

УДК 591.4:615.462

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ ПРЕПАРАТОВ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ ЖИВОТНЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ АКРИЛОВЫХ СТОМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАСТМАСС

Орлова Л.Н., Шалыгин С.П.

ГОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет»,
Омск, e-mail: kafedra_metodiki@bk.ru

Предложена методика и технология изготовления коррозионных препаратов внутренних органов животных. Коррозионные препараты представляют собой точный слепок внутренних полостей органа. Для приготовления препаратов использовалась пластмасса Протакрил-М, растворитель метилметакрилат и разделительный лак Изокол-69. Рассмотрены стадии набухания, формования массы. Целью исследования явилось нахождение оптимального соотношения порошка и жидкости. Объектом исследования являлись сердце курицы-бройлера, почки и сердца свиньи. Полученные результаты в ходе эксперимента показали целесообразность отбора пластмассы на 2,5–3 минуте и выдержку пластмассы в шприце 6–8 минут без доступа воздуха. Большее время набухания формовочной массы в шприце отражается на качестве модели. В эксперименте исследовались время, температура и условия формирования пластмассы в биологическом объекте.

Ключевые слова: коррозионные препараты, акриловые пластмассы, метод полимеризации, стадии набухания, гидрохинон, формалин, краситель Судан-III

MODELLING OF CORROSIVE PREPARATION OF ANIMALS INTERNAL USING ACRYLIC STOMATOLOGIC PLASTIC

Orlova L.N., Shalygin S.P.

State Educational Institution of Higher Professional Training «Omsk State Pedagogical University»,
Omsk, e-mail: kafedra_metodiki@bk.ru

The new technique and technology of manufacturing corrosive preparation of animals internal is offered. Corrosive preparation is exact mold of internal cavity of body. For preparation manufacturing was used plastic Protacril-M, solvent methyl methacrylate and dividing varnish Izokol-69. Stages of swelling, weight formation are considered. The research objective was finding of an optimum condition of powder and liquid. The object of the research was heart of a hen-broiler, kidney and heart of a pig. The results received in a course of experiment have shown expediency of selection of plastic on 2,5–3 minute and duration of plastic staying in a syringe of 6–8 minutes without access of oxygen of air. Longer time of swelling forming substance in a syringe affects the quality of the mold. Time, temperature and conditions of formation of plastic in biological object were investigated during the experiment.

Keywords: corrosive preparation, acrylic plastic, polymerization technique, swelling stages, hydroquinone, formalin, stain Sudan-III

Одним из принципов обучения является наглядность, позволяющая в мельчайших подробностях увидеть изучаемый объект, явление или процесс. В ходе моделирования коррозионных препаратов была разработана методика их изготовления.

Процесс создания коррозионных препаратов основан на затвердевании инъеклируемой массы в полостях биологических объектов, сосудах кровеносной системы, почечных канальцах и прочих полостных структурах и последующем разрушении под действием щелочей тканей органа, не исключая и оболочек сосудов. Для изготовления коррозионных препаратов авторы применяли стоматологические пластмассы акрилового ряда (АКР-7, акрел, этакрил, стиракрил и др.), выпускаемые Харьковским заводом медицинских пластмасс и стоматологических материалов «Стома».

Нами для изготовления коррозионных препаратов использовалась пластмасса холодного твердения Протакрил-М, представляющая собой композицию акрило-

вой группы типа «порошок-жидкость», в которой порошок состоит из мелкодисперсного окрашенного в розовый цвет полиметилметакрилата с 1,5% перекиси бензоила и 2,0% дисульфаниламина, растворитель – метилметакрилат с 0,1–0,2%-ми диметилпаратолуидина.

Механизм реакции полимеризации (отвердения) является радикальным. В качестве активатора процесса использовалась перекись бензоила.

При смешении компонентов пластмассы протакрил-М – порошка и растворителя метилметакрилата – образуется формовочная масса, которая в зависимости от вида работы, исполняемой стоматологом, может быть применена на разных стадиях *набухания* [4].

