

Козлов В.И., Цыганова Г.И.

30 лет во главе лазерной медицины в России

ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины ФМБА России», г. Москва, Россия

*Kozlov V.I., Tziganova G.I. (Moscow, RUSSIA)***30 years as a leader of laser medicine in Russia**

В 2016 году Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр лазерной медицины Федерального медико-биологического агентства» (ФГБУ «ГНЦ ЛМ ФМБА России») отмечает свое 30-летие. Создание лазеров относится к числу наиболее крупных открытий прошлого столетия, которое оказало существенное влияние на развитие современного социума во многих сферах. Советские ученые Г.Н. Басов и А.М. Прохоров, а также американский исследователь Ч. Таунс были удостоены Нобелевской премии (1964 г.) за создание в 1954 г. первых квантовых генераторов (лазеров). Вслед за этим были созданы первые лазеры: на рубине (Мейман Т., 1960) и гелий-неоновый лазер (Джевен Д., 1961), а затем практически одновременно (в 1964 г.) в СССР и США – полупроводниковые лазеры. Открытие лазеров ознаменовало возникновение и нового направления – лазерной медицины, вызвавшего большой энтузиазм среди врачей, биологов, биофизиков и других специалистов по использованию лазерного излучения как в научных целях, так и в практической медицине. Российские ученые были в авангарде мировой науки по их практическому использованию в медицине (Скобелкин О.К., Гамалей Н.Ф., Кару Т.И., Кошелев В.Н., Полонский А.К., Плетнев С.Д., Вишневский А.А. и многие другие).

Становление лазерной медицины

В начале 60-х годов XX века в СССР, США и некоторых других странах были проведены экспериментальные исследования по изучению взаимодействия лазерного излучения с биологическими объектами. Эксперименты показали, что лазерный луч благодаря монохроматичности и когерентности обладает высокой плотностью мощности, позволяющей избирательно воздействовать термическим компонентом на живые, в том числе опухолевые, ткани, не повреждая рядом расположенные ткани, с высокой точностью оказывая воздействие на любые по размерам участки биологической ткани, отдельные клетки, внутриклеточные структуры. Первые лазерные установки начали использовать в медицине в основном в онкологии, офтальмологии и некоторых областях хирургии.

Настоящий прогресс в области хирургии в нашей стране стал возможен благодаря созданию целого поколения хирургических лазеров с длиной волны 10,6 мкм: «Скальпель-1», «Скальпель-2» и «Ромашка». Первая установка «Скальпель-1» на CO₂-лазере появилась в 1964 году. Она была изготовлена на оборонном предприятии НИИ «Полнос», руководил которым профессор, генерал М.Ф. Стельмах. В 1964–1966 гг. учеными ряда стран, в том числе в СССР, были выполнены первые экспериментальные исследования на животных по применению углекислотного лазера, что позволило в последующие годы начать клиническое его применение. Вначале лазер применяли для лечения злокачественных и доброкачественных опухолей кожи и слизистых оболочек, доступных для лазерного облучения.

В конце 60-х и начале 70-х годов XX века на базе хирургической клиники ЦНИЛ Четвертого ГУ МЗ СССР, руководимого профессором О.К. Скобелкиным, была создана лазерная группа во главе с патологоанатомом В.И. Елисеевым для изучения механизма действия углекислотного лазера и характера морфологических изменений органов и тканей при воздействии различных энергетических параметров CO₂-лазера. Многочисленные экспериментальные исследования, проведенные лазерной группой по изучению особенностей воздействия углекислотного лазера на биологические ткани, показали, что при

использовании лазерного скальпеля разрезы были бескровны, повреждение окружающих тканей минимальное. Изучение характера морфологических изменений тканей после воздействия углекислотного лазера показало целый ряд преимуществ его перед разрезом традиционным хирургическим скальпелем и электроножом. Они заключались в стерилизации тканей в области разреза, коагуляционном характере термического некроза с минимальным повреждением тканей и хорошим гемостазом. При дальнейшем изучении механизма действия других видов высокоэнергетических лазеров, независимо от их оптического спектра (YAG-Nd, YAG-Er, аргонный и полупроводниковые лазеры), оказалось, что механизм патогенетического воздействия на ткани был сходным с тем, который наблюдался при действии CO₂-лазера. Эти и другие фундаментальные исследования продолжили дорогу для внедрения лазерных технологий в медицинскую практику в области абдоминальной и пластической хирургии, косметологии, комбустиологии, урологии, кардиохирургии и в других областях.

