На правах рукописи

ДОРОФЕЕВ АЛЕКСАНДР ГЕНРИХОВИЧ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНТЕРСТИЦИАЛЬНОЙ СЕЛЕКТИВНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ФОТОДЕСТРУКЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ОЧАГОВОЙ ФОРМЫ ГЕМАНГИОМ У ДЕТЕЙ

14.01.19 – Детская хирургия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2021

Работа выполнена в Государственном бюджетном учреждении здравоохранения «Научно-исследовательский институт неотложной детской хирургии и травматологии» Департамента здравоохранения города Москвы

Научный руководитель:	Кандидат медицинских наук **Горбатова Наталья Евгеньевна**
Научный консультант:	Доктор медицинских наук, профессор **Тертычный Александр Семенович**
Официальные оппоненты:	
Поляев Юрий Александрович	Доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением рентгенохирургических методов диагностики и лечения Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Хагуров Руслан Асланович	Кандидат медицинских наук, врач – детский хирург отделения микрохирургии Государственного бюджетного учреждения здравоохранения «Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова» Департамента здравоохранения города Москвы

Ведущая организация:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита диссертации состоится « » 2021 г. в « » часов на заседании диссертационного совета Д 001.023.01 при ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России по адресу: 119991, Россия, г. Москва, Ломоносовский проспект, 2, стр.1

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГАУ «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Минздрава России по адресу: 119991, Россия, г. Москва, Ломоносовский проспект, 2, стр.1 и на сайте http://www.nczd.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2021 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, профессор РАН **Винярская Ирина Валериевна**

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования

Младенческая гемангиома (МГ) - доброкачественная сосудистая опухоль встречается в среднем у 10% всех новорожденных, у недоношенных детей - в три раза чаще, локализуется в 60 – 80% случаев на голове, шеи и верхней части туловища (Белоконь С.А. 2014 г., Буторина А.В. 2000 г., Романов Д.В. 2020 г. и др.).

Гемангиома, имея врожденный генез, проявляется у младенцев чаще в первые две – три недели после рождения, затем наблюдается ее активное увеличение в период до 5-6 месячного возраста, далее в возрасте 6 – 8 месяцев у 80% отмечается замедление или остановка роста (Васильев И.С., Васильев С.А., Абушкин И.А. 2017 г.). Процесс активной инвалюции гемангиомы начинается с 1 года и длится до 3 и более лет, при этом ткани гемангиомы претерпевают фиброзно-жировое замещение. Вследствие этого у 20 – 50% отмечается деформация кожных покровов, а также у 10% сохраняются резидуальные сосудистые элементы (Буторина А.В. 2000 г., Васильев И.С. 2017г., Романов Д.В. 2020г. и др.). В случае быстрого увеличения младенческой гемангиомы осложнения общего и местного характера отмечают у 40% пациентов. При изъязвлении и инфицировании возникает кровотечение в 7,5%, что особенно опасно у маленьких детей и требует экстренного лечения (Белоконь С.А. 2014 г., Беляев М.К. 2014 г., Новак М.М. 1987г., Пащенко Ю.В. 2013 г., Шафранов В.В. 1996 г.).

Младенческие гемангиомы могут быть различных форм и типов с различной структурной архитектоникой, обусловленной ее пространственной локализацией в коже (Шафранов В.В., Буторина А.В. 1996 г., Омурзаков Б.А. 2015 г. и др.).

В настоящее время наиболее объективно обоснованной является классификация Международного общества по изучению сосудистых аномалий ISSVA, 2014 года (Романов Д.В. 2020г., Wassef M. 2015 г.). В ней выделена очаговая форма инфантильной гемангиомы, которая имеет несколько типов: простой - образование располагается поверхностно в коже, глубокий, локализуется в нижних ее слоях и подкожно, и смешанный тип, имеющий поверхностные проявления и подкожную часть (Wassef M., Blei F., Adams D. 2015 г.).

В настоящее время существующие многочисленные лечебные методы не достаточно эффективны и нередко приводят к осложнениям общего и местного характера (Балышева Т.С. 2015г., Беляев М.К. 2014 г., Васильев И.С. 2017 г., Минаев С.В. 2010 г. и др.).

Общее медикаментозное лечение длительное и осложнения его, в частности b-адреноблокаторами, отмечают до 30% случаев**,** со стороны бронхо – лёгочной и сердечно - сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта и неврологические нарушения. (Бензар И.Н. 2014 г., Белоконь С.А. 2014 г., Омурзаков Б.А. 2015 г.). Локальные аппликационные методы, такие как криодеструкция, фотодеструкция лазерным излучением и другие не обеспечивают

радикального результата у 25% пациентов, что связано с не удалением зоны пролиферативной активности в нижней части сосудистой опухоли и прогрессированию ее в дальнейшем (Ахполов Т.М. 2008 г., Буторина А.В. 2000 г., Скабелкин О.К. 1989 г., Шахно Е.А. 2012 г. и др.).

Таким образом, ни один из существующих способов не позволяет достичь единовременного радикального результата лечения, особенно при очаговой форме гемангиомы, имеющей зону наибольшей пролиферативной активности в глубине сосудистой опухоли.

Данное положение определило поиск высокоэффективных методов, включая «лазерные», обеспечивающих радикальное удаление всего объема гемангиомы, включая базальные ее отделы (Минаев В.П., Жилин К.М. 2009 г.).

Применение лазеров последнего поколения позволяет обеспечить селективное и прецизионное дозированное местное воздействие лазерного луча определенной длины и мощности, преимущественно только на ткани гемангиомы, при этом, не затрагивая здоровые тканевые структуры (Скобелкин О.К.1989 г., Минаев В.П., Жилин К.М. 2009 г., Минаев В.П., Нешта Е.С. 2010 г.). Для решения существующей проблемы необходим научный подход к выбору тактики лечения данной патологии и разработка современных высокоэффективных «лазерных» способов, позволяющих радикально и единовременно удалить весь объем сосудистой опухоли.

Степень разработанности темы исследования

До настоящего времени сохраняется интерес к изучению проблем младенческих гемангиом у детей. Вопросы, связанные с данной патологией, нашли свое отражение в многочисленных исследованиях российских и зарубежных авторов. Проведен анализ отечественных и зарубежных научных источников, посвященных вопросам диагностики, анатомии и лечения младенческих гемангиом. Наибольший интерес был вызван исследованиями зарубежных авторов Hermans D.J., van Beynum I.M., а также, имеющих большой опыт в этом вопросе, отечественных специалистов Шафранов В.В., Поляев Ю.А., Абушкин И.А., Буторина А.В..

Данное научное исследование основано на использовании новейших лазерных медицинских технологий, созданных для улучшения результатов лечения пациентов с различными типами очаговой формы младенческих гемангиом. Предложенный подход к диагностике и использованию методики интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции позволяет радикально и единовременно обеспечить значительное улучшение клинических и эстетических результатов лечения очаговой формы младенческой гемангиомы у пациентов детского возраста.
Однако, рассматриваемый нами порядок лечения детей с очаговой формой гемангиомы не был до настоящего времени широко использован в клинической практике хирургии детского возраста.

Цель исследования

Улучшить результаты лечения пациентов детского возраста с очаговой формой гемангиом путем использования методики интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции.

Задачи исследования

1. Экспериментально на модельных биологических объектах определить оптимальные параметры лазерного воздействия, обеспечивающие радикальную фотодеструкцию тканей гемангиомы при минимальном повреждении окружающих ее здоровых структур.
2. Разработать операционную методику интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции радикального удаления очаговых гемангиом у детей.
3. Определить показания к использованию параметров режимов бихромного (λ – 0,97 мкм + λ – 1,56 мкм) лазерного излучения для эффективной интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции при различных типах очаговой формы гемангиомы.
4. Оценить эффективность клинических и эстетических результатов интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции при удалении очаговых гемангиом у детей.

Научная новизна исследования

1. Впервые экспериментально определены оптимальные параметры лазерного воздействия, необходимые для реализации радикальной фотодеструкции тканей гемангиомы.
2. Впервые разработана методика интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции для удаления очаговой формы гемангиом у детей.
3. Впервые определены показания к использованию параметров режимов бихромного (λ - 0,97 мкм + λ - 1,56 мкм) лазерного излучения для эффективной интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции при различных типах очаговой формы гемангиомы.
4. Доказана клиническая и эстетическая эффективность использования методики интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции при лечении очаговой формы гемангиом у детей.

