

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 611.08

doi:10.18499/2225-7357-2025-14-4-77-84

3-3-1 – анатомия человека



Заключение в эпоксидную смолу как современный способ сохранения анатомических препаратов

М. В. Мнихович¹✉, М. В. Лозина¹, И. А. Ширипенко¹, Т. В. Безуглова¹,
О. А. Сидорова¹, В. Е. Тимофеев²

¹Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского, Москва, Россия

²Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова, Рязань, Россия

Аннотация. В связи с высокой потребностью в анатомическом материале в виде наглядных учебных пособий, а также для развития и сохранения музейного дела на морфологических кафедрах медицинских вузов, поиск новых методик сохранения и экспонирования анатомических препаратов остается актуальным. Современная химическая промышленность и появление новых полимерных материалов и инструментов позволяют расширить возможности музейного дела и решить некоторые проблемы, связанные с ограничениями методик прошлого. С помощью таких материалов возможны разработки новейших методов сохранения анатомических препаратов, которые не будут нуждаться в специальном уходе после изготовления, как того требовали классические методы консервации. Отдельной проблемой является экспонирование коррозионных препаратов полых структур различных органов. Ввиду их высокой хрупкости и значительных трудозатрат на изготовление одного препарата их надежное сохранение для увеличения срока использования становится предельно важным. **Цель исследования** – разработать способ создания и сохранения макропрепаратов, пригодных для безопасного ежедневного использования в учебных целях и экспонирования в научных музеях и морфологических коллекциях. **Материал и методы.** Для создания коллекции препаратов согласно собственным методикам использовались образцы из музейного архива НИИ Морфологии человека им. акад. А.П. Авцына ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского» и полимерный материал – эпоксидная смола для толстослойной заливки. Применили собственные методики препарирования биоматериала и создания коррозионных препаратов с последующим заключением в полимерную среду. **Результаты.** Получено 180 образцов анатомических препаратов, изготовленных посредством внедренных нами методик, а также рассмотрены вопросы проблематики классических методик сохранения и экспонирования. **Заключение.** Результаты нашего исследования наглядно показывают возможности применения предложенных методик обработки, препарирования, сохранения, анализа и экспонирования музейных анатомических препаратов.

Ключевые слова: биологический материал; эпоксидные смолы; музеи; анатомические препараты

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Мнихович М.В., Лозина М.В., Ширипенко И.А., Безуглова Т.В., Сидорова О.А., Тимофеев В.Е. Заключение в эпоксидную смолу как современный способ сохранения анатомических препаратов // Журнал анатомии и гистопатологии. 2025. Т. 14, №4. С. 77–84. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2025-14-4-77-84>

RESEARCH METHODS

Original article

Encapsulation in Epoxy Resin as a Modern Method for Preserving Anatomical Specimens

М. В. Мнихович¹✉, М. В. Лозина¹, И. А. Ширипенко¹, Т. В. Безуглова¹,
О. А. Сидорова¹, В. Е. Тимофеев²

¹Petrovsky Research Centre of Surgery, Moscow, Russia

²I.P. Pavlov Ryazan State Medical University, Ryazan, Russia

Abstract. The search for new methods to preserve and exhibit anatomical specimens remains relevant due to the significant need for such material as visual teaching aids and for the advancement of museum collections in university morphology departments. The modern chemical industry, with its novel polymeric materials and tools, offers solutions to overcome the limitations of traditional museum preservation techniques. These advancements enable the creation of anatomical specimens that require no special maintenance after processing, unlike classical conservation methods. A particular challenge lies in exhibiting corrosion casts of hollow organ structures. Due to their inherent fragility and the considerable effort required to produce each specimen, ensur-

©Мнихович М.В., Лозина М.В., Ширипенко И.А., Безуглова Т.В., Сидорова О.А., Тимофеев В.Е., 2025

ensuring their long-term preservation is of paramount importance. **The aim** is to develop a method for creating and preserving gross anatomical specimens that are suitable for safe, daily use in educational settings and for exhibition in scientific museums and morphological collections. **Material and methods.** The creation of the specimen collection according to our own methods utilized samples from the museum archive of the A.P. Avtysyn Research Institute of Human Morphology of the B.V. Petrovsky Research Center of Surgery and a polymer material – a deep-pour epoxy resin. We employed our own techniques for biomaterial dissection and the creation of corrosion casts, followed by their encapsulation in the polymer medium. **Results.** Using the techniques we developed, 180 anatomical specimens were produced. The issues and limitations of classical preservation and exhibition methods are also examined. **Conclusion.** The results of our study clearly demonstrate the potential for applying the proposed methods of processing, dissecting, preserving, analyzing, and exhibiting museum anatomical specimens.

