ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ КОРРОЗИОННОГО ЛИТЬЯ ПАРЕНХИМАТОЗНЫХ ОРГАНОВ И СИСТЕМНОЙ СОСУДИСТОЙ СЕТИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

М.А. Конак[1], Н.А. Соломкина[1], А.И. Наумова[1], В.С. Липихина[1,3], Э.Т. Беширова[1], Д.В. Ступнович[1], А.С. Миронова[1]

[1]Медицинский университет Петровского, «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского», Москва, Россия

[2]Научно-исследовательский институт морфологии человека имени академика А.П. Авцына «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского», Москва, Россия

[3]Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Научные руководители: к.м.н., доц. М.В. Мнихович[1,2]; асс. И.А. Ширипенко[1,2]

В современных условиях ощутимого дефицита биологического материала в медицинских университетах особую актуальность приобретает разработка новых методов создания наглядных анатомических препаратов, отличающихся долговечностью и высокой информативностью для учебного процесса. Широкое применение лабораторных животных компенсирует недостаток анатомического материала, позволяя студентам совершенствовать понимание сравнительной анатомии, проводить корреляции с топографией человеческого тела и осваивать навыки препарирования. Особое место среди учебных пособий занимают препараты сосудистого русла и органокомплексы. В связи с этим возникает потребность в создании препаратов, отвечающих современным образовательным запросам. В настоящей работе представлены инновационные вариации коррозионного литья, расширяющие классическую методику и придающие препаратам новые функциональные свойства. Первая модификация основана на введении в полимерную смесь люминофора, что обеспечивает яркое равномерное свечение препаратов в ультрафиолетовом спектре. Это позволяет усиливать контрастность сосудистого рисунка, создавать высоконаглядные учебные пособия для демонстрации в затемненных аудиториях. Вторая модификация заключается в добавлении рентгеноконтрастного вещества в состав заливочной смеси, что обеспечивает визуализацию полученных слепков методами компьютерной томографии. Данный подход открывает возможности для цифрового трехмерного моделирования и сохранения уникальных образцов в виртуальной форме без риска повреждения оригиналов. Третья модификация представляет собой получение полноразмерных препаратов сосудистых сетей лабораторных животных, которые демонстрируют системную архитектонику сосудистой сети от магистральных артерий до капиллярных структур, формируя четкое представление о кровеносной системе как о единой функциональной сети. Разработанные методики представляют собой практическое решение для создания качественных анатомических пособий, дополняющих коллекции морфологических музеев и способствующих повышению уровня понимания, изучения и сравнительного анализа сосудистой архитектоники.

Ключевые слова: коррозионное литье; анатомическое препарирование; инновационное препарирование; музейное дело

Введение. История развития методов наливки полых анатомических структур и коррозионной техники насчитывает несколько столетий и представляет собой последовательное совершенствование материалов, инструментов и технологических приемов, направленных на достижение максимальной детализации и сохранности архитектоники исследуемых систем. Истоки метода наливки полых анатомических структур восходят к XV веку, когда Леонардо да Винчи впервые использовал расплавленный воск для заполнения желудочков мозга и сосудов. Отправной точкой в реализации данного направления стал 1672 год, когда Иоганн Сваммердам предложил вводить в сосуды застывающие массы — расплавленный воск и смолы. Это позволило получать объемные слепки. Его коллекция препаратов была закуплена Петром I для Кунсткамеры и частично сохранилась до наших дней.

В России основоположником коррозионной техники стал Илья Буяльский, создавший более 300 высококачественных препаратов, многие из которых до сих пор хранятся в музее Военно-Медицинской Академии. Коррозионное литье приобрело широкое распространение благодаря ряду уникальных характеристик. Метод создает точные трехмерные реплики, сохраняющие естественную архитектонику исследуемых структур, что обеспечивает высокую детализацию сосудистого русла. Визуализация сосудистого русла позволяет получить качественные препараты, способные храниться долгий промежуток времени, восполняя дефицит учебных препаратов.

Перед коллективом авторов встала задача модернизации классической техники коррозионного литья в связи с существенными недостатками традиционных методов: итоговая хрупкость препарата, сложность и длительность изготовления ряда масс и нарушение первоначальной структуры сосудов вследствие действия на него высоких объемов токсичных веществ, времязатратность, дороговизна используемых материалов, недостаточная визуализация сосудистого русла организма.

Целью разработки явилось устранение этих недостатков и создание универсального способа изготовления коррозионных препаратов, пригодных для решения широкого спектра задач — от фундаментальных морфологических исследований до создания высококачественных учебных пособий, обладающих научной,

образовательной и музейной ценностью. Отличительной особенностью представленной модернизации коррозионной техники является принципиально новый подход к визуализации полученных препаратов, реализованный через введение в состав заливочной массы – рентгеноконтрастного вещества или люминофора. Данное решение открывает новые возможности как для научного исследования, так и для изготовления наглядных учебных пособий, что полезно в рамках образовательной и научно-просветительской деятельности.

Наиболее сложной задачей являлась методика создания полноразмерных коррозионных препаратов кровеносной системы лабораторных животных. Данный способ обеспечивал визуализацию целостного сосудистого русла животного, препарат которого являлся незаменимым пособием при изучении сравнительной, топографической и вариантной анатомии. Таким образом, разработанная методика создает анатомические препараты, обладающих расширенным спектром демонстрационных возможностей. Это открывает перспективы для дальнейшего развития коррозионной техники.