Теоретическая и практическая значимость исследования

1. Обосновано, что использование методики интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции позволило улучшить результаты лечения детей с очаговой формой гемангиом.
2. Разработанный алгоритм лечебно-диагностических мероприятий обеспечивает безопасность и радикальность удаления очаговой формы гемангиом у пациентов детского возраста.
3. Результаты настоящего диссертационного исследования, при их внедрении в клиническую практику обеспечат улучшение результатов лечения детей с различными типами очаговой формы гемангиом.

Методология и методы исследования

Диссертационная работа включала в себя экспериментальную и клиническую части. На первом этапе в экспериментах in vitro и in viva были определены оптимальные параметры

лазерного воздействия и сформирована модель способа интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции. Клиническая часть исследования была посвящена изучению эффективности способа интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции при лечении детей с очаговыми формами гемангиом. Осуществлялось наблюдение за пациентами с использованием методов клинического, лабораторного и ультразвукового исследования для оценки эффективности используемого способа. Исследование выполнено с соблюдением принципов доказательной, экспериментальной и клинической медицины. Отбор больных и обработка результатов лечения, произведены в соответствии с данными клинической и эстетической эффективности.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту

1. Разработанные в эксперименте оптимальные параметры бихромного (λ – 0,97 мкм + λ – 1,56 мкм) лазерного излучения и модель интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции, обеспечивают радикальную фотодеструкцию содержащих гемоглобин и воду тканей при минимальном повреждении окружающих тканевых структур.
2. Показаниями для использования интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции являются различные типы очаговой формы гемангиомы у детей.
3. Предлагаемая методика интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции обеспечивает улучшение клинических и эстетических результатов лечения детей с различными типами очаговой формы гемангиом.

Личный вклад автора

Автору принадлежит ведущая роль в выборе направления работы, в получении результатов экспериментального и клинического раздела исследования, анализе, обобщении и научном обосновании полученных экспериментальных и клинических данных. Автор непосредственно участвовал в выполнении экспериментальной и клинической части работы, а также непосредственно в диагностических и лечебных мероприятиях. Он лично осуществил аналитическую и статистическую обработку, научное обоснование и обобщение полученных результатов. Вклад автора является определяющим и заключается в непосредственном участии на всех этапах исследования: от постановки задач и их решения, до обсуждения результатов в научных публикациях и докладах, а также внедрении их в практику. В соавторстве и лично автором проводилась подготовка публикаций по выполненному исследованию.

Степень достоверности и апробация результатов

Степень достоверности результатов проведённого исследования соответствует его планированию и реализации поставленных задач, в соответствии с критериями доказательной медицины, включающих достаточный объём проведённых экспериментальных и клинических исследований, методов диагностики, разграничения на критерии включения и исключения. Выводы результатов исследования, основные положения и практические рекомендации вытекают

из обработки и анализа результатов работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: XXI Всероссийской (54-й «Всесоюзной») научной конференции «Актуальные вопросы хирургии, анестезиологии и реаниматологии детского возраста» Российского симпозиума детских хирургов «Сосудистые аномалии». (Челябинск, 2014); научно-практической конференции «Лазерная медицина» (ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины ФМБА России. Москва, 2014); научно-практической конференции «Лазерная медицина» (ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины ФМБА России. Москва, 2016); заседании общества детских хирургов Москвы и Московской области ДКГБ №13 имени Н.Ф. Филатова (Москва, 2019); VII Троицкой конференции «Медицинская физика» (Москва, 2020); IX научно-практической конференции с международным участием «Неотложная детская хирургия и травматология" (Москва, 2021).

Внедрение результатов

Апробация диссертации состоялась на совместной межотделенческой конференции сотрудников отделений сочетанной травмы, хирургии, нейрохирургии, травматологии, лучевых методов исследования и лабораторных методов исследования протокол № 10 от 16.12.2020 г.

Результаты исследования внедрены в практику и используются в работе отдела детской хирургии ГБУЗ «НИИ Неотложной детской хирургии и травматологии» ДЗМ и отделения микрохирургии ГБУЗ «Детская городская клиническая больница им. Н.Ф. Филатова» ДЗМ.

Исследование одобрено локальным этическим комитетом при ГБУЗ «НИИ Неотложной детской хирургии и травматологии» ДЗМ выписка из протокола № 7 от 19.12.2018.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Научные положения диссертации соответствуют шифру специальности 14.01.19 - детская хирургия в отрасли медицинские науки (п. 3 Паспорта специальности - «Экспериментальная и клиническая разработка методов лечения хирургических болезней детского возраста и внедрение полученных данных в клиническую практику»)

Публикации по теме диссертации

По материалам исследования опубликовано 12 научных работ из них 1 патент, 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертаций.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 139 страницах машинописного текста, включает в себя введение, обзор литературы, характеристику материала и методов исследования, результаты исследования на основе собственных данных, заключение, выводы, практические рекомендации и список литературы. Работа иллюстрирована 14 таблицами и 73 рисунками, а также списком сокращений. Список литературы включает 117 работ, из которых 31 публикация в отечественных и 86 - в зарубежных изданиях.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Настоящее диссертационное исследование было выполнено на базе ГБУЗ «Научно-исследовательский институт Неотложной детской хирургии и травматологии» Департамента здравоохранения города Москвы. В клиническом разделе исследования было задействовано 140 детей, которым проведено лечение методом «Интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции» по поводу различных типов очаговой формы гемангиомы.

Экспериментальный медико-биологический раздел исследования выполнен под руководством научного консультанта Тертычного Александра Семеновича, доктора медицинских наук, профессора, заведующего лабораторией, врача-патологоанатома «Лаборатории электронной микроскопии и иммуногистохимии ЦПАО» Клинического центра Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

В работе использовали лазерный хирургический аппарат ЛСП «ИРЭ-Полюс» (Россия), генерирующий одновременно бихромное лазерной излучение, с длиной волны 0,97 мкм и 1,56 мкм максимальной мощности до 15 Вт и 5 Вт, соответственно. Данный аппарат реализует одновременно две волны лазерного излучения 0,97 мкм и 1,56 мкм, которые хорошо поглощаются хромофорами кожи, излучение с длиной волны 0,97 мкм имеет близкий пик поглощения гемоглобином, а 1,56 мкм - водой (Минаев В. П., Жилин К. М., 2009 г.).

Длина волны лазерного излучения является одним из основных параметров воздействия, определяющих как глубину проникновения излучения в биологическую ткань, так и селективный характер поглощения излучения различными элементами биологической ткани, хромофорами (Минаев С.В., Нешта Е.С. 2010 г.). Спектры поглощения света основными хромофорами кожи представлены на рисунке 1.

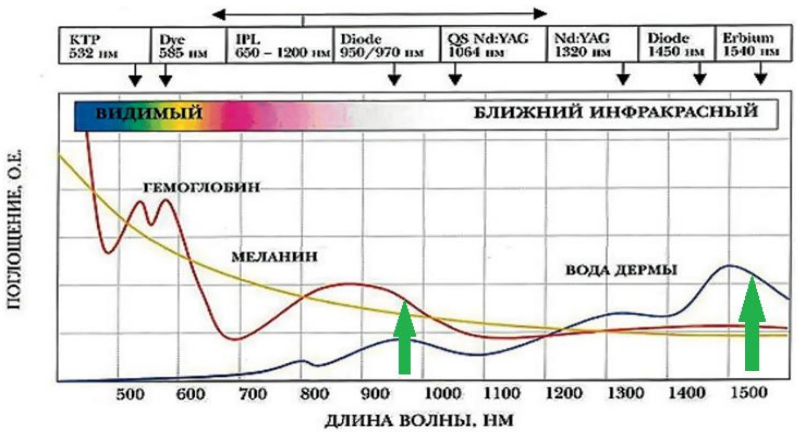


Рисунок. 1. Спектры поглощения света хромофорами кожи

На рисунке представлен эффект поглощения двух длин 0,97 мкм и 1,56 мкм лазерного излучения, генерируемого аппаратом, хромофорами кожи, гемоглобином, водой и меланином (Шахно Е. А., 2012). Данный факт позволяет обеспечить прецизионное местное воздействие преимущественно на ткани гемангиомы, в которой в большей степени преобладает гемоглобин и вода, а в окружающих тканях в меньшей.

На основании этого феномена в НИИ НДХиТ в дальнейшем был разработан способ интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции очаговой формы гемангиом у детей, получен патент на изобретение.