В 1979 году под руководством О.К. Скобелкина была разработана Государственная комплексная программа по лазерной хирургии, предусматривающая создание лазерной аппаратуры и разнообразного вспомогательного инструментария, а также новых методов лазерных хирургических вмешательств. Первые операции с лазерным скальпелем были осуществлены в абдоминальной хирургии О.К. Скобелкиным с учениками (Лазерный хирургический отдел ЦНИЛ Четвертого ГУ МЗ СССР), в хирургии желчных путей – А.А. Вишневским и А.И. Головной и в кожно-пластической хирургии – А.А. Вишневским (Институт хирургии им. А.В. Вишневского), в хирургии пороков сердца – А.Д. Араповым (ВНЦХ им. Б.В. Петровского). Проведение этих операций стало возможным благодаря разработке новых лазерных инструментов и сшивающих аппаратов для хирургии. Под руководством О.К. Скобелкина были разработаны специальные инструменты для проведения лазерных операций в грудной полости, на желудочно-кишечном тракте, инструменты для проведения проктологических операций, операций на желчевыводящих путях и паренхиматозных органах, получившие широкое признание и распространение в нашей стране.

Под руководством О.К. Скобелкина были разработаны новые лазерные технологии в различных областях хирургии: в хирургии пищевода – А.Ф. Черноусов, С.А. Домрачев (ВНЦХ); в хирургии желудка – Е.И. Брехов, В.П. Башилов, М.В. Смолянинов, В.В. Уткин; в хирургии ободочной кишки – В.П. Башилов, Е.И. Брехов, в хирургии внепеченочных желчных путей и абдоминальных паренхиматозных органов – Г.Д. Литвин, Е.И. Брехов, А.Г. Кирпичев, А.А. Якименко, В.И. Корепанов, Ю.Г. Пархоменко (Лазерный хирургический отдел ЦНИЛ), В.А. Журавлев, В.Н. Кошелев (Саратовский госмедуниверситет); в хирургии органов аноректальной области – Х.Б. Бабаев, О.Г. Бабаев (Научный центр хирургии, г. Баку), Н.В. Кочурков; в хирургии легких – Л.К. Богуш (ММСИ), В.Г. Добкин (НИИ туберкулеза АМН СССР), А.П. Огиренко (Туберкулезная больница, г. Новосибирск); при острых желудочно-кишечных кровотечениях – Т.М. Титова, А.М. Сафронов; в эндоскопической хирургии – А.М. Сафронов; в кожно-пластической хирургии – Н.А. Данилин (Лазерный отдел ЦНИЛ); челюстно-лицевой хирургии – В.В. Богатов, Б.Н. Давыдов, Р.Д. Новоселов (Тверская госмедакадемия); в гнойной хирургии и комбустиологии – В.М. Чегин, В.В. Пилипиха (Лазерный хирургический отдел ЦНИЛ); в оперативной урологии – А.Д. Никольский, Б.В. Дмитриев (Тверская госмедакадемия). Большой вклад

в разработку различных аспектов лазерной хирургии внесли Л.И. Герасимова (НИИ им. Склифосовского, Москва), В.Н. Кошелев (Саратовский медицинский институт), Б.М. Хромова (Ленинградская военно-медицинская академия), В.М. Иношин (Алматы), В.Г. Добкин (ЦНИИ туберкулеза АМН СССР) и другие.

В 1981 году О.К. Скобелкину с учениками и коллегами (Е.И. Брехов, В.П. Башилов, А.А. Вишневицкий, В.Н. Малышев, В.А. Салюк, В.А. Алейников, А.И. Ларюшин, С.Д. Плетнев) была присуждена Государственная премия СССР за фундаментальную комплексную работу «Создание, разработка и внедрение в клиническую практику новых лазерных хирургических средств и методов хирургического лечения в абдоминальной, гнойной и пластической хирургии».