I стадия – песочная. Мономер протекает сквозь зерна полимера подобно тому, как вода просачивается сквозь песок. Наружный слой зерен полимера, смоченный жидкостью, приобретает бархатистый вид и бледно-розовую окраску. Песочная стадия начинается сразу после смешения порошка

с жидкостью и в зависимости от температуры может продолжаться от 30 секунд до 5 минут. В песочной стадии мономер-полимерная смесь непригодна к использованию.

2 стадия – вязкая или стадия тянущихся нитей. Начальный период этой стадии характеризуется высокой липкостью и клейкостью, при этом формовочная масса высокопластична и сверхтекуча. На этой стадии формовочную массу используют для работ, требующих высокой адгезии (прилипания).

3 стадия – тестообразная. Формовочная масса в этой стадии набухания характеризуется потерей липкости, хорошей пластичностью и малой текучестью. В таком состоянии формовочную массу удобно наносить на гипсовые модели, что и делают стоматологи.

4 стадия – резиноподобная. Формовочная масса восстанавливает приданную ей форму даже при существенном механическом воздействии на нее.

Значительное влияние на прочностные свойства сформованного акрилового пластика оказывает объемная усадка формовочной массы, которая может достигать величины до 20%. Объемная усадка существенно зависит от соотношения мономер/полимер. По данным [2], снижение объемной усадки до 6–7% достигается при соотношении мономера к полимеру 1:3, а по данным [5] – 1:2. Линейная усадка с учетом технологических приемов для самотвердеющих пластмасс составляет в среднем от 0,15 до 0,5%.

В настоящее время в биологии и медицине применяются несколько типов анатомических препаратов [8], которые в зависимости от цели обучения выполняют определенную функцию.

Различают следующие анатомические препараты: влажные, сухие, проглицеринные и коррозионные. Наиболее распространенным способом сохранения органов пищеварения, дыхания, выделительной системы и пр. являются так называемые влажные препараты. Объект (орган) консервируется в 3–5% растворе формалина или в 70–80% этиловом спирте. Предварительно орган очищается изнутри и с его внешней поверхности удаляются лишние ткани. Недостатком влажных препаратов является то, что биологические объекты вначале постепенно обесцвечиваются, а далее теряют эластичность и сильно уплотняются [9].

Сухие препараты используются прежде всего для демонстрации костей и очень редко – внутренних органов. Изготовление препаратов достигается обработкой материала спиртом и скипидаром. Сухие препараты имеют целый ряд преимуществ по сравнению с другими: они очень демонстративны,

не требуют реактивов и банок для хранения, не портятся, хорошо отражают особенности топографии, форму и строение органов и костей. После обработки скипидаром объект приобретает вид белой замши и для большей демонстративности может быть раскрашен акварельными или другими типами красок.

Проглицеринные препараты используются для моделирования мышечной ткани внутренних органов и нервной системы. В отличие от фиксируемых в формалине проглицеринные препараты хорошо сохраняют естественную окраску и эластичность биологического объекта в целом, дают правильное представление о наружном виде органа. Готовый препарат содержится в плотно закрытой банке или витрине, его периодически смазывают чистым глицерином вначале 2–3 раза в месяц, затем – не менее 3–4 раз в год. В таком виде препараты сохраняются в течение десятилетий [8].

Предлагаемые нами коррозионные препараты представляют собой точный слепок внутренних полостей органа. Например, для сердца это могут быть предсердие и желудочки, для почки – тончайшие разветвления кровеносной или мочевыводящей систем органа. Таким образом, если первые три типа препаратов демонстрируют внешний вид органа, то предлагаемые демонстрируют внутреннее, не видимое, строение органа или системы. В первых трех случаях биологический объект сохраняется, а в последнем – разрушается.

При изготовлении коррозионных препаратов в 60–80-е годы в качестве наполняющих композиций применяли готовые масляные краски смоляные массы, например, состава: канифоль – 1000 г, воск – 300 г, скипидар – 25 г [9].

В предлагаемом нами исследовании подробно описана методика и технология изготовления коррозионных препаратов на основе зуботехнической пластмассы Протакрил-М – относительно дешевом и доступном материале, продающемся в аптечной сети.

Объектами предварительного исследования (модельными объектами) были выбраны продаваемые в торговой сети замороженные сердца курицы-бройлера. Малый объем объекта, его доступность явились преимуществами перед другими биологическими объектами. Именно на биоматериале сердце курицы-бройлера были изучены условия и факторы создания коррозионных препаратов.