Keywords: osteomyelitis; morphology; femur; rabbits; staphylococcus aureus; sequestration; osteogenesis

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests.

For citation: Mnikhovich M.V., Lozina M.V., Shiripenko I.A., Bezuglova T.V., Sidorova O.A., Timofeev V.E. Encapsulation in epoxy resin as a modern method for preserving anatomical specimens. Journal of Anatomy and Histopathology. 2025. V. 14, №4. P. 77–84. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2025-14-4-77-84>

Введение

Анатомические музеи по всему миру хранят коллекции препаратов, имеющих огромную историческую ценность и нераскрытий научный потенциал. Чтобы сохранить музейные коллекции в наилучшем состоянии, консервационная деятельность должна основываться на методах с доказанной безопасностью и эффективностью.

Исторически техникам сохранения тел для музейного экспонирования предшествовала консервация тел для ритуальных целей – мумификация, практиковавшаяся в Древнем Египте. В некоторых случаях процесс осуществлялся простой сушкой или обезвоживанием солью. Сбор образцов для патологоанатомических коллекций начался со времен вскрытий, проводимых Джованни Баттистой Морганьи. Анатомы столкнулись с трудностями сохранения тела и предотвращения распада, вызванного аутолизом и микробиологической контаминацией или другими разрушающими факторами.

До использования формалина сохранение анатомического материала осуществлялось следующими методами: искусственная мумификация, мацерация костей и кальцинированных фрагментов, использование спиртов, высушивание. Сочетание химической фиксации (солями ртути и/или дубильной кислотой) и тщательной сушки позволило получить сухие препараты. По существу, это был единственный способ дать визуальное свидетельство морфологических проявлений патологических процессов и заболеваний. Однако анатомы осознавали необходимость применения различных химических веществ для фиксации морфологической картины патологически измененных органов и тканей.

Реальному сохранению патологоанатомических находок эффективно препятствовали ограниченные знания в области химии и, в частности, химии консервирующих веществ. В конце XIX века было предложено использование формальдегида в качестве фиксатора, а поиск адекватных фиксаторов, их альтернатив

или улучшения свойств формалина приобрел широкие масштабы, что документально подтверждено многочисленными научными исследованиями. Можно констатировать, что каждая школа патологической анатомии исследовала, испытывала и применяла особые и оригинальные рецепты жидкостей и смесей для получения превосходных фиксаторов и препаратов [7].

На сегодняшний день изготовление влажных анатомических препаратов занимает ведущее место среди множества способов заготовки биологического материала в научных и образовательных целях. Существуют различные вариации консервирующих растворов. Известны методы изготовления влажных анатомических препаратов с использованием фиксирующих и консервирующих веществ по методам Кайзерлинга, Мельникова–Разведенкова, Жореса, Пика, Шора, Выводцева и других авторов, заключающихся в последовательной трехэтапной, а порой и многоступенчатой операции с применением спирта, формалина, глицерина, воды и других веществ [3, 6].

Однако такие классические методики имеют и ряд недостатков. Особо следует отметить токсичность большинства компонентов консервирующих растворов, а также необходимость их периодической замены. Регулярная замена компонентов консервирующей среды требует частого проведения ревизии материалов коллекции и поддержания их в надлежащем виде. При этом компоненты консервирующих растворов зачастую являются летучими и высокотоксичными, что несет в себе определенные риски для персонала при периодической замене и экспонировании препаратов. К тому же, при несоблюдении концентрации и соотношения компонентов раствора, возможны различные повреждения анатомических препаратов, начиная от обратимых изменений и заканчивая полной утратой первоначального вида экспоната.

Стоит отметить бактериологическую и грибную обсемененность консервирующих жидкостей, которая также может способство-

вать утрате первоначального вида препарата в результате изменения химического состава жидкости, а также представлять опасность для здоровья человека [8].

Методики полимерного бальзамирования (пластинации) также получили широкое распространение. Например, широко известен метод изготовления пластиначатых патолого-анатомических препаратов по В.Т. Талалаеву. Согласно авторской методике, производится заливка предварительно обработанного химическими веществами анатомического материала в уксуснокислый агар и заключение между двумя стеклами [5]. Не менее известен метод изготовления пластиначатых препаратов по способу Н.К. Лысенкова, основанный на заключении распилов, срезов органов в плоские сосуды или стеклянные рамки, наполненные застывающей прозрачной средой [1, 4]. Однако, как показывает практика, такие методики не обладают достаточной долговечностью и презентабельностью, а также требуют периодической замены пластиначатой сорхняющей среды.