Существенным шагом в развитии лазерной медицины было решение Правительства о преобразовании Лазерного хирургического отдела ЦНИЛ в НИИ лазерной хирургии Минздрава СССР (Распоряжение Совета Министров СССР № 509-р от 18.03.1986 г., Приказ МЗ СССР № 541 от 18 апреля 1986 г.), что внесло огромный вклад в развитие лазерной хирургии и медицины в нашей стране. Основные направления научных исследований Института были утверждены Государственным комитетом по науке и технике СССР в рамках целевой научной программы «Средства и методы лазерной диагностики и терапии» на 1985–2000 гг.» (Постановление ГКНТ СССР № 555 от 30.10.85 г.):

- разработка, экспериментально-клинические испытания и внедрение в клиническую практику новых методов диагностики и лечения с использованием лазерного излучения;
- разработка и экспериментально-клинические испытания новых типов лазерной медицинской техники и вспомогательного к ней оборудования.

НИИ лазерной хирургии успешно развивался, в нем были созданы два основных отдела: отдел медико-биологических исследований, нацеленный на изучение фундаментальных механизмов взаимодействия лазерного излучения с биотканями, который возглавлял профессор В.И. Козлов, и клинический отдел, руководимый профессором В.И. Рябовым, в задачи которого входили разработки новых лазерных технологий с применением высокоэнергетических лазеров в различных областях хирургии и низкоинтенсивного лазерного излучения при лечении многих заболеваний.

Учитывая актуальность и значимость научной тематики, а также большой вклад в подготовку высококвалифицированных кадров, НИИ лазерной хирургии в 1990 году был преобразован в НИИ лазерной медицины (приказ Минздрава СССР № 388 от 28.09.90 г.), а в 1992 году – в Государственный научный центр лазерной медицины (приказ Минздрава РФ № 340 от 23.12.92 г.) с возложением на него функций головного учреждения по проблемам лазерной медицины в стране. Первым директором Центра был его основатель – член-корреспондент РАМН, профессор О.К. Скобелкин. С 1997-го по 2015 г. Центр возглавлял профессор А.В. Гейниц. С сентября 2016 г. директором Центра назначен канд. мед. наук А.В. Баранов.

Развитие фундаментальных исследований

Было показано, что взаимодействие лазерного излучения с биологическим объектом представляет собой достаточно сложный и многоэтапный процесс, который начинается с первичной фотохимической или фотофизической реакции, включающей в себя ряд промежуточных, но имеющих важное патогенетическое значение процессов и заканчивается определенным биологическим ответом организма. Фотохимические и фотофизические процессы, связанные с поглощением фотона, протекают на молекулярном уровне и составляют первичные механизмы воздействия света на клетки. При поглощении хроматофором (фотосенсибилизатором) кванта света электроны в атоме хроматофора переходят в возбужденное состояние; при этом если спин электронов не меняется, то молекула переходит в коротко живущее синглетное (S_1) состояние; время его жизни 10^{-6} – 10^{-9} с. Высвобождаемая при возвращении в исходное (S_0) состояние энергия излучается в виде флюоресценции или идет на образование активных форм кислорода.

Развивающиеся в результате поглощения фотонов вторичные биологические эффекты обуславливают либо фототермическое или фотоабляционное разрушение тканей, что наблюдается при высоких энергиях светового потока, либо изменение биохимических процессов в клетке. Биологический отклик организма на лазерное воздействие развивается значительно позже; с ним-то непосредственно и связан терапевтический эффект.

Под руководством профессора В.И. Козлова в отделе медико-биологических исследований Центра были выполнены фундаментальные исследования по изучению механизмов взаимодействия различных видов лазерного излучения с биологическими тканями, изучены оптимальные параметры биостимулирующего влияния на систему микроциркуляции в различных органах и тканях с помощью лазерной доплерографии. Проведены исследования по изучению механизма заживления ран при воздействии различных типов лазеров (В.И. Елисеенко, В.И. Козлов). Были выявлены особенности заживления лазерных ран, протекающих по типу асептического продуктивного воспаления в отличие от заживления хирургических ран, нанесенных хирургическим скальпелем или электроножом, где процесс воспаления протекает с выраженной экссудативной фазой и нейтрофильной инфильтрацией и формированием рубцовой деформации просвета полых органов желудочно-кишечного тракта. Было показано, что важнейшая роль в процессе заживления лазерных ран принадлежит клеточным элементам системы мононуклеарных фагоцитов – макрофагам, которые определяют ход репаративного процесса. Эти положения явились морфологическим обоснованием широкого применения лазерного излучения в различных областях хирургии.