Материалы и методы экспериментальных исследований

В экспериментальном исследовании in vitro и in vivo использовали непрерывную генерацию бихромного (0,97 мкм + 1,56 мкм) лазерного излучения аппарата лазерного хирургического ЛСП «ИРЭ-Полюс», в двух режимах воздействия, с неподвижным лазерным пятном в точечном режиме и перемещением ручным сканированием пятна по поверхности объекта воздействия.

В разделе in vitro для сравнительной оценки результатов воздействия монохромного 0,97 мкм и 1,56 мкм лазерного излучения и выбора оптимального диапазона параметров бихромного (0,97 мкм + 1,56 мкм) лазерного излучения были использованы охлаждённые образцы ткани печени, содержащие большое количество гемоглобина и воды, биологических моделей мини-свиней светлогорской популяции (*Sus salvanius*). В экспериментальном исследовании in vitro был применён режим точечного воздействия с неподвижным пятном лазерного излучения с длительностью воздействия 1 секунда на образцы печени.

Выполнено три серии исследований: при раздельном воздействии монохромного излучения 0,97 мкм и 1,56 мкм, и бихромной комбинации этих излучений.

Всего задействовано 48 образцов, на каждом с 6 точечными зонами повреждения. Длительность воздействия была постоянной и составляла 1 секунду. Воздействие проводили при использовании разных параметров мощности лазерных излучений и при их комбинации.

Оценку результатов воздействия используемых режимов лазерного излучения проводили на основании макроскопических и гистологических морфологических исследований зон повреждения с определением их морфометрических параметров.

В разделе in vivo объектом исследования в качестве биологической модели сосудистых структур служили красные гребешки живых белых кур, Кросс Хайсекс Вайт, для изучения регенерации и оценки результатов воздействия оптимального диапазона параметров бихромного 0,97 мкм и 1,56 мкм лазерного излучения.

В эксперименте было задействовано 28 особей кур, гребешки которых имеют расширенные капилляры и не содержат меланин. Образец биологической модели, гребешка, и его гистологическое исследование, представлено, на рисунке № 2 (а, б).

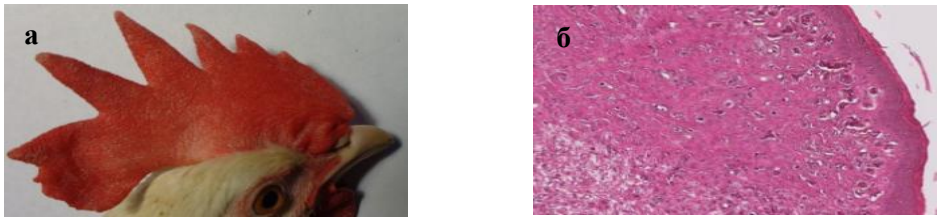


Рисунок 2.а) Гребешок биологической модели; б) Микрофотография гистологического исследования неизмененной ткани гребешка

В исследовании **in vivo** использовали бихромное, λ - 0,97 мкм + λ - 1,56 мкм, лазерное излучение с **6** режимами вариантов параметров суммарной мощности **(P_{Σ}),** при соотношении 2 к 1 мощности $P_{\lambda 1}$ к $P_{\lambda 2}$ этих излучений: 1 режим - 3 Вт, 2 режим – 4,5 Вт, 3режим - 6 Вт, 4 режим – 7,5 Вт, 5 режим - 9 Вт и 6 режим - 12 Вт.

В эксперименте осуществляли точечное воздействие с неподвижным лазерным пятном, а также при аналогичных режимах сканированием по поверхности объекта. Длительность при точечном контактном воздействии составляла 1 секунду, скорость сканирования 1 см в секунду на расстоянии 0,1 см от поверхности объекта воздействия. Для каждых используемых трёх параметров режимов, с 1 по 3 и с 4 по 6, было задействовано по два гребешка только с их одной стороны. Порядок нанесения зон лазерного воздействия на гребешки представлен на рисунке 3.

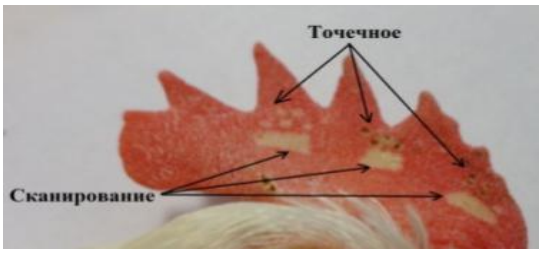


Рисунок 3. Порядок расположения зон лазерного воздействия

Забор экспериментального материала осуществляли в следующем временном порядке после воздействия лазерного излучения: сразу – нулевые сутки, на 4 сутки, 7 сутки, на 12 сутки, на 21 и 30 сутки, а также через 3 месяца.

Из забранных гребешков было изготовлено 84 образцов макропрепаратов с зонами воздействия и далее 588 гистологических препаратов для исследования. Примеры образцов взятого биологического материала с зонами воздействия представлены на рисунке 4 (а, б).

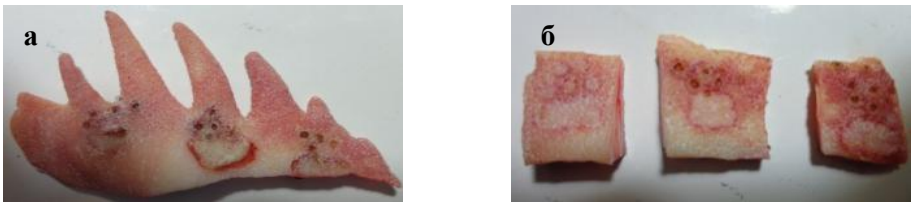
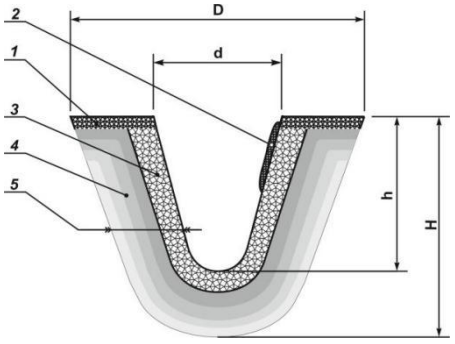


Рис. 4 (а, б). Макропрепараты гребешка с зонами воздействия

Анализ зон воздействия лазерного излучения на гребешках осуществляли на основании анализа результатов морфологических макроскопических и гистологических с морфометрической оценкой исследований. Для гистологического исследования вырезали с зонами лазерного воздействия фрагменты ткани образцов биологических объектов. Препараты фиксировали в 10% нейтральном формалине. Дальнейшую обработку осуществляли в автоматическом режиме в аппарате для гистологической проводки фирмы Excelsior («TermoScientific», Великобритания) и заливали в парафин на аппарате EC350 («Microm», Германия). Полученные гистологические препараты депарафинировали, а затем окрашивали гематоксилином и эозином.

Наличие коллагеновых волокон в препаратах гребешков, забранных в отдаленные сроки, 30 и 90 сутки, дополнительно подтверждали использованием селективной окраски на коллагеновые волокна - Сириус красный (пикросириус). Готовые окрашенные гистологические препараты просматривали в микроскопе CX41 («Olympus», Япония) и на сканирующем микроскопе Pannoramic Midi («3DHISTECH», Венгрия).

Программная обработка изображения обеспечила проведение измерения и количественный анализ препаратов с замером морфометрических параметров участков фотодеструкции зон термического повреждения тканей, представлено на рисунке 5.



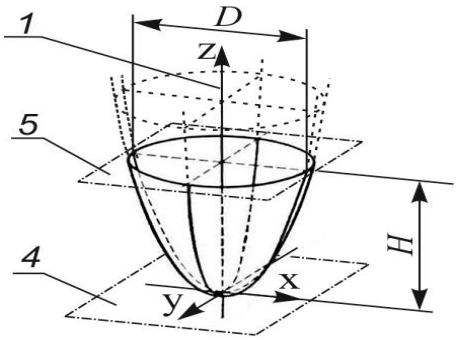
***D** – общий диаметр повреждения на поверхности, включая кратер*
***d** – диаметр дефекта, кратера*
***h** - глубина дефекта, кратера*
***H** – общая глубина повреждения, включая кратер*
***1** – участок повреждения на поверхности края дефекта, кратера*
***2** – участок компактного коагуляционного некроза*
***3** – участок ячеистого коагуляционного некроза*
***4** –участок переходной «мягкой» коагуляции*
***5**– общая толщина повреждения стенок, включая все участки*

Рисунок 5. Схематический рисунок участков фотодеструкции зон повреждения

Зоны фотодеструкции оценивали на основании качественных и количественных критериев термических изменений. Качественные критерии: наличие или отсутствие собственно лазерного дефекта, кратера, слоя компактного и губчатого некроза, изменений тканей переходной зоны «мягких» термических повреждений.