На современном этапе продукты химической промышленности более разнообразны, что позволяет использовать материалы, которые не были доступны анатомам прошлого. С помощью нетоксичных материалов возможна разработка новых методов сохранения анатомических препаратов, которые, в отличие от известных классических методов, не потребуют постоянного ухода и затрат на поддержание препарата после его изготовления. Так, например, G. von Hagens предложил метод пластинации анатомических препаратов с использованием эпоксидной смолы. Он заключается в пропитывании биологических образцов реактивными полимерами в вакууме [9].

Цель исследования – создание и апробация новых методик сохранения и экспонирования анатомических препаратов для музеев нормальной, топографической и патологической морфологии с использованием современных полимерных материалов.

Материалы и методы исследования

Подбор материала. На базе морфологического музея НИИ морфологии человека им. акад. А.П. Авцына ФГБНУ «РНЦХ им. акад. Б.Н. Петровского» в методологическое исследование были включены 180 образцов анатомических препаратов, фиксированных в 10% растворе формалина и комплексных консервирующих жидкостях, составляющих архивный музейный фонд. Биоматериал включал сохраненные ампутированные конечности с разным уровнем ампутации (в количестве 10 и 25 соответственно), внутренние органы (почки, кистозно трансформированные яичники, ткани печени, сердца, легкие, матки, яички, резецированные участки кишки),

плодный материал (в возрасте от 7-й до 21-й недели), костный материал. Часть материала представлена препаратами, визуализирующими нормальную и топографическую анатомию, часть – патологические состояния.

Примененные методики препарирования. Биоматериал препарировали согласно целям визуализации на конкретном образце. Так, ампутированные конечности препарировали в рамках собственной модификации метода «ледяной анатомии» Н.И. Пирогова [2]. Препарирование проводилось согласно выделенным топографическим регионам и далее – в необходимых анатомических плоскостях. С использованием модификации «ледяной анатомии» препарировали образцы, служащие как для демонстрации нормальной и топографической анатомии, так и патологический материал. Посредством представленного метода препарировали часть имеющегося архивного плодного материала (7 плодов сроком 10 недель, 8 плодов сроком 12–14 недель, 3 плода сроком 18–20 недель).

Для наилучшей визуализации внутренних структур без физического разобщения тканей в отношении части биоматериала применяли метод просветления, заключающийся в выдерживании образца в ксиоле сроком от 2 недель до 3 месяцев, что зависело от необходимой степени просветления и объема препарата.

Костный материал, представленный преимущественно костными отломками, предварительно механически очищали от промежуточной скрепляющей среды (следов предыдущей механической фиксации адгезионным способом), после чего определяли комплектность конкретного образца костной ткани, затем производили репозицию согласно конгруэнтным поверхностям имеющихся отломков и их фиксацию посредством kleевого состава на основе цианакрилатов. Реконструированный образец костной ткани далее сохранялся как в готовом виде, так и в эпоксидной смоле.

Для подробной визуализации мельчайших особенностей строения, ветвления и сегментации венозного и артериального русел паренхиматозных органов, а также бронхиального дерева был применен собственный метод коррозионного литья. Сущность коррозионного литья заключалась в предварительном промывании органа физиологическим раствором, дальнейшим приготовлении жидкой пластмассы (полиуретана) с использованием соответствующих красителей (красного для артерий, синего для вен), доставкой раствора в просвет сосудов или бронхов при помощи шприцов и зондов соответствующего диаметра, ожидании застывания полимерной массы и последующем растворении органического остатка в 15% растворе щелочи (КОН) в условиях термостата, настроенного на поддержание температуры 60°C. Полученные

Таблица 1 / Table 1

Сравнительные характеристики влажных и заключенных в эпоксидную смолу препаратов
Comparative characteristics of wet-mounted and epoxy-embedded specimens

Сравнительные характеристики	Влажные препараты	Заключенные препараты
Токсичность	На всех этапах создания препарата и экспонирования	Только на этапе подготовки препарата к заливке в эпоксидную смолу
Требования к перезаключению	Периодическая замена компонентов растворов	Нет
Химические вещества	Формалин, спирт, тимол, фенол, глицерин, уксусно-кислый калий	Ацетон/ксилол, изопропанол
Вспомогательные инструменты	Стеклянная (музейная) посуда под каждый препарат	Многоразовые силиконовые формы
Возможности транспортировки	Имеет ряд ограничений	Не требует специальных приспособлений
Светопропускная способность	Опалесценция и помутнение	Сохранность прозрачности

коррозионные препараты (слепки исследуемых трубчатых органов) отмывали проточной водой и помещали в подходящую емкость с целью защиты от разрушающего механического воздействия.