Закачивание пластической массы в биологический объект осуществлялось с применением медицинских одноразовых пла-

стиковых шприцов Жане на 2,5; 5,0 и 10 мл соответственно и стеклянного многооразового шприца на 10 мл Рекорд.

Основной задачей исследования явилось нахождение оптимального соотношения порошка и жидкости пластмассы Протакрил-М. Именно соотношение твердой и жидкой фаз, по данным литературных источников [1, 2, 4], определяет продолжительность вязко-текучей стадии набухания. Если в стоматологической прак-

тике очень важны 3 и 4 стадии формирования пластмассы, то в нашем исследовании приоритет должен быть отдан 1 и особенно 2 (вязко-текучей) стадии, потому что именно в таком состоянии пластмасса может быть закачана в биологический объект. Результаты зависимости продолжительности стадий отверждения пластмассы Протакрил-М от соотношения твердого и жидкого компонентов пластмассы приведены в табл. 1.

Таблица 1

Влияние соотношения компонентов пластмассы Протакрил-М на продолжительность фаз затвердевания

Соотношение компонентов	Общее время затвердевания, мин	Продолжительность стадий затвердевания, мин			
		Песочная	Вязко-текучая	Клейкая	Пластичная
3/1	25	1	4	12	8
2/1	30	2	9	10	9
1,8/1	31	2	9	10	10
1,6/1	33	2	10,5	11,5	9
1,4/1	39	2,5	11,5	13	11,5
1/1	40	2,5	12	13	12,5
1/2	50	4	13	17	16

Из данных табл. 1 видно, что оптимальным соотношением является отношение 1,6:1, так как в дальнейшем наблюдается общий скачок времени затвердевания с 33 мин до 39 минут, что по данным [3] свидетельствует о превышении концентрации мономера (жидкий компонент) над полимером (твердый компонент).

Предварительные исследования показали, что закачивать формовочную массу именно Протакрила-М следует примерно на 3 минуте после смешивания компонентов. Из данных табл. 1 – это время соответствует окончанию песочной и началу вязко-текучей стадии формирования пластмассы. Поэтому стала очевидной необходимость определения, на какой минуте набухания следует закачивать формовочную массу в биологический объект. Были выбраны следующие интервалы отбора массы после перемешивания компонентов: 2,5–3, 4–5, 6–7, 8–9, 10–11 мин. в пределах 12-минутной длительности вязко-текучей стадии. По нашим наблюдениям, 2–2,5 мин набухания было явно недостаточно для гомогенизации смеси перед закачкой в биологический объект.

Была проведена серия экспериментов, включающая в себя операции по замешиванию, закачиванию пластмассы в орган и последующему гидролизу всех тканей органа с целью выделения пластмассового скелета кровеносной системы сердца курицы-бройлера. Полученные результаты показали целесообразность отбора пластмас-

сы на 2,5–3 минуте и выдержку пластмассы в шприце 6–8 минут без доступа кислорода. При соблюдении этих условий остается еще 9–10 минут на заполнение органа формовочной массой. В предыдущих опытах пластмассу выдерживали в незакрытом бюксе и только после этого набирали в шприц.

Формовочную массу возможно выдерживать в шприце до 12–15 минут, хотя лучше всего вводить пластмассу в биологический объект именно на 6–8 минуте. Больше время набухания формовочной массы в шприце отражается на качестве модели. В скелете образуются разрывы пластмассового тела, что свидетельствует о попадании в полимер-мономерную смесь воздуха через шприц вследствие возрастания вязкости пластмассы.

Для окрашивания акриловых полимеров применяют как органические, так и неорганические красители и пигменты [2]. Стоматологическая пластмасса окрашивается в бледно-розовый цвет на стадии эмульсионной полимеризации (твердая компонента стоматологического набора). Этот цвет соответствует окраске внутренней поверхности ротовой полости. При моделировании артериальной или венозной систем органа, бронхиального дерева и др. полостных структур следует окрашивать пластмассу в соответствующие цвета.