Количественные критерии: глубина, ширина и объем кратера, размеры участков повреждения на поверхности и стенках дефекта, кратера, а также общий объем фотодеструкции.

За объем дефекта, кратера, а также общего термического повреждения, условно был принят объем сегмента параболоида вращения. Схематический рисунок сегмента параболоида вращения представлен на рисунке 6.



- ***D** - диаметр параболического сегмента*
- ***H** - высота параболического сегмента*
- ***1.Z** - ось параболоида вращения*
- ***4.** нижняя плоскость (z = 0)*
- ***5.** верхняя плоскость (z = H)*
- *система координат (X, Y, Z)*
- ***V**–объём параболического сегмента*

Рисунок 6. Схематический рисунок параболического сегмента вращения

Объем дефекта (кратера) и общего термического повреждения, соответственно рассчитывали, как объем сегмента параболоида вращения по формуле: **V= (πD2H)/8.**

На основании результатов исследования образцов был выполнен анализ термических изменений в зонах воздействия и изучены особенности регенеративных процессов их тканей.

Материалы и методы клинических исследований

В клиническом разделе работы использовали непрерывное бихромное (0,97 мкм + 1,56 мкм) лазерное излучение аппарата лазерного хирургического ЛСП «ИРЭ-Полюс», генерирующего максимальную мощность до 15 Вт и 5 Вт, соответственно.

Объектами клинического исследования являлись пациенты детского возраста от 3 месяцев до 4 лет в количестве 140 человек с разными типами очаговой формы младенческой гемангиомы: простой поверхностный тип - 46 детей, глубокий - 15 человек, смешанный (поверхностный + глубокий) - 79 пациентов.

Диагностические исследования выполняли с использованием ультразвуковой аппарата*:* ультразвуковой сканер HD11 XE, датчик линейный L12-3, режим цветного допплеровского картирования, фирма PHILIPS (USA). Всем пациентам для характеристической оценки сосудистого образования, очаговой формы гемангиомы, выполняли диагностические мероприятия, включающие анамнез, визуальные и пальпаторные данные, ультразвуковое исследование с цветовым допплеровским картированием (ЦДК.). На основании данных УЗИ в В-режиме уточняли структуру, расположение и размеры образования - гемангиомы, высоту элевации выступающей и расположение подкожной ее части по отношению к кожным покровам, а также общую толщину и объем сосудистой опухоли. На основании результатов цветового допплеровского картирования (ЦДК) определяли направление и характер кровоснабжения, тип кровотока (диффузный или магистральный), а также в режиме импульсного допплера (ИД) скорость кровотока. Предоперационную подготовку проводили в установленном порядке для оперативного лечения под общим обезболиванием. Клиническое исследование было выполнено с применением собственного способа «Интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции» очаговой формы гемангиом у детей, разработанного на основании результатов

экспериментального исследования настоящей работы, получен патент на изобретение. Оперативное лечение было дополнено лигированием региональных сосудов через кожу при наличии соответствующих клинических показаний. Все оперированные пациенты сначала находились на кратковременном стационарном лечении, затем на амбулаторном долечивании с динамическим наблюдением в ближайшем и отдаленном послеоперационном периоде, а также в катамнезе. Результаты лечения подтверждали контрольными УЗИ с ЦДК исследованиями.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПИРЕМЕНТАЛЬНЫХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В эксперименте in vitro на образцах биологических моделей (печень свиньи) были изучены и проведено сравнение качественных и количественных изменений в зонах воздействия монохромным лазерным излучением с длиной волны 0,97 мкм и с 1,56 мкм, а также при бихромной их комбинации. На основании анализа макроскопических изменений на образцах печени в зонах воздействия монохромным лазерным излучением λ - 0,97 мкм и λ - 1,56 мкм, при сравнимых параметрах режимов, были отмечены характерные особенности и различия фотодеструкции, представлено на рисунках 7-10.

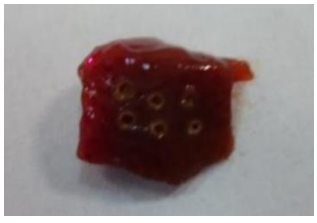


Рис.7. Макропрепарат печени, режим: λ - 0,97 мкм, Р - 3,0 Вт



Рис. 8. Макропрепарат печени, режим: λ - 1,56 мкм, Р - 2,5 Вт

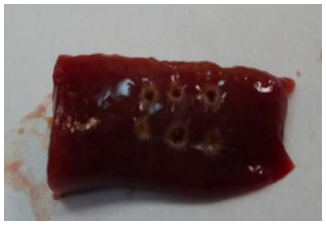


Рис. 9. Макропрепарат печени, режим: λ - 0,97 мкм, Р - 5,0 Вт

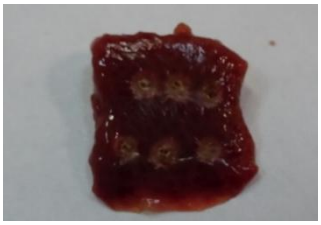


Рис. 10. Макропрепарат печени, режим: λ - 1,56 мкм, Р - 5,0 Вт

Для длины волны 0,97 мкм характерно наличие относительно широкого кратера с узкой зоной повреждения на поверхности краёв, а для длины волны 1,56 мкм свойственно образование более узкого кратера со значительно более широкой зоной изменений на поверхности краев.

Сравнительное гистологическое исследование соответствующих препаратов печени подтвердило различия в характере деструктивных изменений в зонах воздействия, представлено на рисунках 11 –14.

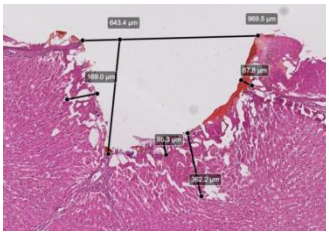


Рисунок 11. Микрофотография гистопрепарата печени, режим: λ - 0,97 мкм, Р -3,0 Вт

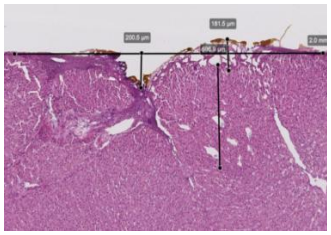


Рисунок 12. Микрофотография гистопрепарата печени, режим: λ - 1,56 мкм, Р - 2,5 Вт

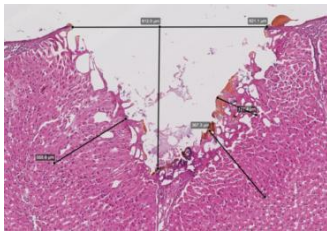


Рисунок 13. Микрофотография гистопрепарата печени, режим: λ - 0,97 мкм, Р- 7,0 Вт

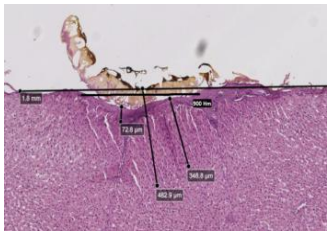


Рисунок 14. Микрофотография гистопрепарата печени, режим: λ -1,56 мкм, Р-5,0 Вт

Результаты этой части экспериментального исследования in vitro определили целесообразность использования комбинации двух длин волн (0,97 мкм и 1,56 мкм) для более гармоничной, прецизионной и эффективной фотодеструкции на поверхности и в глубине ткани.

В результате выполненной серии экспериментального исследования in vitro при воздействии бихромного λ - 0,97 мкм и λ - 1,56 мкм лазерного излучения были определены особенности термической фотодеструкции в зонах воздействия. Примеры макропрепаратов печени представлены на рисунках 15-17.