Как показали многочисленные патоморфологические и биофизические исследования, в основе применения высокоэнергетического лазерного излучения в различных спектральных областях лежит фототермический эффект, интенсивность которого, с одной стороны, определяется мощностью лазерного излучения, а с другой – оптическими свойствами тканей, т. е. их спектрами пропускания и поглощения в той или иной спектральной области. При локальном нагреве тканей становятся возможными основные хирургические манипуляции, включающие коагуляцию крови в сосудах и локальный гемостаз, сварку тканей, полное удаление (или вапоризацию) патологически измененных тканей.

В результате проведенных фундаментальных исследований и применения лазерного излучения в медицинской практике установлен ряд принципиально новых положений.

- Установлена цветовая избирательность светового воздействия на биообъекты, т. е. доказана их чувствительность к определенной длине волны светового потока. Это составляет содержание основного закона фотобиологии, на котором покоится теоретический базис всей лазерной медицины.
- Доказана возможность фотодинамических эффектов, основанных на образовании в клетках синглетного кислорода под влиянием поглощенного лазерного излучения, что является одним из механизмов активации фотохимических реакций.
- Показана возможность транспортировки лазерного излучения по оптическому зонду в труднодоступные области, что позволяет существенно улучшить качество проводимого лечения в достаточно комфортных для пациента условиях.
- В хирургической практике доказана минимизация инвазивности оперативного вмешательства при лазерной деструкции тканей, сопровождаемой коагуляцией тканей.
- Установлена фотобиостимуляция тканевых процессов при направленном световом воздействии, в основе которой лежат различные фотохимические реакции.

СССР был одной из первых стран мира, которая активно включилась в изучение эффективности влияния лазерного излучения различной интенсивности на биологические объекты. Многие известные ученые разрабатывали различные образцы низкоинтенсивных лазерных аппаратов, испытывали их в эксперименте и внедряли в практику. Трудно перечислить всех специалистов в этой области, однако наибольшую

известность получили работы В.М. Инюшина, Н.Ф. Гамалеи, В.Н. Кошелева, Д.Л. Корытного, О.К. Скобелкина, В.И. Козлова, Г.М. Капустиной, А.К. Полонского, В.А. Буйлина, А.П. Ракчеева, А.А. Прохончукова, И.М. Корочкина, М.Т. Александрова и многих других.

Низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) различных спектральных областей обладает достаточно широким диапазоном действия на организм. На клеточном уровне это специфическое фотохимическое действие света на мембранные комплексы, и возможно, межклеточные контакты, а также неспецифическое фотофизическое воздействие света, приводящее к изменению структурных свойств воды в дисперсных системах организма.

На органном уровне объектами воздействия проникающей в организм световой энергии являются тканевый регион с достаточно сложными межтканевыми отношениями, где непосредственно развивается патологический процесс; система микроциркуляции, ответственная за трофику тканевых регионов; нервные структуры, вовлекаемые в рефлекторный ответ при воздействии на зоны акупунктуры; иммунная система и кровь при ее сосудистом облучении. Воздействие на организм НИЛИ носит сигнальный характер и предполагает запуск триггерных механизмов его усиления на различных уровнях. Поэтому природа фотобиоактивации в таком сложном биологическом объекте, как организм человека, представляется в виде многоступенчатого процесса: поглощение кванта света, первичный фотофизический или фотохимический акты, промежуточные стадии, включающие образование фотосенсибилизированных продуктов и перенос энергии в тканях, образование физиологически активных соединений, включение нейро-гуморальных реакций, конечный фотобиологический эффект. Исследования по уточнению отдельных звеньев этой патогенетической цепи ведутся во многих отечественных и зарубежных лабораториях и клиниках.

Анализ фактов, касающихся природы лазерной биостимуляции, позволяет сделать вывод, что при наличии различных механизмов восприятия и трансформации энергии НИЛИ живыми системами в условиях оптимальных режимов и дозы воздействия наблюдаются положительные сдвиги в процессах метаболизма, снижение гипоксии в тканях, повышение их регенераторных потенций, а в конечном итоге повышение уровня жизнедеятельности организма, его резистентности к неблагоприятным факторам среды, расширение пределов его адаптивных возможностей. Ответная реакция организма на лазерное воздействие – это всегда интегральная системная реакция, включающая изменения на уровне клеток, тканей, органов и в управляющих системах организма.

