

**ОБЗОР МЕТОДИК И ИХ МОДИФИКАЦИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ  
КАЧЕСТВА ИСПОЛЬЗУЕМЫХ УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ НА КАФЕДРАХ  
АНАТОМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ**

**Виноградова Софья Викторовна**

**Фоменко Артем Витальевич**

**Сорочинская Ольга Игоревна**

**Ходевцева Виктория Андреевна**

**Щербаков Георгий Евгеньевич**

студенты

Научный руководитель: **Жильников Дмитрий Игоревич**

старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный медицинский университет»

**Аннотация:** Постоянное совершенствование образовательного процесса на морфологических кафедрах (анатомического профиля) медицинских вузов требует актуализации и модификации, как уже имеющихся учебных пособий (муляжей), препаратов, моделей, так и разработку новых, отвечающих современным требованиям, методик по их изготовлению. К таким требованиям можно отнести высокую детальность, информативность и вариативность получаемых в результате обучающих материалов.

Мы предлагаем обзор некоторых наиболее актуальных и современных решений по улучшению качества получаемых анатомических препаратов и моделей, успешно внедренных в образовательный процесс ФГБОУ ВО ДВГМУ.

**Ключевые слова:** методики, коррозия, 3D-модель, учебное пособие, анатомический муляж, препарат.

**REVIEW OF METHODS AND THEIR MODIFICATION TO IMPROVE  
THE QUALITY OF THE TEACHING MATERIALS USED IN THE  
EDUCATIONAL PROCESS AT THE DEPARTMENTS OF ANATOMICAL  
PROFILE OF MEDICAL UNIVERSITIES**

**Vinogradova Sofia Viktorovna**

**Fomenko Artem Vitalevich**

**Sorochinskaia Olga Igorevna**

**Khodevtseva Viktoriia Andreevna**

**Shcherbakov Georgii Evgenevich**

Scientific adviser: **Zhilnikov Dmitrii Igorevich**

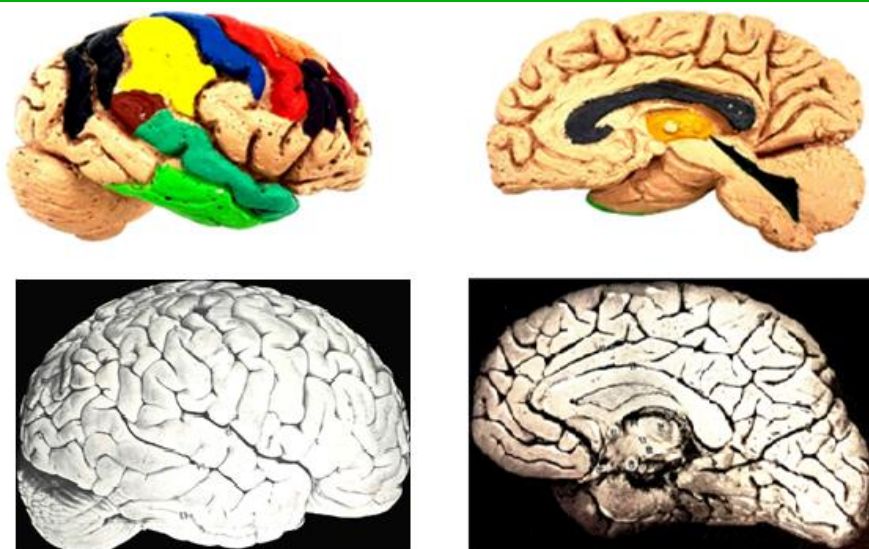
**Abstract:** Continuous improvement of the educational process at the morphological departments (anatomical profile) of medical universities requires updating and modification of both existing teaching aids (models), preparations, models, and the development of new methods for their manufacture that meet modern requirements. Such requirements include high detail, information content and variability of the resulting training materials.

We offer an overview of some of the most relevant and modern solutions to improve the quality of the obtained anatomical preparations and models that have been successfully introduced into the educational process of FESMU.

