprianj/the-science-of-plastination-a-way-of-preserving-tissues-for-centuries-using-a-curable-polymer-biodur-s10>

Авторская справка

Кислов Максим Александрович

Д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой морфологии Института анатомии и морфологии, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова.
ORCID 0000-0002-9303-7640

Вклад автора: концепция и дизайн исследования.

Крупин Константин Николаевич

Канд. мед. наук, доцент, специалист по учебно-методической работе Центра анатомического и симуляционного моделирования Мультипрофильного аккредитационно-симуляционного центра Института анатомии и морфологии имени академика Ю.М. Лопухина, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова.
ORCID 0000-0001-6999-8524; krupin_kn@rsmu.ru

Вклад автора: анализ данных литературы.

Author's reference

Maksim A. Kislov

Dr. Sci. (Med.), Docent, Head of the Department of Morphology at the Institute of Anatomy and Morphology, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University.
ORCID 0000-0002-9303-7640

Author's contribution: study concept and design.

Konstantin N. Krupin

Cand. Sci. (Med.), Docent, specialist in educational and methodological work of the Center for Anatomical and Simulation Modeling of the Multi-profile Accreditation and Simulation Center of the Institute of Anatomy and Morphology named after Academician Y.M. Lopukhin, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University.
ORCID 0000-0001-6999-8524; krupin_kn@rsmu.ru

Author's contribution: literature data analysis.

Супильников Алексей Александрович

Канд. мед. наук, доцент, заместитель директора Института анатомии и морфологии имени академика Ю.М. Лопухина, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова; первый проректор по научной деятельности, Медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0000-0002-1350-0704; a.a.supilnikov@reaviz.online

Вклад автора: анализ данных литературы.

Игнаткин Никита Владимирович

Студент, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова.

ORCID 0009-0007-8383-472X; ignatkin_nik@mail.ru

Вклад автора: подбор литературных источников, написание текста статьи.

Кириллов Александр Юрьевич

Врач-судебно-медицинский эксперт, заведующий Тольяттинским судебно-медицинским отделением, Самарское областное бюро судебно-медицинской экспертизы.

ORCID 0000-0003-1770-5392; aleksandrkirillov54632@gmail.com

Вклад автора: подбор литературных источников, написание текста статьи.

Писцова Татьяна Викторовна

кандидат медицинских наук, доцент, профессор кафедры морфологии ИАМ Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова

ORCID 0009-0005-9332-6652; pistsova_tv@rsmu.ru

Вклад автора: подбор литературных источников, написание текста статьи.

Фархадова Альбина Эльхан кызы

Студентка 6 курса медицинского факультета, Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы.

ORCID 0009-0005-5642-7219

Вклад автора: работа с источниками, анализ и обобщение полученных данных.

Aleksey A. Supilnikov

Cand. Sci. (Med.), Docent, Deputy Director of the Director of the Lopukhin Institute of Anatomy and Morphology, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; First Vicerector for Scientific Activity, Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0002-1350-0704; a.a.supilnikov@reaviz.online

Author's contribution: literature data analysis.

Nikita V. Ignatkin

Student, Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov.

ORCID 0009-0007-8383-472X; ignatkin_nik@mail.ru

Author's contribution: selection of literary sources, writing the text of the article.

Aleksandr Yu. Kirillov

Forensic medical expert, head of the Togliatti forensic medical department, Samara regional bureau of forensic medical examination.

ORCID 0000-0003-1770-5392; aleksandrkirillov54632@gmail.com

Author's contribution: selection of literary sources, writing the text of the article.

Tat'yana V. Pistsova

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Morphology, IAM Russian National Research Medical University named after N.I. Pirogov

ORCID 0009-0005-9332-6652; pistsova_tv@rsmu.ru

Author's contribution: selection of literary sources, writing the text of the article.

Al'bina E. Farkhadova

6th year student of the Faculty of Medicine, Patrice Lumumba Peoples' Friendship University of Russia.

ORCID 0009-0005-5642-7219

Author's contribution: work with sources, analysis and generalization of the obtained data.