

Рис.2. Спектры поглощения БР+САЧ после облучения прибором «Экстрасент №002»: D – оптическая плотность, k – волновое число. 1 – облучение в течении 2 мин. 2 – облучение в течении 7 мин. 3 – облучение в течении 12 мин. 4 – облучение в течении 17 мин. 5 – облучение в течении 27 мин. 7 – коэффициент усиления спектра 6 увеличили в 4 раза, видно, что начали появляться фотопродукты.

В отличие от ламповых источников, аппаратура для фототерапии гипербилирубинемии новорожденных на основе светодиодов характеризуется отсутствием УФ и инфракрасной составляющих (оказывающих побочные эффекты на новорожденного) и обеспечивает регулировку интенсивности воздействующего излучения в зависимости от тяжести состояния новорожденного.

Литература

1. Плавский В.Ю., Мостовников В.А., Мостовникова Г.Р., Третьякова А.И. Спектрально-флуоресцентные и поляризационные характеристики Z,Za. // Журн. прикл. спектр. 2007. Т. 74, № 1. С. 108–119.
2. Мышкин А.Е., Сахаров В.Н. Фотохимия билирубина // Успехи химии. 1982. №.1. С. 72–90.
3. Плавский В.Ю., Мостовникова Г.Р., Третьякова А.И. Фототерапевтические системы для лечения гипербилирубинемии новорожденных детей. Оптический журнал. 2014. Т. 81, № 6, С. 51–61.

МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИММЕРСИОННАЯ СРЕДА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТРОМБОЛИЗИСА

М. Д. Екельчик

Сердечнососудистые заболевания являются главной причиной заболеваемости и смертности в мире, ежегодно унося 17 млн. жизней. В структуре болезней системы кровообращения отмечается рост уровня

заболеваемости ишемической болезнью сердца и цереброваскулярной патологией, которые в 91% случаев являются причинами смертельных исходов от болезней системы кровообращения среди всего населения.

Наиболее перспективным способом ультразвукового разрушения тромбов является ультразвуковой тромболизис [1].

Низкочастотный высокоинтенсивный ультразвук вызывает изменения структурно-функционального состояния клеток крови и сосудистого эндотелия, выраженность которых зависит от параметров ультразвукового воздействия и формы головки используемого волновода [2]. Кроме прочего, повреждение стенок сосуда в области тромба обусловлено несфокусированностью кавитационной струи. Повреждение эндотелия сосудов при ультразвуковом тромболизисе – это одна из задач, стоящая перед широким внедрением метода в клиническую практику. Гипотеза настоящего исследования заключается в том, что использование магнитореологической жидкости в качестве иммерсионной среды увеличивает эффективность ультразвукового тромболизиса. Следовательно, для разрушения тромба нужна меньшая энергия (или время воздействия), что уменьшает повреждение стенок сосудов.

Цель: разработать способ уменьшения повреждения стенок сосудов при ультразвуковом тромболизисе с использованием магнитореологических жидкостей (МЖ).

Задачи:

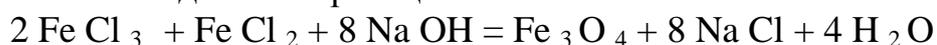
1. Создать ряд образцов МЖ на различных растворах-носителях.
2. Исследовать образцы МЖ на гемонейтральность *in vitro* и бионейтральность *in vivo*.
3. Оценить различие величин порога кавитации для крови и МЖ.
4. Изучить влияние МЖ в качестве иммерсии на убыль массы тромба в зависимости от параметров УЗ воздействия *in vitro*.

СИНТЕЗ МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ

Магнитореологическая жидкость представляет собой медленно оседающую высокодисперсную коллоидную систему частиц магнитного материала в растворе-носителе. МЖ обладают уникальным сочетанием текучести и способности ощутимо взаимодействовать с магнитным полем. Их свойства определяются совокупностью характеристик входящих в неё компонентов (твёрдой магнитной фазы, растворителя и стабилизатора), варьируя которыми можно в довольно широких пределах изменять физико-химические параметры МЖ в зависимости от условий их применения.