В отделе медико-биологических исследований совместно с центром хирургии (г. Ташкент) были выполнены фундаментальные исследования по обоснованию внутривенного облучения крови (ВЛОК) (В.И. Козлов, И.М. Байбеков). Это проложило путь для внедрения ВЛОК в клиническую практику. В Центре заведующим отделением анестезиологии и реаниматологии профессором М.Я. Авруцким, а затем профессором П.В. Смольниковым и их учениками впервые были разработаны и внедрены в практику методы анестезиологической защиты больных от хирургического дистресса с применением ВЛОК, которые позволили повысить качество анестезиологической защиты пациентов во время хирургических вмешательств и добиться уменьшения числа осложнений во время и после операций. На основании изучения капиллярскопии и лазерной доплеровской флоуметрии показано, что сеансы ВЛОК обеспечивают рост показателя микроциркуляции и индекса эффективности микроциркуляции, а также улучшают гемореологические показатели крови, что способствует снижению частоты тромбозомболических осложнений у общехирургических больных в ближайшем и раннем послеоперационном периоде, проявляющемуся в существенном, достоверном росте плотности капиллярной сети и уменьшении периваскулярного отека, за счет открытия резервных капилляров.

В отделе медико-биологических исследований в конце 80-х годов были начаты пионерские исследования по развитию

фотодинамической терапии (Р.Д. Барабаш, М.И. Петухов) и проведены экспериментальные исследования по разработке объективных критериев лечебной эффективности и токсичности отечественных фотосенсибилизаторов для фотодинамической терапии злокачественных новообразований. Совместно с МНИОИ им. П.А. Герцена и Московским институтом тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова проведены скрининговые исследования фотосенсибилизаторов по избирательности накопления в опухолях, их токсичности, фармакодинамике в зависимости от лекарственной формы и путей введения препаратов. Изучены морфологические особенности фотодеструкции различных опухолей, проведены экспериментальные исследования по разработке оптимальных параметров фотодинамической деструкции опухолевой ткани. Исследования завершились созданием отечественного фотосенсибилизатора – фотогема.

Внедрение в клиническую практику методов фотодинамической терапии продолжил профессор Е.Ф. Странадко, создав в 1991 году отделение лазерной онкологии и фотодинамической терапии. В этом отделении были разработаны и продолжают разрабатываться оригинальные методы лечения злокачественных новообразований наружных локализаций: кожи, ранних стадий рака молочной железы, рака орофарингеальной области, в том числе опухолей неудобных локализаций (крыльев носа, ушных раковин, слизистой дна полости рта, языка) и ряда неопухолевых заболеваний. В последние годы проводятся исследования по разработке методов ФДТ рака пищевода, легкого, желудка, мочевого пузыря, по клиническому испытанию и внедрению в практику новых фотосенсибилизаторов второго поколения, фотоактивных лекарственных соединений для фотодинамической терапии (фотодитазин, радахлорин и др.) Разрабатываются также способы доставки света к тканям-мишеням с целью повышения эффективности ФДТ злокачественных опухолей различных стадий.

В настоящее время в ГНЦ лазерной медицины совместно с МОНКИ им. М.Ф. Владимирского успешно разрабатывается метод ФДТ рака большого дуоденального сосочка и внепеченочных желчных протоков. При этой агрессивной форме рака получены хорошие непосредственные и отдаленные результаты. ФДТ находит применение при лечении гнойных ран, некоторых кожных заболеваний, хронических заболеваний ЛОР-органов, в гинекологии, стоматологии, офтальмологии и других областях медицины.

Для проведения фотодинамической терапии и флюоресцентной диагностики в нашей стране созданы отечественные фотосенсибилизаторы и отечественная лазерная аппаратура (лазеры на парах меди, лазеры на парах золота, полупроводниковые, твердотельные и волоконные лазеры), необходимым требованием к которой является соответствие длины волны с применяемым фотосенсибилизатором.

Работы, проводимые в ГНЦ лазерной медицины и других научных учреждениях г. Москвы в области ФДТ, высоко оценены государством. В 2011 году ряду ученых, в том числе профессору Е.Ф. Странадко, присуждена премия Правительства Российской Федерации за разработку и внедрение в практическое здравоохранение метода ФДТ.