Цель работы. разработать и апробировать ряд методологических вариаций коррозионного литья, обозначить дальнейшие перспективы развития коррозионного литья, направленные на расширение его демонстрационных и исследовательских возможностей, а также обобщить полученные практические наработки.

Материалы и методы. В качестве материала для исследования применялся архивный материал в следующем количестве: 10 образцов почек, 4 образца плаценты, 3 легких, 2 сердца. В качестве лабораторных животных применялись крысы линии Wistar количестве 20. Материалов для коррозионного литья служил полиуретан, коррозия производилась посредством растворения тканей в щелочи. Для специальной части исследования применялся йодсодержащий контраст и люминофор.

Результаты. Биологический органный материал проходил стандартные этапы препарирования, а именно: хирургическое выделение доступа к ключевым полым структурам (артериям, венам, бронхам), предназначенным для инъекции раствора полиуретана. Исследование на лабораторных животных производилось иным образом и включало в себя премедикацию в виде введения антикоагулянта в системный кровоток с последующим выведением животного посредством летального наркоза и обеспечением хирургического доступа к искомым полым структурам для последующей инъекции раствора полиуретана. Для получения препаратов со свойствами люминесценции или рентгеноконтрастности в раствор полиуретана предварительно вводился рентгенконтраст либо люминофор соответственно.

В ходе выполнения работы были успешно изготовлены коррозионные препараты различных органов и полноразмерных сосудистых сетей лабораторных животных с применением предложенных методических модификаций.

Каждая из модификаций продемонстрировала специфические преимущества в визуализации тех или иных анатомических структур и предназначена для решения определенного круга исследовательских задач. В результате изготовления препаратов с применением люминофора наиболее яркое и равномерное свечение зафиксировано у препаратов с лаймовым люминофором, в то же время голубой и бирюзовый люминофоры продемонстрировали среднюю интенсивность свечения, достаточную для умеренной визуализации. При наблюдении в ультрафиолетовом спектре отчетливо визуализируются все генерации сосудистого русла – от магистральных сосудов до мельчайших разветвлений.

В результате изготовления препаратов с применением рентгеноконтрастного вещества отчетливо визуализируются все участки сосудистого русла, что также делает возможной цифровую количественную оценку морфометрических параметров анатомических препаратов.

Изготовление полноразмерных препаратов сосудистых сетей лабораторных животных обеспечило полноразмерные слепки, демонстрирующие целостную архитектонику сосудистой системы организма животного, на едином препарате можно изучать взаимное расположение сосудистых разветвлений, что невозможно при использовании изолированных органных препаратов. При этом связь сосудистого русла отдельных органов и органокомплексов с системным руслом представляет особенный интерес при визуализации.

Разработанные методические модификации коррозионного литья дополняют друг друга, формируя комплексный инструментарий для анализа сосудистой архитектоники. Люминесцентный метод оптимален для задач, требующих максимальной контрастности и эстетической наглядности – в первую очередь для учебной, научно-популярной и музейной экспозиции. Рентгеноконтрастная модификация незаменима для количественных исследований, требующих точной морфометрии. Полноразмерный метод решает задачу системного анализа, позволяя изучать сосудистую сеть как единое целое, формировать у исследователя и обучающегося целостное представление об архитектонике организма. Возможность реализации данных подходов расширяет исследовательский и дидактический потенциал коррозионной техники и открывает новые перспективы для ее применения в фундаментальной морфологии, медицинском и биологическом образовании.

Заключение. Проведенное исследование доказывает, что модернизация классических методов изготовления анатомических препаратов является необходимым условием для сохранения и развития фундаментальной морфологической науки. Разработанные вариации коррозионного литья, – люминесцентная, рентгеноконтрастная и полноразмерная, – представляют собой продолжение деятельности Леонардо да Винчи, Сваммердама,

Гиртля, Буяльского и многих других анатомов, стремившихся к наиболее полной и точной визуализации скрытых от глаза структур.

Качественный музейный препарат демонстрирует реальную, живую архитектонику организма с ее индивидуальной вариабельностью. В этом контексте разработка новых методов коррозионного литья обеспечивает новые визуализационные возможности, что значимо для музейных коллекций, служащих многим поколениям студентов и посетителей выставок. Предлагаемый подход в том числе интегрирует классические препараты с современными цифровыми технологиями через рентгеноконтрастное исследование, а также обеспечивает пополнение фондов качественными сравнительно-анатомическими материалами на основе лабораторных животных.

Препараторское искусство, требующее глубоких знаний, развивается через совершенствование описанных методик. Работа с лабораторными животными выполняет методическую функцию – обогащает сравнительную анатомию данными о видовых особенностях сосудистой архитектоники. Разработанные модификации, – введение люминофоров, рентгеноконтрастных веществ, создание полноразмерных препаратов, – требовали многократного тестирования, что говорит о важной роли экспериментального метода препарирования. Препараты, полученные в ходе эксперимента, являются незаменимым пособием при изучении нормальной, сравнительной, топографической и вариантной анатомии. Таким образом, модернизация методов изготовления анатомических препаратов вносит вклад в сохранение и развитие великой традиции анатомического познания, соединяя классическое наследие прошлого с технологическими возможностями настоящего.

Список литературы

1. Ярославцев Б. М. Анатомическая техника / Б. М. Ярославцев. – Фрунзе, 1961.
2. (Щипакин, М & Прусаков, А & Вирунен, С & Скуба, В & Былинская, Д. 2014 г.). Методика изготовления коррозионных препаратов с применением стоматологических пластмасс).