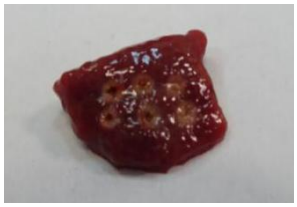


Рис. 15. Макропрепарат печени, режим 1 (P_{Σ}=3,0 Вт) (2,0+1,0=3,0)

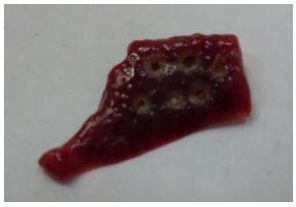


Рис.16. Макропрепарат печени, режим 4 (P_{Σ}=7,5 Вт) (5,0+2,5=7,5)

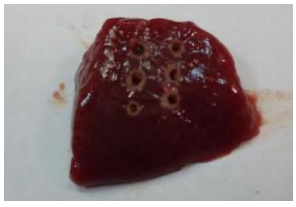


Рис.17. Макропрепарат печени, режим 6 (P_{Σ}=12,0 Вт) (7,0+5,0=12,0)

На основании результатов макроскопических изменений и гистологического исследования соответствующих препаратов определено формирование выраженных и гармонично-равномерных термических деструктивных изменений на поверхности и в глубине с большей апертурой кратера и более широким участком периферического повреждения вокруг. Примеры гистологического исследования представлены на рисунках 18-20.

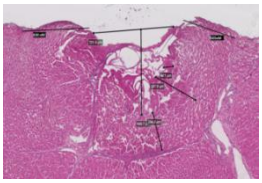


Рисунок 18. Микрофотография гистопрепарата печени, режим 1 (P_{Σ} = 3,0 Вт)

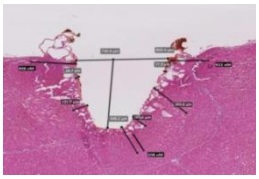


Рисунок 19. Микрофотография гистопрепарата печени, режим 4 (P_{Σ}=7,5 Вт)

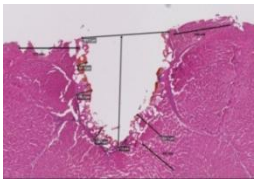


Рисунок 20. Микрофотография гистопрепарата печени, режим 6 (P_{Σ} = 12,0 Вт)

В результате исследования in vitro было определено, что все режимы бихромного (λ – 0,97 мкм + λ – 1,56 мкм) лазерного излучения при соотношении мощностей 2 к 1 эффективно и равномерно реализуют фотодеструкцию гемоглобин и водосодержащих тканей, общим объемом в течение 1 секунды в среднем 2,0 мм^3 ± 1,0 мм^3.

В эксперименте in vivo на образцах биологических моделей, гребешках белых живых кур, на основании морфологического макроскопического и гистологического исследования зон воздействия бихромным (0,97 мкм и 1,56 мкм) лазерным излучением были определены термические деструктивные изменения и динамика регенеративного раневого процесса в течение всего периода наблюдений за биологическими моделями.

Примеры результатов морфологического макроскопического и гистологического исследования после воздействия на гребешки бихромным лазерным излучением представлены на рисунках 21-33.

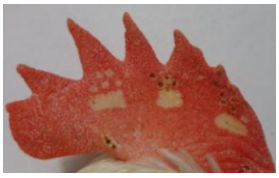


Рис. 21 (а). Гребешок 0 сутки, режимы: 3,0 Вт, 4,5 Вт, 6,0 Вт.

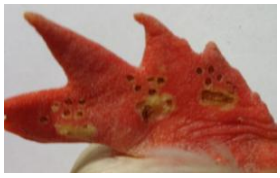


Рис. 21 (б). Гребешок 0 сутки, режимы: 7,5 Вт, 9,0 Вт, 12 Вт.



Рис. 22 Гребешок 7 сутки, режимы 7,5 Вт, 9,0 Вт, 12 Вт.



Рис. 23 Гребешок 12 сутки, режим: 7,5 Вт, 9,0 Вт, 12 Вт.



Рис. 24 Гребешок 21 сутки, режим: 7,5 Вт, 9,0 Вт, 12 Вт



Рис. 25 (а). Гребешок 30 сутки, режим: 3,0 Вт, 4,5 Вт, 6,0 Вт.



Рис. 25 (б). Гребешок 30 сутки, режим: 7,5 Вт, 9,0 Вт, 12 Вт.



Рис. 26. Гребешок 90 сутки, режим: 7,5 Вт, 9,0 Вт, 12 Вт.

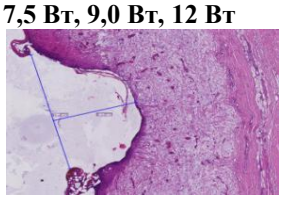


Рис. 27 Результат на 0 сутки, режим: 4,5 Вт

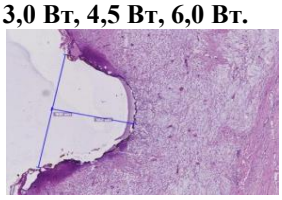


Рис. 28 Результат 0 сутки, режим 7,5 Вт

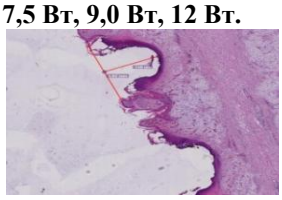


Рис. 29 Результат 0 сутки, режим 12,0 Вт

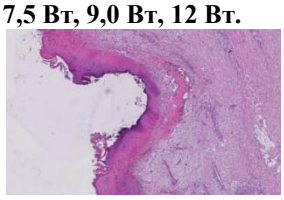


Рис. 30 Результат 4 сутки, режим 12,0 Вт

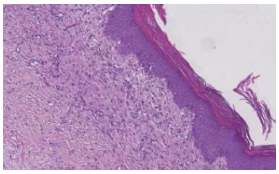


Рис.31 Результат на 21 сутки, режим 12,0 Вт

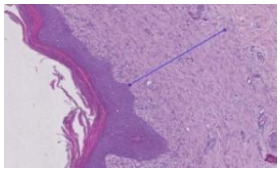


Рис.32 Результат на 30 сутки, режим 12,0 Вт

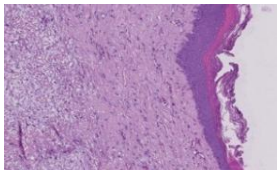


Рис.33 (а) Результат на 90 сутки, режим 12,0 Вт

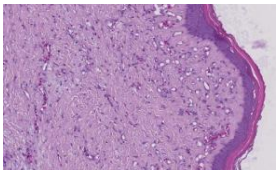


Рис.33 (б) Ткань норма гребешка для сравнения

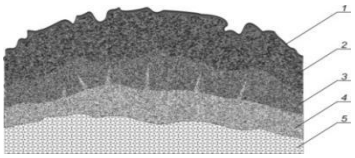
Эффект фотодеструкции тканей гребешков при точечном воздействии за 1 секунду обеспечивают все энергетические режимы бихромного лазерного излучения, с прогнозируемым объемом, составляющим в среднем 0,426 ± 0,04 ($мм^3$). Объем фотодеструкции прогрессивно увеличивается с увеличением энергетической активности. Эффективность фотодеструкции живых объектов, гребешков, по сравнению с неживой печенью, по качественным характеристикам не отличаются, но по количественным показателям объема в 5 раз меньше, в связи с наличием микроциркуляции жидкости, что необходимо учитывать при выборе параметров лазерного излучения для клинического использования.

При воздействии сканированием эффект фотодеструкции поверхности, хорошо определяться с 4,5 Вт, носит стабильно выраженный характер, начиная с 7,5 Вт, со средней глубиной до 455 мкм слоя термических коагуляционных изменений, который незначительно увеличивается при большей энергетике режима.

Во всех случаях, в течение всего срока наблюдение в зонах воздействия отмечено стойкое закрытие расширенных капилляров стромы и постепенная организация ее фиброзной тканью из параллельных поверхности коллагеновых волокон, что обеспечивает беловатый цвет, выравнивание и отсутствие деформации кожного покрова. Объективные показатели раневого

регенеративного процесса при фотодеструкции бихромным лазерным излучением соответствуют физиологическим срокам заживления асептических лазерных ран, без воспалительных проявлений в окружающих тканях.

Экспериментальная модель была сформирована на основании результатов выполненного экспериментального медико-биологического исследования и с учетом особенности строения очаговой формы гемангиомы для условного объекта со статическими параметрами, представлена на рисунке 34.



1. Эпителий; 2. Зрелая зона; 3. Переходная зона;
4. Зона наибольшей пролиферации, роста;
5. Подкожно-жировая клетчатка

Рисунок 34. Схематический рисунок строения очаговой формы младенческой гемангиомы

Модель основана на использовании одновременно лазерного излучения двух длин волн, λ – 0,97 мкм + λ - 1,56 мкм, при суммарной мощности от 3,0 Вт до 12 Вт и соотношении мощностей 2 к 1, соответственно, при средней скорости дистанционно-аппликационного и внутритканевого перемещения 1 см в секунду лазерного излучения.