Примененные методики сохранения. Биоматериал после стандартной фиксации в 10% растворе формалина был готов для сохранения в качестве влажного препарата в подходящих стеклянных емкостях. Препараты, в зависимости от размера и формы, позиционировались на поддерживающем стекле с целью достижения наилучшей наглядности и фиксировались к нему.

В качестве среды для заключения биоматериала была выбрана специальная эпоксидная смола для толстослойной заливки "Clearstone PRO" (Россия). Благодаря своим свойствам она остается бесцветной и прозрачной после застывания, не сжимается и не расширяется при полимеризации, что позволяет использовать ее для заливки самых тонких и хрупких структур без деформации и нарушения особенностей их топографо-анатомических характеристик и исходного размера. Также она не токсична в застывшем виде и не требует специальных условий для хранения, способна обеспечить сохранность и полноценность визуальных качеств экспонируемого препарата.

Заключение влажных препаратов в эпоксидную смолу требовало предварительного промывания после извлечения из формалина или другого консервирующего раствора, последующего обезжиривания в ацетоне и абсолютированном изопропаноле от 1 до 3 суток, после чего препараты высушивали в термостате при температуре 40°C.

Далее препараты помещали в силиконовой емкости подходящего размера и заливали в специальную эпоксидную смолу для толстослойной заливки "Clearstone PRO" (Россия), приготовленную согласно инструкциям производителя. Полимеризация смолы ускорялась посредством помещения емкости с застывающим раствором в термостат с темпе-

турой 60°C. После застывания смолы препарат извлекали из силиконовой формы и использовали в качестве экспоната.

Образцы реконструированного костного материала и коррозионные препараты не нуждались в дополнительной предварительной обработке. Для наилучшего экспонирования препаратов использовались специальные подставки-треноги.

Результаты их обсуждение

По итогам приготовления анатомических препаратов по стандартной и новой методикам было приготовлено 60 влажных препаратов и 120 эпоксидных препаратов.

Сохранение препаратов посредством заключения в эпоксидную смолу имеет ряд преимуществ перед стандартным методом сохранения, представленных в табл. 1. В отношении этого класса препаратов заключение в эпоксидную смолу может полностью вытеснить стандартную методику (рис. 1–4). Образцы реконструированного костного материала обеспечивают полную визуализацию особенностей линий перелома, что позволяет провести соответствующую травматологическую оценку (рис. 5 А, Б). Препараты, представленные сравнительным остеопеническим материалом, обеспечивают высокую наглядность остеопаретических и других патологических состояний костной ткани (рис. 5 В, Г).

В то же время сохранение в эпоксидной смоле коррозионных препаратов, по существу, представляется единственным методом, адекватным задачам длительного хранения и эксплуатации таких препаратов. Очевидная хрупкость коррозионных препаратов диктует необходимость их предельно бережного хранения, что труднодостижимо при сохранении «на воздухе» или в воде. Заключение в эпоксидную смолу также защищает такой препарат от выцветания применяемых красителей, что особенно актуально в отношении полихромных коррозионных препаратов (рис. 6).