**Key words:** methods, corrosion, 3D-model, tutorial, anatomical model, preparation

**Методика изготовления муляжей органов, с сохранением высокой степени детализации при копировании сложного рельефа анатомических структур.**

Данный способ является актуальным для создания объемных моделей органов с исходно сложным внешним строением, например, таким как у головного мозга (ГМ). Получаемый макет (модель) обладает положительными качествами, при относительной простоте реализации: высокая степень детализации, легкий вес и прочность, наглядность при использовании в образовательном процессе, долговечность (рис. 1.). Нативные препараты ГМ требуют длительного время их изготовления, являются недолговечными, им необходимы специальные условия хранения. Поэтому данный метод предлагается как альтернатива для использования в образовательном процессе.



**Рис. 1. (сверху) модель головного мозга, слева - дорсолатеральная поверхность, справа - медиальная, полученная путем снятия слепка с нативного кадаверного материала и (снизу) дорсолатеральная и медиальная поверхности больших полушарий из анатомического атласа головного и спинного мозга М. Стэльмаськ [1, с 62, 66]**

Суть метода заключается в снятии гипсового, силиконового оттиска, с помощью составной формы с органа (работа с кадаверным материалом регламентирована в рамках действующего федерального закона от 21.11.2011 №323-ФЗ (ред. от 11.06.22) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации, а так же согласно действующему законодательству в сфере обеспечения учебного процесса трупным материалом), либо его пластилинового слепка. После его высыхания и извлечения кадаверного материала или слепка для тиражирования, в полученную полость заливали небольшой объем заливочной массы (в качестве выбора могут быть использованы любые литьевые пластики, эпоксидные смолы и т.д.), материалом выбора послужила полимерная пластмасса холодного отверждения (ПРОТАКРИЛ-М, БЕЛОКРИЛ-М, СИНМА-М). Сначала проливалась форма, в объеме 30 мл на каждую составную часть для создания рельефа и набора толщины стенки 2-3 мм. Для этого форму можно покачивать, чтобы полимерная масса растекалась по стенкам и образовывались равномерные наплывы, либо наносить ее толстой силиконовой кисточкой. Не дожидаясь полного отверждения в емкость, вносилось 15 мл того же полимерного состава, в более жидком разведении, после чего, 2 части формы скреплялись канцелярскими резинками для

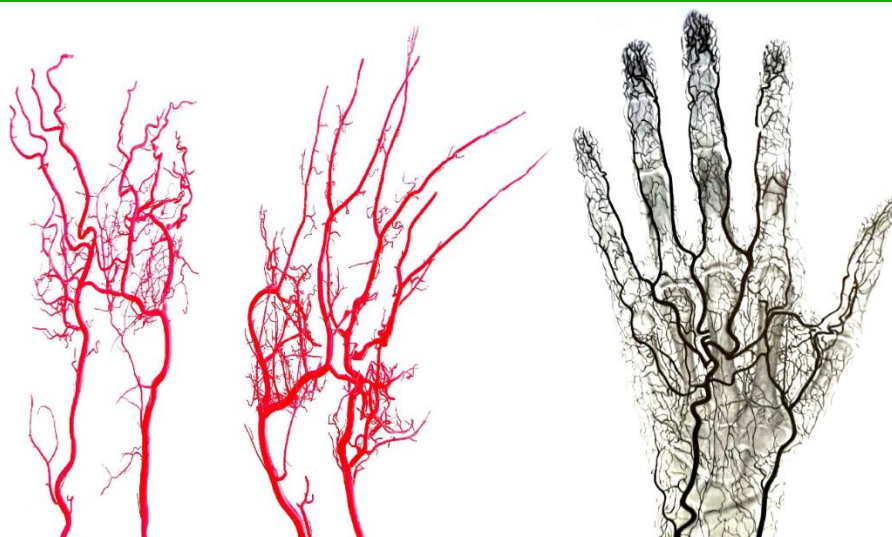
герметизации и производилось круговое вращение формы (в течение 15 минут), для того чтобы состав равномерно распределился по стенкам и обеспечил создание бесшовной полый отливки. Далее, в полученной отливке просверливалось два отверстия, через которые внутрь вводилась монтажная пена. Данная методика позволила получить модель (без ограничения объема тиражирования) с тонкими стенками, что делает ее легкой, а наличие сердцевины из пены – прочной и долговечной.