РЕЗУЛЬТАТЫ КЛИНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В период с 2016 по 2019 год в НИИ НДХиТ было выполнено оперативное лечение 140 детям по поводу различных типов очаговой формы гемангиом. Наибольшее количество пациентов, 131 ребенок, были оперированы в плановом порядке.

Экстренное оперативное лечение выполнено 9 больных, в связи с кровотечением из гемангиомы. Преобладающее количество пациентов (79) было со смешанных типом очаговой гемангиомы, несколько меньше (46)с простым типом и значительно меньшее количество (15) с глубоким типом. В возрастном аспекте большая часть больных имела возраст от 3 месяцев до 1 года. От общего количества 140 пациентов - мужского пола было 55 (39%) и значительно больше женского 85 (61%).

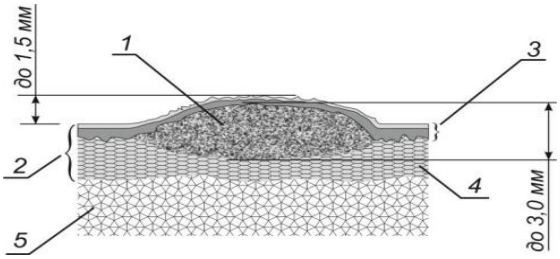
Преимущественно гемангиомы, не зависимо от типа, имели локализацию на голове и туловище, значительно меньше на конечностях.

Из анамнеза известно, что у 20 пациентов, в 15 % случаев от общего количества больных, ранее были проведены другие методы лечения, которые либо не дали положительного результата, либо привели к отрицательным местным негативным последствиям.

Аппликационные методы, такие как крио, электро или лазерные у 11 детей только спровоцировало увеличение гемангиомы, за счет значительного прогрессирования роста подкожной части образования, а у 9 пациентов положительный эффект полностью отсутствовал после медикаментозного лечения бета – адреноблокаторами.

Диагностические мероприятия субъективного и объективного характера, включая УЗИ с ЦДК, были выполнены пациентам для характеристической оценки очаговой формы гемангиомы.

Простой тип очаговой формы гемангиомы имел внутрикожное расположение при элевации истончённой и деформированной кожи на поверхности выступающей её части, в среднем была не более 1,5 мм, общая толщина образования составляла до 3,0 мм, объем, с учётом площади на поверхности кожи, был не более 5,0 мл., представлен на рисунке 35.



1. Ткань гемангиомы;
2. Эпителий;
3. Эпидермис;
4. Общая толщина гемангиомы с выступающей частью;
5. Подкожно-жировая клетчатка

Рисунок 35. Схематический рисунок простого типа очаговой гемангиомы

Во всех случаях при простом типе был определен диффузный тип кровоснабжения с небольшой, до 20 см/сек, скорость кровотока, региональные сосуды не выявлены. Пример простого типа очаговой формы гемангиомы представлен на рисунке 36 (а, б, в).



Рис. 36 (а) Общий вид



Рис.36 (б) УЗИ

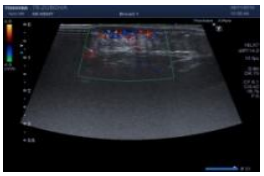
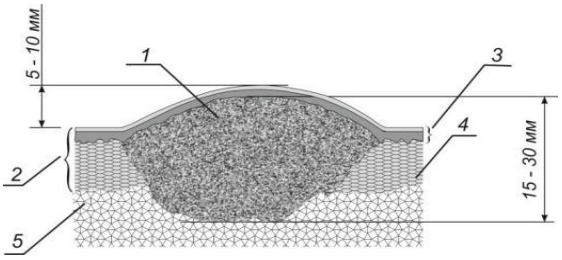


Рис. 36 (в) УЗИ с ЦДК

Рисунок 36. (а, б, в). Пациент З., 1год 11 мес. Диагноз: Простой тип очаговой формы гемангиомы эпигастральной области

Глубокий тип очаговой гемангиомы имел расположение под неизмененным кожным покровом, слегка выступающим над уровнем окружающей кожи в среднем на 5,0 - 10 мм, общая толщина подкожной части была от 15 - 30 мм, средний объем составлял 15 - 30 мл., представлен на рисунке 37.



1. Ткань гемангиомы; 2. Эпителий; 3. Эпидермис;
4. Общая толщина гемангиомы с выступающей и подкожной частью;
5. Подкожно-жировая клетчатка

Рисунок 37. Схематический рисунок глубокого типа очаговой гемангиомы

При этом типе диффузное кровоснабжение со скоростью кровотока от 10 до 30 см/сек было отмечено у 9 больных. Магистральный тип кровоснабжения был определен у 6 пациентов, из них у 4-х скорость кровотока от 20 до 30 см/сек, а у 2-х - отмечен ускоренный кровоток до 40 см/сек, в

последнем случае присутствовали хорошо определяемые относительно крупные региональные сосуды. Пример глубокого типа очаговой формы представлен на рисунке 38 (а, б, в, г).



Рис. 38 (а) Общий вид фронтальный



Рис. 38 (б) Общий вид сагиттальный

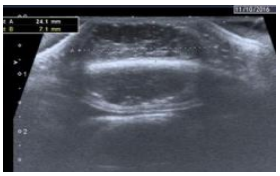


Рис. 38 (в) УЗИ

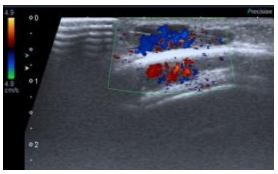
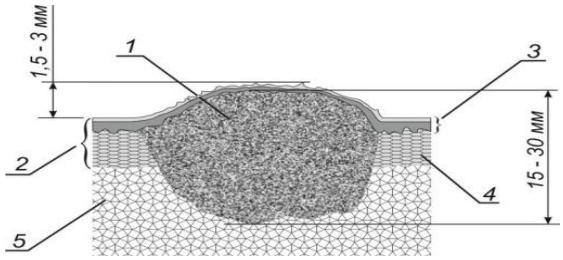


Рис. 38 (г) УЗИ с ЦДК

Рисунок 38. (а, б, в, г). Пациент С., 2 года 4 мес. Диагноз: Глубокий тип очаговой формы гемангиомы области лба

Смешанный тип очаговой формы гемангиомы состоял из расположенной над уровнем окружающей кожи уплощенной части, толщиной от 1,5 мм до 3,0 мм и относительно глубокой от 15 мм до 30 мм и объемной от 15 мл до 30 мл, подкожной части образования, представлен на рисунке 39.



1. Ткань гемангиомы;
2. Эпителий;
3. Эпидермис;
4. Общая толщина гемангиомы с выступающей и подкожной частью;
5. Подкожно-жировая клетчатка

Рисунок 39. Схематический рисунок смешанного типа очаговой гемангиомы

Диффузный тип кровоснабжения со скоростью кровотока до 30 см/сек. был отмечен у 40 пациентов, магистральный тип у 39 больных. Скорость кровотока у 30 из них была относительно небольшой (20 до 30 см/сек), а у 9 отмечено значительное увеличение скорости кровотока до 40 см/сек, при наличии относительно крупных, региональных сосудов. Пример смешанного типа очаговой формы гемангиомы представлен на рисунке 40 (а, б, в).



Рис. 40 (а) Общий вид

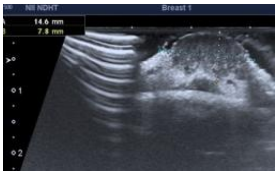


Рис.40 (б) УЗИ

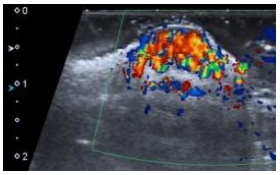


Рис.40 (в) УЗИ с ЦДК

Рисунок 40 (а, б, в). Пациент Ч., 10 мес. Диагноз: Смешанный тип очаговой формы гемангиомы лобно-теменной области

Объективные клинические характеристики сосудистой опухоли и результаты УЗИ служили критериями выбора режимов параметров бихромного (λ - 0,97 мкм + λ - 1,56 мкм) лазерного излучения, реализующих способ интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции. Наличие региональных сосудов, участвующих в гемодинамики гемангиомы у 49 больных явилось основанием для интраоперационного их лигирования.

Способ интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции заключается в использовании одновременно лазерного излучения двух длин волн 0,97 мкм и 1,56 мкм, в соотношении мощностей 2 к 1, соответственно, при максимальной суммарной мощности не более 8 -10 Вт, с системой доставки излучения в тканевую структуру образования, снабженную оконечным устройством в виде пункционного манипулятора.