Магнетит, используемый в качестве дисперсной фазы в МЖ, в отличие от многих других металлов и их соединений, для человеческого организма практически безвреден. Таким образом, если подобрать соответствующую жидкую основу, которая не будет отторгаться организмом, то можно получить магнитную жидкость, пригодную для разного рода медицинских процедур. В последние десятилетия ведутся достаточно широкие серии лабораторных исследований в этом направлении *in vitro* и *in vivo* [3].

Процесс получения магнитной жидкости состоит из двух основных стадий: получения магнитных частиц коллоидных размеров и стабилизации их в жидкой основе. Самый известный вариант метода химической конденсации был предложен В. С. Элмором. Этот метод и использовался при приготовлении высокодисперсного магнетита. В основе данного метода лежит реакция:



Процесс осуществлялся при энергичном перемешивании и подогревании лабораторного сосуда, с последующим промыванием частиц для нормализации pH.

В данной работе созданы магнитореологические жидкости на основе физиологического раствора, реополиглокина (декстрана), раствора 10 % лимонной кислоты, олеиновой кислоты, вазелинового масла, керосина, раствора аскорбиновой кислоты, олеата натрия.

ОПЫТЫ ПО ГЕМОНЕЙТРАЛЬНОСТИ И БИОНЕЙТРАЛЬНОСТИ

Первой стадией опытов были опыты на гемонейтральность (эритроцитарную) *in vitro*. Капля донорской крови помещалась на предметное стекло (в каплю физиологического раствора), после чего в нее помещалось небольшое количество исследуемой МЖ. Образец накрывался покровным стеклом и изучался под оптическим микроскопом с увеличением $\times 1500$. Изучалась морфология эритроцитов. Высокую эритроцитарную гемонейтральность показали следующие МЖ: МЖ на основе физиологического раствора, МЖ на основе реополиглокина (декстрана), МЖ на основе водного раствора 10% лимонной кислоты.

Второй стадией опытов по бионейтральности были опыты *in vivo* на лабораторных крысах. Проведено внутривенное введение трех вышеуказанных типов МЖ. Инъекции проводили наркотизированным животным, за 5-10 мин до введения исследуемого препарата животным вводили внутримышечно раствор фентанила 0,005% и дроперидола 0,01% в соотношении 2:1, 0,3мл на 100 г массы тела животного. Далее хвост животного разогревали в теплой воде и проводили инъекцию в хвостовую вену, каждому животному было введено по 0,5 мл МЖ.

Через сутки животные активно передвигались в клетке, охотно поедали корм. Смертности не отмечено. На 4 сутки после введения проводили эвтаназию животных путем 3-х кратной разовой передозировки 3% тиопентала натрия. Проводили забор крови и внутренних органов (сердце, печень, почки) животных, при осмотре во время вскрытия животных видимых повреждений не выявлено. Проведенный общий анализ крови и морфологическое исследование органов не выявили отклонений от нормы, все препараты имели высокие показатели бионейтральности.

ОПЫТЫ ПО РАЗРУШЕНИЮ ТРОМБОВ *IN VITRO*

Опыты по разрушению тромбов *in vitro* производились в моделях сосудов (гибкие пластиковые трубки) со сформированными из крови здоровых доноров (с применением тромбина) красными тромбами. Тромбы (3) помещались в трубки (4), к ним подводился ультразвуковой волновод (1) через иммерсионную жидкость (2). Опыты проводились в пробирке с физиологическим раствором.