**Методика изготовления классических коррозионных препаратов  
и новый метод получения коррозии с использованием внутреннего  
и внешнего слепков.**

Современные методики изготовления слепков трубчатых структур с помощью коррозии не позволяют в полной мере смоделировать варианты расположения анатомических структур, так как не соотносят их с формой, размерами органа, внешними особенностями строения. Полноценное соотношение морфологических аспектов внешнего строения с его внутренними структурами, по-нашему мнению, может представлять практический и теоретический интерес у студентов и молодых специалистов. В ходе этой работы мы проанализировали различные методы изготовления коррозионных препаратов с точки зрения их финансовой доступности и воспроизводимости для возможности оснащения кафедр анатомии.

Коррозионная методика представляет собой процесс изготовления слепков трубчатых структур различных органов путем их заполнения полимерной массой инертной к действию щелочей и кислот. И последующим растворением биологических структур в агрессивной среде.

Метод включает в себя несколько этапов. Вначале орган изымался из трупа, далее осуществлялась подготовка к заливке. На кафедре был предложен универсальный метод подготовки, который заключался в следующем – после тщательной препарирования сосудистой ножки и выделения артерии, соответственно используемому органу, осуществлялось установление широкой канюли. Канюля подсоединялась к системе, в которой создавалось гидростатическое давление, путем подъема и фиксации резервуара с подготовленным раствором. Данный раствор включал в себя смесь из гепарина и физиологического раствора, сам орган находился в емкости с теплой проточной водой. Предварительная подготовка являлась гарантом получения слепков с высокой детальностью (рис. 2.).

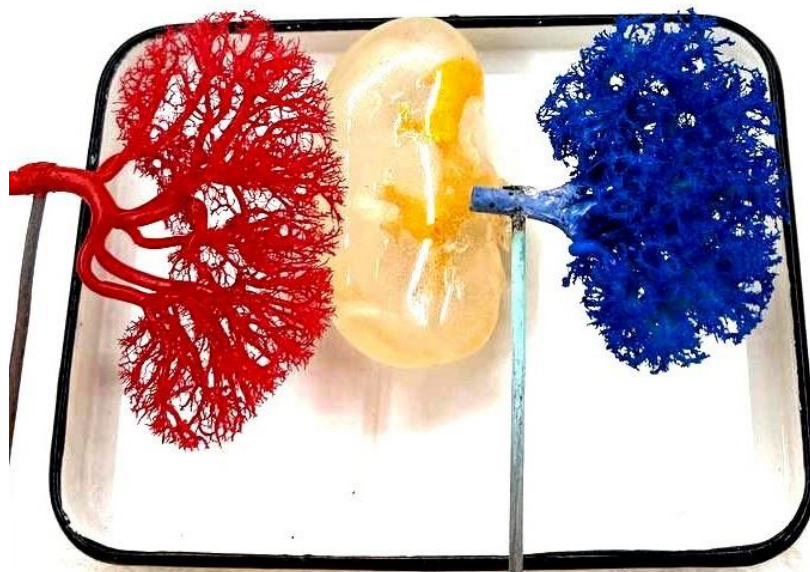


**Рис. 2. Коррозионный слепок артерий кисти (слева) и ангиограмма артерий кисти (справа) из монографии хирургическая анатомия верхних конечностей В.В. Кованов и А.А. Травин [2, с. 155]**

После подготовки осуществлялось заполнение сосудистого русла коррозионной массой. Для этого подготовленную массу в необходимом объеме, заливали в конусовидную тубу. Орган для сохранения его внешней анатомической формы и размеров помещался в емкость с прохладной проточной водой в подвешенном состоянии. Для полного застывания коррозионной массы ждали 24 часа. Далее снимали внешний слепок. Для этого орган (почку, печень, кисть) заливали в гипс для изготовления двухсоставной формы с замками, в качестве разделителя использовался жидкий силикон. После полного отверждения гипса в течение 24 часов он извлекался. Орган при изготовлении гипсового оттиска надежно фиксировался за сосуд с коррозионной массой, что в последующем гарантировало его правильную установку в гипсовую отливку.