Во время операции сначала осуществляют фотодеструкцию либо небольшими точечными зонами, либо по всей поверхности сосудистого образования, в зависимости от типа очаговой формы гемангиомы. При глубоком типе очаговой формы гемангиомы, сначала осуществляют фотодеструкцию неизмененной кожи над образованием в нескольких точечных зонах, по площади не более 3 мм в диаметре.

Пример точечных зон на коже при фотодеструкции глубокого типа очаговой гемангиомы представлен на рисунке 41 (а, б, в).



Рис. 41 (а). Вид до операции



Рис. 41 (б). Точечные зоны, начальный этап



Рис. 41 (в). Точечные зоны, заключительный этап

Рисунок 41 (а, б, в). Точечные зоны на коже при фотодеструкции глубокого типа очаговой гемангиомы (пациент К. 1 год 4 мес., диагноз: глубокий тип очаговой формы гемангиомы спины)

Затем, через коагулированные точечные зоны кожи, в ткань гемангиомы вводят пункционное устройство, при этом одновременно осуществляют генерацию лазерного излучения. Далее «зонтичной» техникой осуществляют фотодеструкцию более глубоких тканевых структур гемангиомы, включая базальные ее отделы. В случае наличия накожных проявлений при простом или смешанном типе очаговой гемангиомы, перемещением лазерного луча круговыми движениями от периферии к центру осуществляют коагуляцию всей патологической поверхности образования. Фотодеструкцию более глубоких тканевых структур выполняют аналогичной «зонтичной» техникой, как и при глубоком типе. Пример зоны операции при простом и смешанном типе очаговой гемангиомы представлен на рисунке 42 (а, б) и 43 (а, б).



Рис. 42 (а). Вид до операции

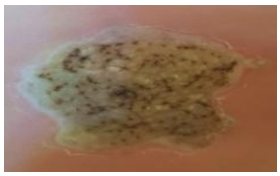


Рис. 42 (б). Заключительный этап операции

Рисунок 42 (а, б). Зона операции при простом типе очаговой гемангиомы (пациент Т., 6 мес., диагноз: простой тип очаговой формы гемангиомы передней брюшной стенки)



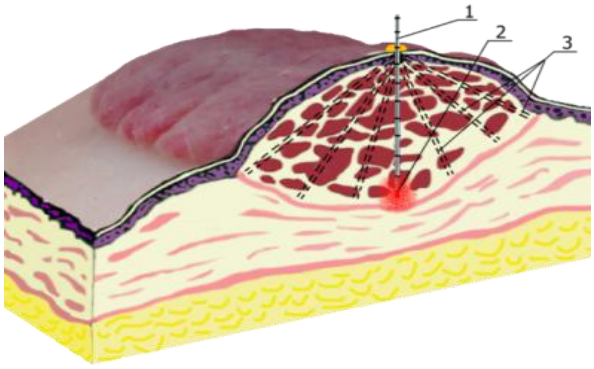
Рис. 43 (а).
Вид до операции



Рис. 43 (б). Заключительный этап операции

Рисунок 43 (а, б). Зона операции при смешанном типе очаговой гемангиомы (пациент П., 3 мес., диагноз: смешанный тип очаговой формы гемангиомы области спины)

Схематический рисунок «зонтичной» техники внутритканевого введения пункционного манипулятора при фотодеструкции представлен на рисунке 44.



1. Лазерный пункционный манипулятор
2. Лазерное излучение
3.Порядок введения манипулятора

Рисунок 44. Схематический рисунок «зонтичной» техники при внутритканевом введении пункционного манипулятора

Рекомендуемые режимы параметров диапазона суммарной мощности бихромного, λ - 0,97 мкм + λ - 1,56 мкм, лазерного излучения, при соотношении мощностей 2 к 1, соответственно, в зависимости от объема и скорости кровотока, представлены на рисунке 45..

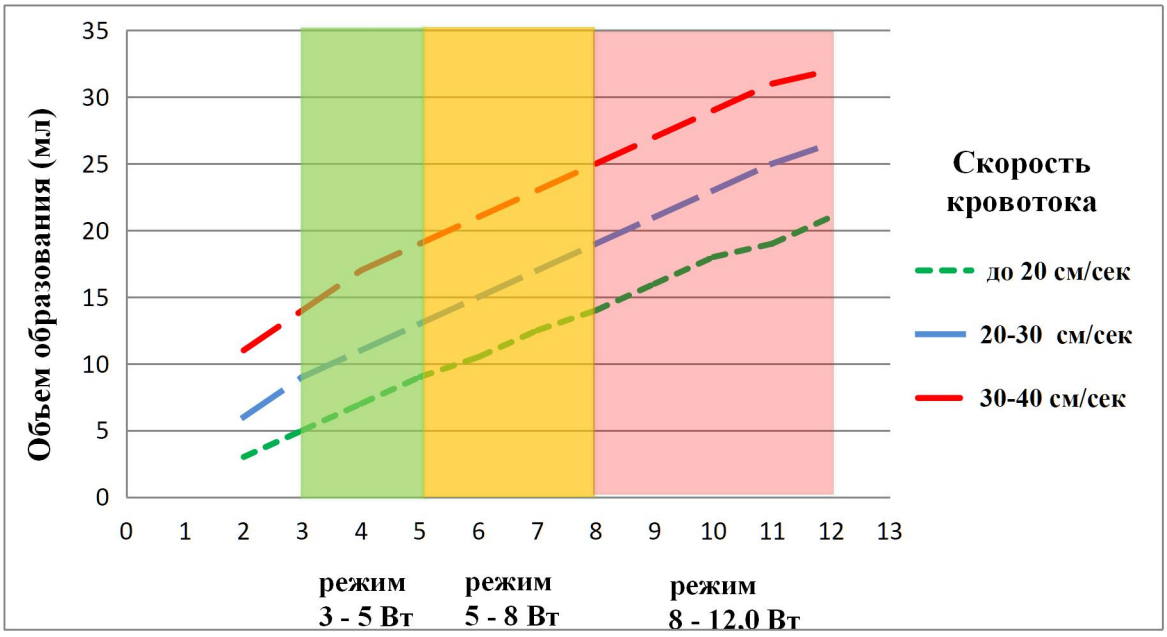


Рисунок 45. Режимы параметров диапазона суммарной мощности лазерного излучения, в зависимости от объема и скорости кровотока

Режимы диапазонов суммарной мощности бихромного лазерного излучения, использованные у 140 больных, приведены в таблице 1.

Режимы диапазонов мощности	Типы очаговой формы гемангиомы и количество больных			Всего
	Простой	Глубокий	Смешанный	
От 3 Вт до 5 Вт	26	0	10	36
От 5 Вт до 8 Вт	20	7	58	85
От 8 Вт до 12 Вт	0	8	11	19
Итого	46	15	79	140

Таблица 1. Распределение больных по типу очаговой формы гемангиомы и режиму диапазона мощности

Длительность операции у всех пациентов была минимальной, в среднем 12 ± 3 мин. Во всех случаях наблюдали выраженную коагуляцию всей ткани гемангиомы, включая базальные структуры, полный гемостаз, технических трудностей и осложнений не было.

В условиях стационара дети находились в среднем не более 4 ± 1 койко-дней, далее на амбулаторном долечивании. Течение послеоперационного раневого процесса соответствовало физиологическим срокам и на 25 ± 5 сутки отмечена полная эпителизация. Динамическое наблюдение за пациентами осуществляли в течение 1 года, с осмотрами 1 раз в месяц на 3, 6 и 12 месяц с обязательным выполнением УЗИ с ЦДК.

Наблюдением в катамнезе было проведено у 80 % больных и было установлено отсутствие рецидива и остаточных элементов ткани гемангиомы, а также деформации кожного покрова в послеоперационной зоне, размер которой был значительно меньше по сравнению с имевшимся ранее сосудистым образованием.

Таким образом, способ интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции у больных с очаговой гемангиомой обеспечивает достижение в 100% случаев радикального клинического результата лечения с хорошим в 69% и удовлетворительным в 31% эстетическим компонентом, по шкале GAIS (Global Aesthetic Improvement Scale).

Примеры результатов лечения

Примеры результатов лечения детей с различными типами гемангиом способом интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции представлены на рисунках 46-49.

Рисунок 46. (а, б, в, г, д) Больной Г., 4 мес.Диагноз: Простой тип очаговой гемангиомы левой голени.