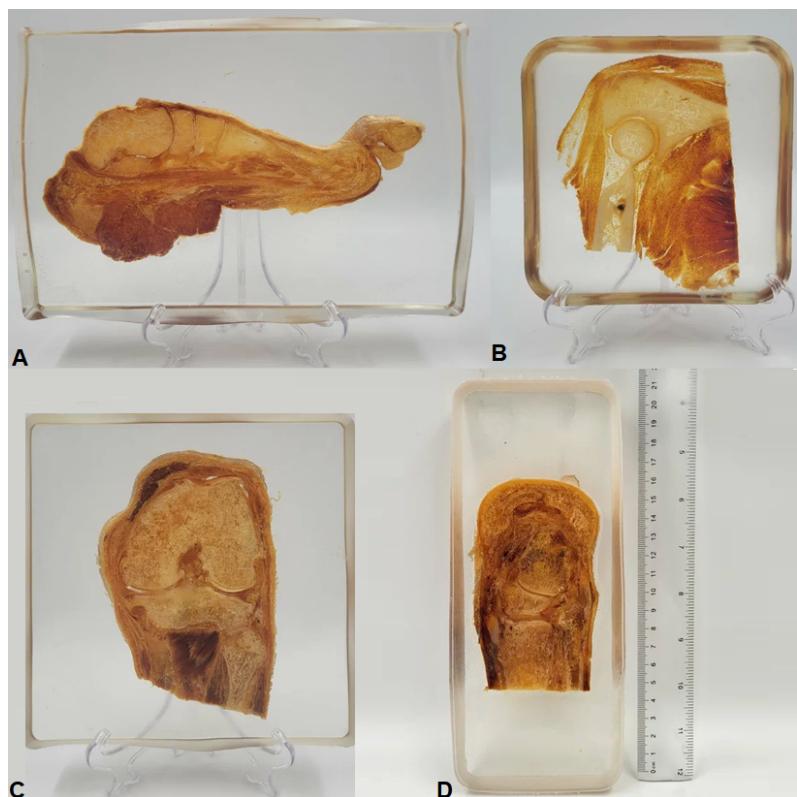


Рис. 1. Заключенные в эпоксидную смолу распилы конечностей, представленные в качестве образцов нормальной и патологической анатомии и созданные по модифицированной методике “ледяной анатомии” Н.И. Пирогова. А – сагиттальный распил стопы, эпителиоидная фибросаркома подошвенной области; В – сагиттальный распил локтевого сустава; С – фронтальный распил коленного сустава; Д – фронтальный распил голеностопного сустава.

Fig. 1. Extremity sections embedded in epoxy resin, presented as samples of normal and pathological anatomy and created using a modified technique of N.I. Pirogov's "ice anatomy." A – sagittal section of the foot, epithelioid fibrosarcoma of the plantar region; B – sagittal section of the elbow joint; C – frontal (coronal) section of the knee joint; D – frontal (coronal) section of the ankle joint.

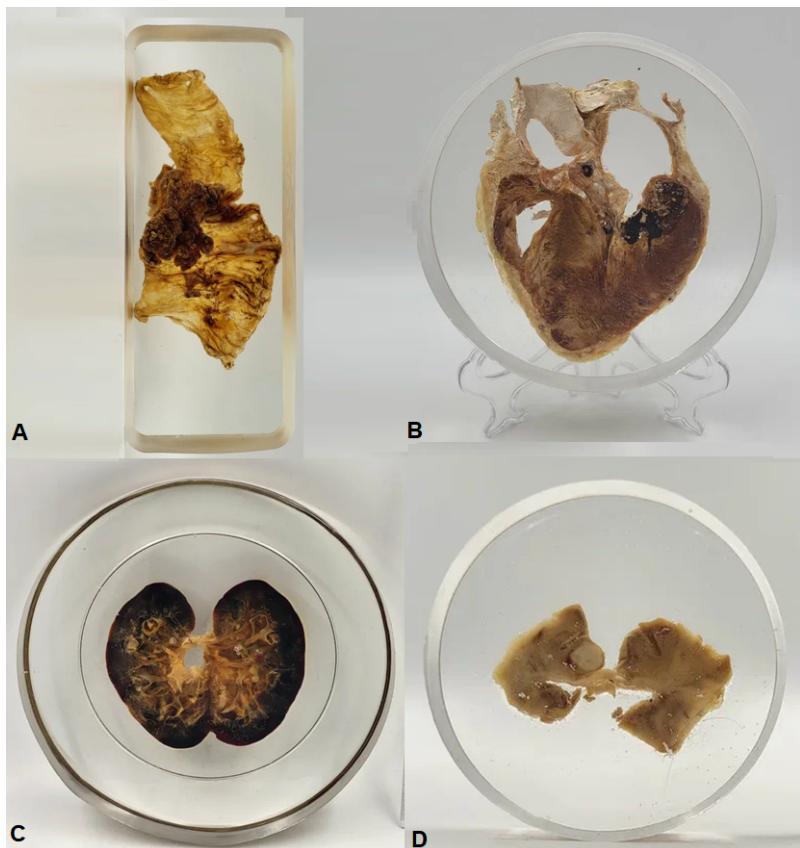


Рис. 2. Заключенные в эпоксидную смолу образцы органов, пораженных патологическими процессами. А – аденоракарцинома ileocecalного угла толстой кишки; В – кальцинированный тромб клапанов сердца; С – пионефроз почки; Д – метастаз рака молочной железы в головной мозг.

Fig. 2. Organ specimens with pathological processes, embedded in epoxy resin. A – adenocarcinoma of the ileocecal angle of the colon; B – calcified cardiac valve thrombus; C – pyonephrosis of the kidney; D – metastasis of breast cancer to the brain.