Наиболее применимыми оказались Судан-III и органические красители красного цвета, сульфо-хромат свинца – жел-

тый пигмент, железный марс – коричневый, мелорий – синий, хромо-молибдат свинца – оранжевый. Указанные соединения являются неорганическими окрашивающими веществами, т.е. пигментами, и применяются в лакокрасочной промышленности. Получаемые пигменты имеют помол (именуемый перетиром) от 40 до 80 мкм. При изготовлении алкидной краски пигмент перетирается на бисерных мельницах до 2–8 мкм. Следовательно, без соответствующего перетира применять пигмент для окрашивания наполняющих особенно тончайшие капилляры пластмасс нецелесообразно. Таким перетиром обладают индикаторы, применяемые в химическом анализе. Их основное требование – они должны растворяться в мономере. Ни один из апробированных индикаторов (ализарин, эозин, крезоловый красный, метиленовый голубой, фуксин) не растворяется в мономере, либо коагулирует при замешивании пластмассового теста.

Для колерования мономера, метилметакриолата, хорошо подошли пигментные пасты (PUFAMIX – PUFAS Werk RG – 34334 Hann/Munden\Germany), предназначенные для колерования водо-дисперсионных красок и акриловых лаков. Дальнейшее смешение окрашенного мономера с мелкодисперсным (гранулированным) полимером показало хорошую совместимость и устойчивость цвета пластика во времени. Широкий спектр колеровочных паст PUFAMIX позволяет получить коррозионный препарат практически любого цвета. В работе нами применены пасты PUFAMIX красного и синего цветов.

В эксперименте дополнительно было исследовано время, температура и условия формирования пластмассы в биологическом объекте. В литературе встречаются два термина, связанных с обработкой пластмассы – формирование и формование. Формование – это придание пластической массе в вязкотекучем состоянии определенной формы, которая сохраняется при ее затвердевании. Формирование – это придание затвердевающей пластмассе определенных физико-химических и технологических свойств [4, 5].

Известно, что оптимальные прочностные свойства зуботехнической пластмассы придает медленный нагрев заготовки до 100 °С в течение 3–3,5 часов в воде и постепенное охлаждение изделия на воздухе при 20–25 °С [1, 2]. Нами были исследованы четыре варианта формирования пластмассы в биологическом объекте:

- а) на открытом воздухе;
- б) в эксикаторе, заполненном парами воды естественного испарения;

в) в воде;

г) в водном растворе 1 % CH_3COOH .

В воде и в водном растворе 1% уксусной кислоты температура составляла 20–25 °С. Установлено, что условия выдержки заполненного пластиком органа практически не влияют на успешность формирования коррозионного препарата. Однако из-за усыхающих тканей органа возрастает время щелочного гидролиза ткани с 95–100 до 150 минут. Наилучшие результаты получены при формировании коррозионного препарата в 1% водном растворе уксусной кислоты. Время формирования зависит от сечения ткани и объема моделируемого объекта, в нашем исследовании оно составило в среднем 2 часа.

В нашей работе изготовлены крупные коррозионные препараты почки и сердца свиньи; внутренние органы этого млекопитающего наиболее близки по строению к органам человека.

Технология изготовления коррозионного препарата кровеносной системы почки свиньи состоит в следующем.

Масса почки составила 137 г, поэтому, учитывая соотношение масса объекта: масса пластмассы, равное 10/1, следовало замешать примерно 14 г пластмассы Протакрил-М при найденном нами соотношении 1,6:1. Искомая величина составляет 8,16 г розового порошка и 9,79 мл (5,83 г) растворителя-мономера. В фарфоровую чашку засыпали отмеренное количество порошка в граммах и, включив секундомер, приливали мономер, одновременно перемешивая стеклянной палочкой. Добавляли необходимое количество выбранной по цвету пигментной пасты PUFAMIX, еще раз перемешивали. По секундомеру на 180 секунде (2,5 мин) затягивали формовочную массу в шприц Рекорд, и выдерживали в нем еще 5 минут (контакт с воздухом ограничен).

В это время перетягивали одну из вен ниткой, а на другую вену набрасывали ниточную петлю. Вставляли шприц в вену и, удерживая объект руками, равномерно подавали пластмассу внутрь почки. Почка расправляется, разбухает, приобретая естественную округлую форму. Перетягивали ниточной петлей наполненную вену и извлекали шприц. Почку с пластмассой опускали в стеклянный стакан с 1% водным раствором уксусной кислоты на одну ночь.