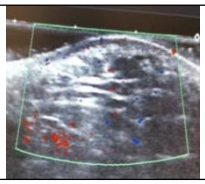
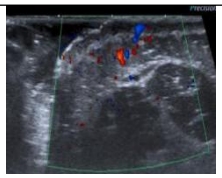
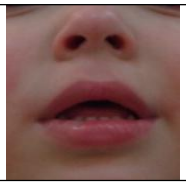
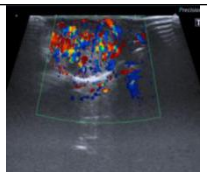
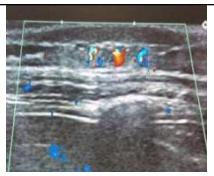
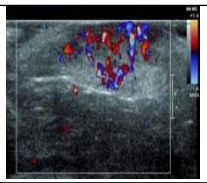
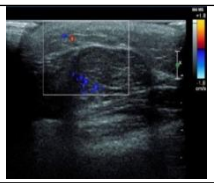
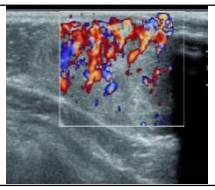
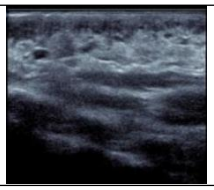
				
Рисунок 46 (а). Вид до операции	Рисунок 46(б). Во время операции	Рисунок 46 (в). Через 3 мес. после операции	Рисунок 46 (г). УЗИ с ЦДК до операции	Рисунок 46 (д). УЗИ с ЦДК через 3 мес.

Рисунок 47 (а, б, в, г, д) Больной К., 1,5 г. Диагноз: Смешанный тип очаговой формы гемангиомы нижней губы, осложнившейся кровотечением.				
				
Рисунок 47 (а). Вид до операции	Рисунок 47(б). Во время операции	Рисунок 47 (в). Через 1 год после операции	Рисунок 47 (д). УЗИ с ЦДК до операции	Рисунок 47 (г). УЗИ с ЦДК через 1 год
Рисунок 48. (а, б, в, г, д) Больной Ч., 11 мес. Диагноз: Смешанный тип очаговой формы гемангиомы правой щеки, после неоднократного лазерного аппликационного лечения и осложнения кровотечением.				
				
Рисунок 48 (а). Вид до операции	Рисунок 48 (б). Во время операции	Рисунок 48 (в). Через 3 года после операции	Рисунок 48 (г). УЗИ с ЦДК до операции	Рисунок 48 (д). УЗИ с ЦДК через 3 года
Рисунок 49. (а, б, в, г, д) Больная Я., 3 мес. Диагноз: Глубокий тип очаговой гемангиомы грудной клетки, прогрессирующая после аппликационного лечения				
				
Рисунок 49 (а). Вид до операции	Рисунок 49 (б). Во время операции	Рисунок 49 (в). Через 1,5 года после операции	Рисунок 49 (г). УЗИ с ЦДК до операции	Рисунок 49 (д). УЗИ с ЦДК через 1,5 года

ВЫВОДЫ

1. Оптимальными параметрами являются режимы бихромного (λ – 0,97 мкм + λ – 1,56 мкм) лазерного излучения, при соотношении мощностей 2 к 1 в диапазоне суммарной мощности от 3 Вт до 12 Вт при скорости аппликационного и внутритканевого воздействия 1 см. в секунду, которые обеспечивают радикальную фотодеструкцию тканей гемангиомы при минимальном повреждении окружающих тканевых структур.
2. Операционная методика интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции должна быть выполнена с соблюдением технических аспектов и обеспечена правильным выбором режимов бихромного (λ – 0,97 мкм + λ – 1,56 мкм) лазерного излучения, в соответствии с типом, объемом и гемодинамикой очаговой гемангиомы у детей.
3. Показаниями к использованию параметров режимов бихромного (λ – 0,97 мкм + λ – 1,56 мкм) лазерного излучения для реализации эффективной интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции при различных типах очаговой формы гемангиомы являются их морфологические и гемодинамические показатели.

4. Разработанный способ интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции обеспечивает в 100% случаев достижение радикального клинического результата с хорошим в 69% и удовлетворительным в 31% эстетическим компонентом лечения.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Методику на основе способа интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции бихромным, λ - 0,97 мкм + λ - 1,56 мкм**,** лазерным излучением показано применять у пациентов детского возраста для лечения различных типов (простой, глубокий, смешанный) очаговой формы гемангиомы.
2. В дооперационном периоде для уточнения наличия показаний к использованию рассматриваемого способа необходимо проведение диагностических мероприятий, включая клиническое исследование и УЗИ с ЦДК, с целью уточнения типа, размеров и локализации в коже очаговой гемангиомы, а также гемодинамики и наличия региональных сосудов.
3. Для каждого конкретного клинического случая показан выбор определенного режима бихромного лазерного излучения в диапазонах суммарной мощности, 3 Вт - 5 Вт, 5 Вт - 8 Вт и 8 Вт - 12 Вт, при соотношении мощностей 2 к 1 и скорости аппликационного или внутритканевого воздействия 1 см в секунду.
4. Во время операции необходимо соблюдать рекомендуемые технические аспекты выполнения фотодеструкции в зависимости от типа и гемодинамики сосудистого образования. В случае наличия визуально определяемых через кожу региональных сосудов, участвующих в гемодинамике гемангиомы, следует предварительно интраоперационно выполнять их лигирование.
5. В ближайшем послеоперационном периоде проводится наблюдение за регенерацией послеоперационной раны и перевязки по показаниям. В отдаленные послеоперационные сроки выполняется динамическое наблюдение и контрольные УЗИ с цветовым допплеровским картированием.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Золотов С.А. Особенности и перспектива использования лазерного излучения в хирургии кожи у детей. Материалы I Всероссийской конференции «Неотложная детская хирургия и травматология». Москва.2013;35

2. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Митюшин А.А. Возможности метода интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции с операционной эхографией для лечения глубоких кавернозных форм гемангиом у детей в сборнике тезисов. Материалы Российского симпозиума детских хирургов «Сосудистые аномалии». Челябинск.2014;10

3. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Романов Д.В. Эффективность интерстициальной лазерной фотодеструкции при лечении комбинированных форм гемангиом у детей. Научно-практический журнал «Лазерная медицина» ФМБА РФ. Москва. 2014;18(4):49

4. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Брянцев А.В. Эффективность и перспектива использования лазерных методов лечения в хирургии детского возраста. Научно-практический журнал «Лазерная медицина» ФМБА РФ. Москва. 2016;20(3):110–111

5. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Золотов С.А. Лазеры для селективной фотодеструкции сосудистых образований кожи и подкожной клетчатки. Научно-практический журнал «Лазерная медицина», ФМБА РФ. Москва. 2016;20(№3):111

6. Dorofeev A.G., Gorbatova N.E., Kuzmin G.P. Optimization of selective photodestruction by laser of the yellow-green range of capillary angiodysplasia of the skin. The 18th International Conference «Laser Optics 2018» is technically cosponsored by IEEE Photonics Society and hosted by: Fund for Laser Physics. St. Petersburg. June 04-08, 2018;602

7. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Брянцев А.В. Интерстициальная лазерная фотодеструкция осложнённых кровотечением доброкачественных сосудистых образований кожи у детей по экстренным показаниям. Сборник тезисов, конференция «4-й Съезд врачей неотложной медицины с международным участием». Москва. Октябрь 19-20, 2018;238

8. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Брянцев А.В. Неотложная лазерная фотодеструкция доброкачественных, осложнённых кровотечением, сосудистых образований кожного покрова у детей. Журнал «Неотложная медицинская помощь» (Журнал им. Н.В. Склифосовского). Москва. 2019;8(1):35–44

9. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Брянцев А.В. Эффективность интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции очаговой формы гемангиом у детей. Детская хирургия. 2019;23(6):314–320

10. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Саруханян О.О. Лазерная фотодеструкция пиогенной гранулёмы кожи у кожи у детей. Детская хирургия. 2019;23(4):196–200

11. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Батунина И.В. Экспериментально-клиническое обоснование эффективности способа интерстициальной селективной лазерной фотодеструкции для лечения очаговых форм гемангиом у детей. Сборник тезисов VII Троицкая конференция с международным участием «Медицинская физика». Москва. Октябрь 19-21,2020;128–129

12. Патент РФ на изобретение № 2629802. Опубл. 04.09.2017. Дорофеев А.Г., Горбатова Н.Е., Золотов С.А. Способ лечения кавернозных форм гемангиом у детей и устройство для его осуществления.