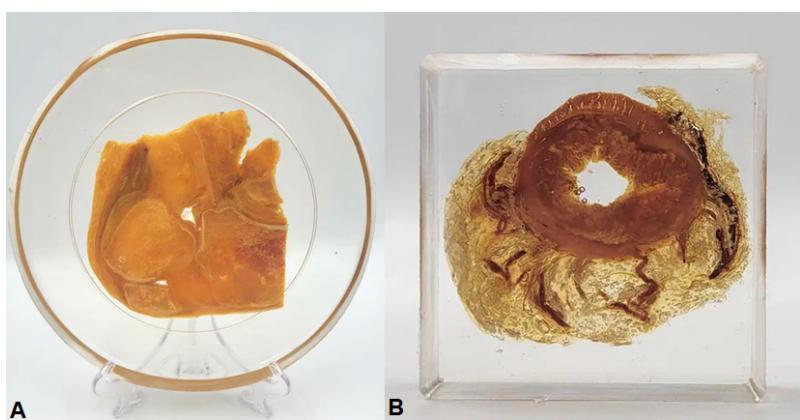


Рис. 3. Просветленные препараты, заключенные в эпоксидную смолу. А – сагиттальный распил коленного сустава; В – фрагмент толстой кишки с параколической клетчаткой.

Fig. 3. Cleared specimens embedded in epoxy resin. A – sagittal section of the knee joint; B – fragment of the colon with paracolic adipose tissue.



Рис. 4. Плодный материал, заключенный в эпоксидную смолу. А – сагиттальный распил плода, 18 недель; В – плод 14 недель.

Fig. 4. Fetal specimens embedded in epoxy resin. A – sagittal section of a fetus at 18 weeks; B – intact fetus at 14 weeks.



Рис. 5. Костный материал, заключенный в эпоксидную смолу.

A – реконструированный перелом длинной трубчатой кости; В – реконструированный многооскольчатый перелом длинной трубчатой кости; С – продольный и поперечные распилы большеберцовой кости с остеопенией и остеосклерозом; Д – поперечный распил длинной трубчатой кости при разных степенях остеопороза.

Fig. 5. Bone specimens embedded in epoxy resin. A – reconstructed fracture of a long tubular bone; B – reconstructed comminuted fracture of a long tubular bone; C – longitudinal and transverse sections of a tibia with osteopenia and osteosclerosis; D – transverse section of a long tubular bone showing various degrees of osteoporosis.

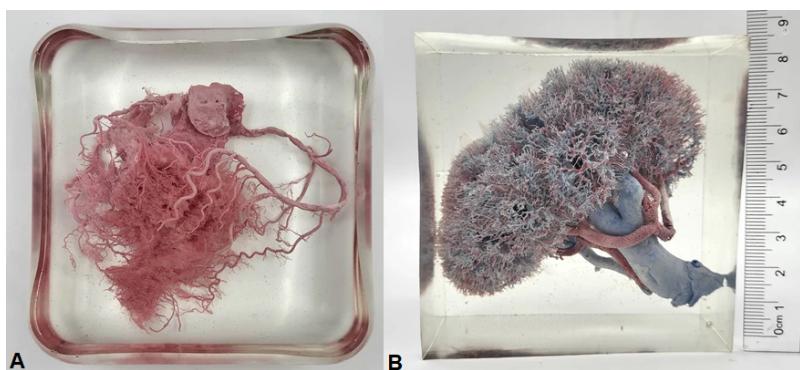


Рис. 6. Заключенные в эпоксидную смолу коррозионные препараты, созданные по собственной методике. А – коррозионный препарат коронарных артерий сердца; В – коррозионный препарат венозной и артериальной сетей почки.

Fig. 6. Corrosion casts embedded in epoxy resin, created using an original (in-house) technique. A – corrosion cast of the coronary arteries of the heart; B – corrosion cast of the renal venous and arterial networks.

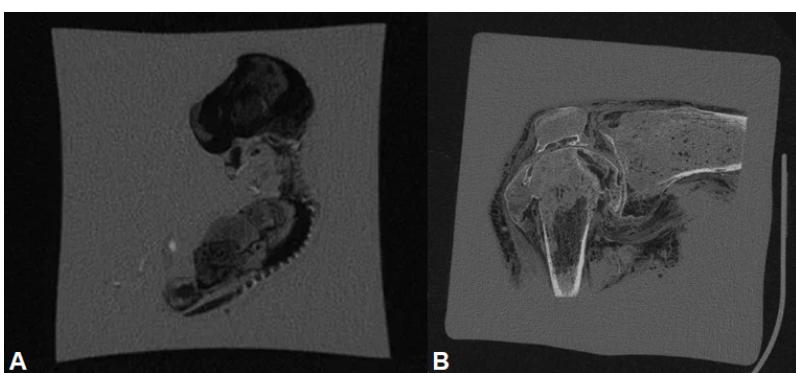


Рис. 7. Томограммы заключенных в эпоксидную смолу анатомических препаратов. А – плод 14 недель; В – сагиттальный распил коленного сустава.