В качестве растворителя биологического материала обычно используется HCl и NaOH. После гидролиза для удаления остатков биологических тканей слепок помещался в 38% пергидроль, а затем переносился в емкость с дистиллированной водой. Полученный оттиск просушивался и окрашивался, соответственно его функциональной принадлежности. На финальном этапе осуществлялось совмещение коррозионного слепка и формы органа, путем заливки полученной гипсовой отливки прозрачной эпоксидной смолой. Для этого полученный слепок трубчатых образований фиксировался в форме на силикатный клей, форма склеивалась с помощью гипса для герметизации. Подготовленный стенд

заливался прозрачной эпоксидной смолой, которая подвергалась дегазации. Была подобрана смола с хорошей текучестью. После полного отверждения смолы полученный анатомический муляж извлекался из формы (рис. 3.).



**Рис. 3. Коррозионный слепок, полученный путем совмещения внешнего и внутреннего слепков почки (по центру), слева – артериальная система почки, справа – венозная, полученные классическими методами**

Таким образом полученные модели в полной мере позволяют визуализировать все их внутренние трубчатые структуры и закономерности их внутриорганный распределения согласно внешней форме. Это является важным анатомическим аспектом при сопоставлении морфологии органов, его внешних признаков, размеров, вариантов строения с его внутренней анатомией. Данная методика может успешно использоваться в образовательном процессе, с целью установления этих закономерностей. Так же она поможет в дополнении хирургической анатомии строения органов, с точки зрения резекции его участков и различных оперативных вмешательств. В дальнейшем можно получить различные модели органов исходя из их исходного морфологического типа, конституции, что позволит дополнить вариантный аспект преподавания дисциплины на кафедрах анатомического профиля.

#### **Модифицированный метод изготовления костных препаратов человека и животных**

Многие классические методы подготовки костных препаратов не всегда удовлетворяют качественному образовательному процессу. В виду их большой время- и трудо- затратности и получения на выходе хрупких,

необезжиренных и неотбеленных препаратов. Хрупкость приводит к снижению общей детализации. Известно, что существует несколько основных видов мацерации [3, с. 36] – биологическая, химическая и физическая. При этом физический метод является более простым и доступным. Целью стало усовершенствования классической методики Заславского [4, с. 48], в том числе современных предложенных модификаций [3, с. 43], при изготовлении костных препаратов комбинированным физико-химическим методом (рис. 4.). Физическими факторами выступает температура воды, химическими – растворы поваренной соды, аммиака, пергидроля и тритона X100, которые омыляют жиры, отбеливают структуры и обеспечивают доступ реагентов в глубокие структуры кости.



**Рис. 4. Костный препарат (череп),  
изготовленный модифицированным методом**

Данный способ позволил снизить время экспозиции, обеспечить высокую сохранность получаемых костных препаратов, что необходимо для качественного образовательного процесса. Он является универсальным для работы как с животным, так и человеческим материалом. Дальнейшая пропитка (стабилизация) прозрачными эпоксидными смолами и лаками позволит увеличить пространственно-прочностные характеристики. Метод может найти свое продолжение в получении комбинированных методик – коррозия, с сохранения скелетных структур (например, при изготовлении артериальных дуг кисти, стопы)

**Метод наливки сосудистого русла с целью визуализации как предварительный этап перед препарированием или как окончательный вариант**

Качество визуализации сосудистого русла различных органов и областей нашего тела требует тщательной подготовки сосудов путем их детального препарирования. Сам процесс же требует наработанного навыка, что не всегда осуществимо из-за дефицита биологического материала. Нами был предложен универсальный метод наливки сосудистого русла с использованием протокола подготовки сосудов (см. выше в разделе коррозионного метода), а также - сам наливочный состав из доступных и дешевых компонентов (глицерин, пищевой желатин, карболовая кислота или тимол, а также гистологические красители (прочный красный, прочный синий, как альтернатива – можно использовать любые красящие вещества со схожими свойствами). Подготовка сосудов осуществляется аналогичным способом, как и при изготовлении коррозионных слепков. Наливка происходила попеременно в артериальное и венозное русло через широкую канюлю, сам же орган был погружен в теплую воду 38–39 градусов, после наливки – фиксирован в 4-10 процентном водном растворе формалина. На заключительном этапе препарат можно подвергнуть обезжириванию для лучшей визуализации.