По прошествии этого времени гидролизовали ткани почки. На объект массой 137 г потребовалось 700 мл 40%-го гидроксида натрия, что сохраняет пропорцию: на 10 г массы органа – 50 мл щелочи. Из-за высокой плотности раствора гидроксида натрия почка всплывает на поверхность. Для того

чтобы погрузить ее полностью в щелочь, на штативе закрепили лапку и в эту лапку вставили кольцо, которое мешало всплытию органа на поверхность. Гидролиз проводили в химическом стакане объемом 1 литр. Нагрев раствора щелочи до 95°C производили на электрической плитке с регулятором мощности. Температуру раствора фиксировали по показаниям термометра, закрепленного в штативе. Время гидролиза составило 120 минут. Для удаления остатков тканей коррозионный препарат промыли под струей холодной воды.

Изготовленные препараты могут храниться в научно-исследовательских лабораториях и музеях биологических факультетов педагогических и медицинских вузов, а также использоваться на лабораторно-практических занятиях при изучении курсов анатомии и физиологии.

Список литературы

1. Блиникова А.Д. Повышение качества акриловых пластмасс: автореф. канд. техн. наук. – Омск: ОмГТУ, 2000. – 17 с.
2. Бурнусуз С.Ю. Анатомические препараты: методические указания для студентов биологического факультета. – Омск: ОмГПУ, 1997. – 14 с.
3. Дойников А.И. Зуботехнические материалы. – М.: Медицина, 1986. – 207 с.
4. Изготовление наглядных пособий по биологии / под ред. А.Н. Тамбовцева. – Омск: ОмГПИ, 1978. – 51 с.
5. Ким А.М. Органическая химия. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004. – 844 с.
6. Кортукоев Е.В. Основы материаловедения: учеб. пособие для мед. вузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 214 с.
7. Материаловедение в стоматологии / под ред А.И. Рыбакова. – М.: Медицина, 1984. – 424 с.

8. Нападов М.А. Самоотверждающиеся пластмассы отечественного производства и их применение в стоматологии. – М.: Медицина, 1971. – 160 с.

9. Сидоренко Г.И. Зуботехническое материаловедение. – Киев: Высшая школа, 1988. – 182 с.

References

1. Blinnikova A.D. Avtoreferat k.t.n. Povyshenie kachestva akrilovykh plastmass.-Omsk: OmGTU, 2000. 17 p.
2. Burnusuz S.Yu. Anatomicheskie preparaty: metodicheskie ukazaniya dlya studentov biologicheskogo fakul'teta Omsk: OmGPU, 1997. 14 p.
3. Dojnikov A.I. Zobotexnicheskie materialy M.: Medicina, 1986. 207 p.
4. Izgotovlenie naglyadnykh posobij po biologii // pod red. Tambovceva A.N. Omsk: OmGPI, 1978. 51 p.
5. Kim A.M. Organicheskaya khimiya Novosibirsk: Sibirskoe universitetskoe izdatel'stvo, 2004. 844p.
6. Kortukov E.V. Osnovy materialovedeniya: uch. Posobie dlya med. VUZov. M.: Vysshaya shkola, 1988. 214 p.
7. Materialovedenie v stomatologii // pod redakciej A.I. Rybakova. M.: Medicina, 1984. 424 p.
8. Napadov M.A. Samootverzhdavushiesya plastmassy otechestvennogo proizvodstva i ix primenenie v stomatologii M.: Medicina, 1971. 160 p.
9. Sidorenko G.I. Zobotexnicheskoe materialovedenie. Kiev: Vysshaya shkola, 1988. 182 p.

Рецензенты:

Воробьева Т.Г., д.б.н., профессор, заведующая кафедрой биологии, ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет», Министерство образования и науки, г. Омск;

Курдуманова О.И., д.п.н., профессор, заведующая кафедрой химии и методики обучения химии, ФГБОУ ВПО «Омский государственный педагогический университет», Министерство образования и науки, г. Омск.

Работа поступила в редакцию 19.02.2013.