Fig. 7. Tomograms of epoxy resin-embedded anatomical specimens. A – 14-week fetus; B – sagittal section of the knee joint.

Единственным препятствием повсеместного применения эпоксидной смолы становится тот факт, что извлечение заключенного препарата – трудновыполнимая задача. В тех случаях, когда в отношении некоторых препаратов планируется применение дополнительных методов препарирования уже после экспонирования, применение эпоксидной смолы не может считаться подходящим. Однако частично эту проблему решает применение современных методов лучевой диагностики, а именно мультиспиральной компьютерной томографии. Эпоксидная смола обладает рентгенологической плотностью на уровне печени (40–60 единиц Хаунсфилда), что делает ее достаточно «прозрачной» средой для анализа внутренних структур заключенного образца (рис. 7), в отношении заключенного в эпоксидную смолу костного материала также сохраняется возможность КТ-исследования.

Так, исследование внутренних особенностей строения плодного материала, объемных образований, топографии конечностей и самих органов вполне достижимо и обеспечивает приемлемый уровень визуализации, что частично решает проблему извлечения препарата из смолы.

Заключение

Таким образом, внедрение в музейное дело современных методов подготовки, препарирования, сохранения и анализа биоматериала позволяет на сравнительно высоком уровне работать с музейными препаратами. Создание уникальных коллекций и их цифровых копий (например, в виде библиотек КТ-сканов) способно не только качественно обновить существующий фонд музейных экспонатов, повысив интерес к ним со стороны студентов, ординаторов и специалистов, но и обеспечить базу для создания демонстрационных образцов и наглядных пособий для обучающихся на морфологических кафедрах. Высокая прочность и отсутствие необходимости замены сохраняющей среды практически полностью исключают затраты на содержание и амортизацию коллекций таких препаратов, при этом открывая возможности для их

транспорта в том числе в рамках обмена препаратами между научными и учебными медицинскими учреждениями или в рамках выездных выставок. Дальнейшее внедрение предложенных методов в препараторскую практику и их модификация позволят в значительной мере реактуализировать морфологическое музейное дело.

Список литературы / References

1. Кузнецов Л.Е., Хохлов В.В., Фадеев С.П., Шигеев В.Б. Бальзамирование и реставрация трупов: Руководство. М.: Москва; 1999. Kuznetsov LE, Khokhlov VV, Fadeev SP, Shigeev VB. Bal'zamirovanie i restavratsiya trupov: Rukovodstvo. M.: Moskva; 1999. (In Russ.).
2. Мнихович М.В., Безуглова Т.В., Романов А.В., Шириненко И.А., Сидорова О.А., Лозина М.В., Шматко И.А., Затолокина М.А., Мишина Е.С., Цымбалюк В.В., Неволько В.О., Затолокина Е.С. Патент РФ № 2795363; 2023. Mnikhovich MV, Bezuglova TV, Romanov AV, Shiripenko IA, Sidorova OA, Lozina MV, Shmatko IA, Zatolokina MA, Mishina ES, Cymbaljuk VV, Nevolko VO, Zatolokina ES. Patent RU №2795363; 2023 (In Russ.).
3. Привес М.Г. Методы консервирования анатомических препаратов. М.: Медгиз, Ленинградское отделение; 1956. Prives M.G. Metody konservirovaniya anatomiceskikh preparatov. M.: Medgiz, Leningradskoe otdelenie; 1956. (In Russ.).
4. Саркисов Д.С., Лопатенок А.А. Применение пластических масс для заключения гистологических и анатомических препаратов. М.: Медгиз; 1961. Sarkisov DS, Lopatenok AA. Primenenie plasticheskikh mass dlya zaklyucheniya histologicheskikh i anatomiceskikh preparatov. M.: Medgiz; 1961. (In Russ.).
5. Талалаев В.Т. Пластинчатые патолого-анатомические препараты и техника их изготовления. Избранные труды. М.: Медгиз; 1953:193–201. Talalaev VT. Plastinchatye patologo-anatomicheskie preparaty i tekhnika ikh izgotovleniya. Izbrannye trudy. M.: Medgiz; 1953:193–201. (In Russ.).
6. Ярославцев Б.М. Анатомическая техника: (Руководство по изготовлению анатомических и биологических препаратов). М.: Фрунзе; 1961. Yaroslavtsev BM. Anatomiceskaya tekhnika: (Rukovodstvo po izgotovleniyu anatomiceskikh i