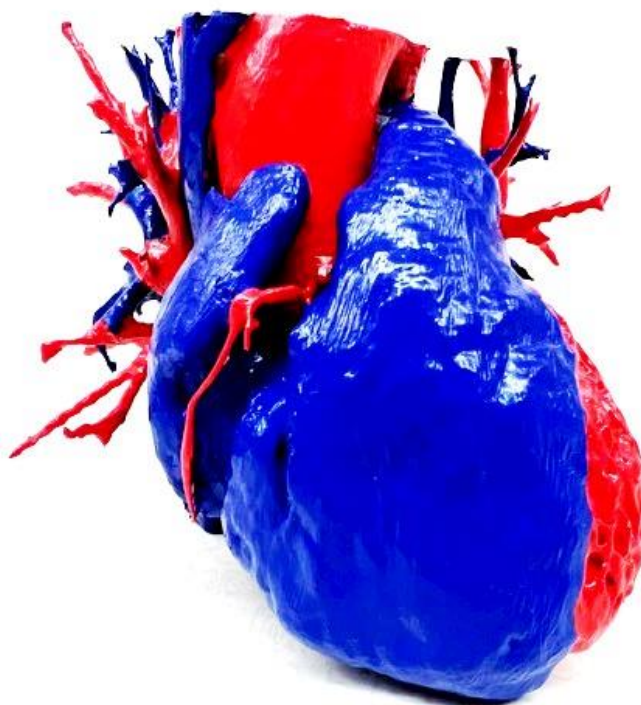
**Рис. 5. Нативный препарат сердца человека, артериальная и венозная система налита специальным составом глицерин-желатин-карболовая кислота-краситель (прочный красный, прочный синий)**

Полученный (рис. 5.) препарат удовлетворяет современным требованиям образовательного процесса, так как позволяет визуализировать сосуды высокого порядка, мостики, исключает путаницу между артериальными и венозными веточками, которая может возникнуть при изучении.

### **3d-msla модели на базе СКТ-реконструкций**

В ходе работы выяснилось, что в последнее время в курс нормальной анатомии человека активно внедряются анатомические макеты и муляжи, так как количество биологического материала из года в год уменьшается, из-за сложности его содержания и других факторов. При их сравнении с настоящим трупным материалом выяснилось, что макеты мало соответствуют тому, что можно увидеть на биоматериале, так как не обладают высокой степенью детализации.

В связи с этим было принято решение апробировать и усовершенствовать методику 3D визуализации клинических СКТ данных [5, с. 22] .



**Рис. 6. 3d-msla модель сердца человека на базе СКТ-реконструкции**

Объектом работы стала СКТ запись сердца человека. Полученные модели намного лучше отображают анатомические структуры, нежели их макетированные аналоги и более экономически выгодные. Работа производилась в приложении Autodesk 3ds Max. В ходе работы было смоделировано и распечатано 7 3D моделей сердца человека (рис. 6.), хорошо себя зарекомендовавших в учебной практике.

Полученные модели могут активно применяться в медицинских вузах на кафедрах анатомии, хирургии и на множестве других преподаваемых в ВУЗе дисциплинах, где могут понадобиться высокоточные анатомические модели.

**Список литературы**

1. Стэльмаськ М. Анатомическая атлас головного и спинного мозга человека. – Варшава: Государственное издательство медицинской литературы, - 1956. – 227 с.
2. Кованов В.В., Травин А.А. Хирургическая анатомия верхних конечностей. – Москва: Издательство «Медицина», 1965. – 599 с.
3. Загуменов М.Н. Изготовление скелетов позвоночных животных. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. – 44 с.
4. Заславский М.А. Таксидермия птиц – Ленинград: Наука, 1966. – 303 с.
5. Никифоров В.С. Методы сердечно-сосудистой визуализации в диагностике ишемической болезни сердца // Consillium Medicum. 2017. – Т.19, №1. – С. 18-24