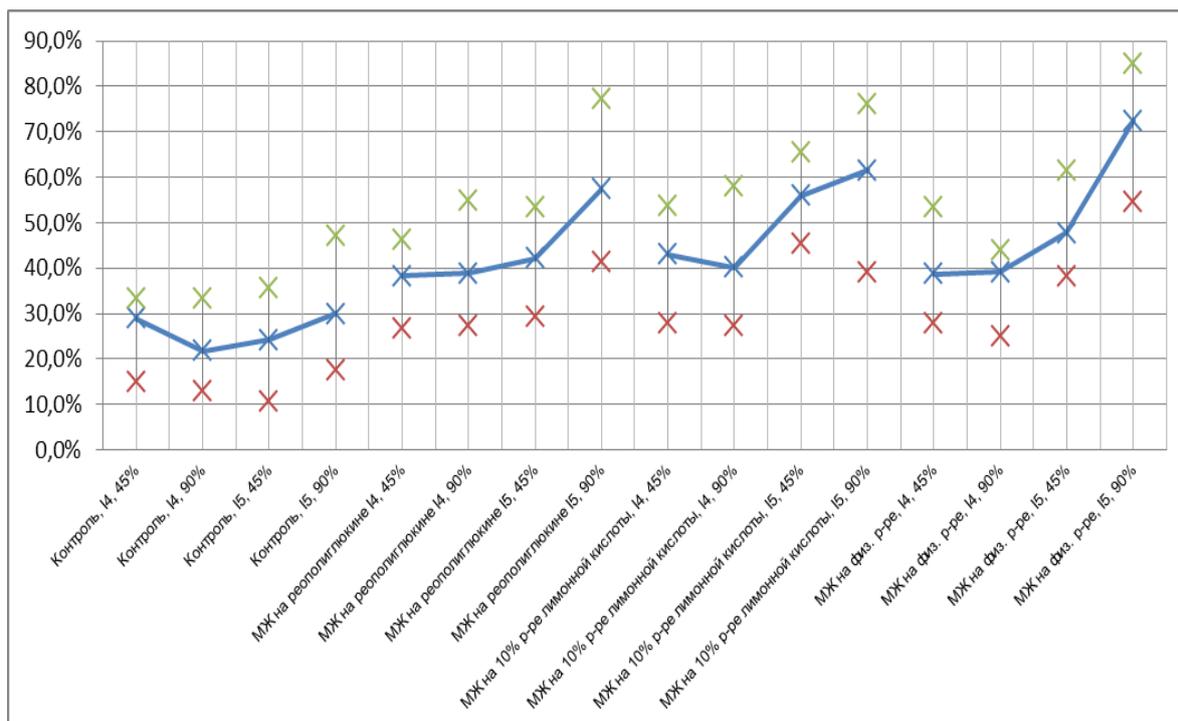


Рис. 1. Эффективность тромборазрушения

Увеличение степени разрушения тромбов при использовании магнито-реологических жидкостей (по отношению к контрольному образцу, для разных параметров УЗ воздействия) составило: 9,3 - 27,4 % для иммерсии на основе реополиглокина; 14,1 - 31,6 % для иммерсии на осно-

ве раствора лимонной кислоты; 9,8 - 42,5 % для иммерсии на основе физиологического раствора (см. рис. 1)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

1. Предложена модификация метода ультразвукового тромболитика: использование магнитореологической жидкости в качестве иммерсионной среды. Результаты калориметрических опытов показывают, что магнитореологическая жидкость имеет порог кавитации ниже, чем кровь, вследствие чего необходима меньшая энергия для возникновения кавитации, что уменьшает повреждения сосудистой стенки.

2. Разработаны 3 различные магнитореологические жидкости, отличающиеся составом и методикой изготовления (магнитореологическая жидкость на основе физиологического раствора, магнитореологическая жидкость на основе реополиглокина (декстрана), магнитореологическая жидкость на основе водного раствора 10% лимонной кислоты). Магнитореологические жидкости показали крайне высокие показатели бионейтральности и гемонейтральности: проведены опыты *in vitro* на эритроцитарную гемонейтральность, а также опыты *in vivo* на лабораторных крысах.

3. Увеличение степени разрушения тромбов при использовании магнитореологических жидкостей (по отношению к контрольному образцу, для разных параметров УЗ воздействия) составило: 9,3 - 27,4 % для иммерсии на основе реополиглокина; 14,1 - 31,6 % для иммерсии на основе раствора лимонной кислоты; 9,8 - 42,5 % для иммерсии на основе физиологического раствора.

Литература

1. *Адзериho, И.Э.* Ультразвуковой тромболитик в лечении артериального тромбоза: Дисс. Доктора Мед. Наук: 14.00.06 / И.Э. Адзериho. – Минск, 2004. – 322 л.
2. *Адзериho, И.Э.* Ультразвуковой тромболитик в лечении артериального тромбоза: Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора мед. наук: 14.00.06 / И.Э. Адзериho // БелМАПО. – Минск, 2004. – 37 л.
3. *Ефимова Н.Н.* «Влияние ультразвука на эффективность тромборазрушения и состояние системы гемостаза при использовании волноводов различных конструкций (экспериментальное исследование)». Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата мед. наук: 14.00.06. / Н.Н. Ефимова // БелМАПО. - Минск, 2009.- 25 с.