- biologicheskikh preparatov). M.: Frunze; 1961. (In Russ.).
7. Bussolati G, Fulcheri E. Preparazioni anatomiche a secco nelle collezioni dei musei di anatomia patologica [Dry preparations of anatomical lesions in pathological anatomy museums]. Med Secoli. 2015; 27(2):537-551.
8. Domański J, Janczura A, Wanat M, Wiglusz K, Grajzer M, Simmons JE, Domagała Z,

Szepietowski JC. Preservation fluids of heritage anatomical specimens - a challenge for modern science. Studies of the origin, composition and microbiological contamination of old museum collections. Journal of anatomy. 2023; 243(1):148–166. doi: 10.1111/joa.13854

9. von Hagens G, Tiedemann K, Kriz W. The current potential of plastination. Anat Embryol (Berl). 1987; 175(4):411-421. doi: 10.1007/BF00309677

Информация об авторах

✉ Мнихович Максим Валерьевич – канд. мед. наук, доцент, ведущий научн. сотр. центральной патологоанатомической лаборатории НИИ морфологии человека им. акад. А.П. Авцына; зав. кафедрой нормальной анатомии человека Медицинского университета им. Б.В. Петровского; Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского; ул. Цюрупы, 3, Москва, 117418, Россия; mnichmaxim@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0001-7147-7912>
SPIN: 6975-6677

Лозина Милена Владиславовна – ассистент кафедры нормальной анатомии человека Медицинского университета им. Б.В. Петровского; младший научный сотрудник музеино-коллекционной группы НИИ морфологии человека им. акад. А.П. Авцына; Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского;
<https://orcid.org/0000-0003-1102-1133>

Шириненко Иван Александрович – ассистент кафедры нормальной анатомии человека Медицинского университета им. Б.В. Петровского; младший научный сотрудник центральной патологоанатомической лаборатории НИИ морфологии человека им. акад. А.П. Авцына; Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского;
<https://orcid.org/0000-0002-5947-1523>

Безуглова Татьяна Васильевна – канд. биол. наук, ведущий научн. сотр. центральной патологоанатомической лаборатории НИИ морфологии человека им. акад. А.П. Авцына; Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского;
morfolhum@mail.ru;
<https://orcid.org/0000-0001-7792-1594>
SPIN: 3943-4400

Сидорова Ольга Александровна – ассистент кафедры нормальной анатомии человека медицинского университета им. Б.В. Петровского; Российский научный центр хирургии им. акад. Б.В. Петровского

Тимофеев Василий Егорович – канд. мед. наук, доцент кафедры анатомии человека; Рязанский государственный медицинский университет им. акад. И.П. Павлова;
laminacriroza62@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6329-6414>

Information about the authors

✉ Maksim V. Mnikhovich – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, leading researcher of Central pathoanatomical laboratory of A.P. Avtsyn Research Institute of Human Morphology; Head of the Department of Normal Human Anatomy of B.V. Petrovsky Medical University; Petrovsky Research Centre of Surgery, ul. Tsyrupy, 3, Moscow, 117418, Russia; mnichmaxim@yandex.ru
<https://orcid.org/0009-0001-7147-7912>
SPIN: 6975-6677

Milena V. Lozina – Teaching Assistant at the Department of Normal Human Anatomy of B.V. Petrovsky Medical University; Junior Research Fellow of the museum and collection group A.P. Avtsyn Research Institute of Human Morphology; Petrovsky Research Centre of Surgery
<https://orcid.org/0000-0003-1102-1133>

Ivan A. Shiripenko – Teaching Assistant at the Department of Normal Human Anatomy of B.V. Petrovsky Medical University; Junior Research Fellow of Central pathoanatomical laboratory of A.P. Avtsyn Research Institute of Human Morphology; Petrovsky Research Centre of Surgery
<https://orcid.org/0000-0002-5947-1523>

Tat'yana V. Bezuglova – Cand. Sci. (Biol.), leading researcher of A.P. Avtsyn Research Institute of Human Morphology; Petrovsky Research Centre of Surgery
morfolhum@mail.ru;
<https://orcid.org/0000-0001-7792-1594>
SPIN: 3943-4400

Ol'ga A. Sidorova – Teaching Assistant at the Department of Normal Human Anatomy of B.V. Petrovsky Medical University; Petrovsky Research Centre of Surgery

Vasilii E. Timofeev – Cand. Sci. (Med.), Associate Professor at the Department of Human Anatomy; I.P. Pavlov Ryazan State Medical University;
laminacriroza62@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-6329-6414>

Статья поступила в редакцию 9.04.2025; одобрена после рецензирования 31.05.2025; принятая к публикации 25.12.2025.
Submitted 9.04.2025; Revised 31.05.2025; Accepted 25.12.2025.