В последние годы под руководством профессора Ю.В. Алексеева в отделе медико-биологических исследований проведены оригинальные исследования по изучению фотозависимых патологических состояний, получены новые данные о молекулярных механизмах воздействия света на биологические объекты. Создан универсальный фотозащитный препарат, разработана технология его изготовления и применения при некоторых видах фотодерматозов, разработаны методы наружного применения фотосенсибилизаторов.

Многопрофильность клинического применения лазеров

Уникальные свойства лазерного луча, обусловленные прецизионностью и бескровностью воздействия, способствовали широкому внедрению лазерных хирургических методов во многие сферы медицинской практики.

В абдоминальной хирургии проведены экспериментальные исследования по разработке метода санации брюшной полости при распространенном бактериальном гнойном перитоните с применением ФДТ и лазерного излучения. С этой целью изучены особенности накопления фотосенсибилизатора (фотодитазина) в париетальной брюшине. Для проведения ФДТ использован лазер «АТКУС-2» (Россия) с выходной мощностью от 1–2 Вт, длиной волны 670 нм. Методом флуоресцентной спектроскопии выявлено, что максимальное время накопления фотодитазина составляет интервал в 2–2,5 ч. По данным спектрографии после проведения лазерного воздействия интенсивность флуоресценции снизилась на 76,6%, что свидетельствует об активности фотодинамической реакции. Анализ результатов данных клинического течения, лабораторных, микробиологических методов исследования и летальности показал преимущество санации брюшной полости методом ФДТ по сравнению с традиционными методами (Р.Д. Мустафаев). Разработанный метод лечения гнойного перитонита рекомендован к клинической апробации.

Разработаны новые лазерные технологии при различных заболеваниях желудочно-кишечного тракта. Разработанная комплексная методика терапии острого деструктивного панкреатита с применением ВЛОК и местной, транскutánной комбинированной лазеротерапии и выполнением мини-инвазивных и эндоскопических вмешательств позволяет в 67,7% случаев предотвратить инфицирование очагов деструкции, избежать необходимости выполнения открытых операций, сократить сроки стационарного лечения и снизить летальность по сравнению с общепринятыми протоколами лечения рассматриваемого контингента больных. При этом удалось снизить летальность при стерильном панкреонекрозе с 24,4 до 5,1% благодаря широкому внедрению мини-инвазивных и эндоскопических методов и НИЛИ. При инфицированных формах наряду с адекватной хирургической санацией благодаря применению комплексной лазерной, антиоксидантной и современной антибактериальной терапии летальность уменьшилась с 42,8 до 23,1%, что имеет важное социально-экономическое значение (Н.Т. Гульмурадова).

Дифференцированное использование современных хирургических лазерных установок («ИРЭ-Полус» и YAG-Nd-лазер) для диссекции, коагуляции и обработки ложа желчного пузыря в лапароскопической холецистэктомии позволяет уменьшить количество специфических повреждений тканей, наблюдаемых при проведении электрокоагуляции, стимулировать развитие репаративных процессов в ложе пузыря и снизить риск развития интраоперационных и послеоперационных осложнений.

В последнее десятилетие эффективные лазерные технологии разрабатывались в Центре под руководством профессора А.В. Гейница. На основе новых медицинских лазерных аппаратов для хирургии на CO₂-лазерах типа «Ланцет», АИГ-неодимовых и диодных лазеров разработаны высокотехнологичные методы хирургических операций при заболеваниях органов желудочно-кишечного тракта, печени, желчного пузыря и желчевыводящих протоков, поджелудочной и щитовидной желез, позволившие расширить возможности хирургического вмешательства, сократить время проведения операции, значительно снизить кровопотерю, число осложнений и летальных исходов, сократить сроки заживления ран. С целью профилактики послеоперационных осложнений были разработаны методики применения низкоинтенсивного лазерного облучения в раннем и ближайшем послеоперационном периодах у больных, оперированных по поводу хирургической абдоминальной патологии: острого панкреатита, острого холецистита, острого аппендицита, язвенной болезни желудка и 12-перстной кишки, геморроя.

В Центре были разработаны и внедрены в практику многие методики лечения хирургических заболеваний с применением высокоэнергетических и низкоинтенсивных лазеров в амбулаторных условиях.

В эндоскопической хирургии были разработаны методы остановки острых желудочно-кишечных кровотечений с помощью CO₂, АИГ-неодимового и аргонного лазеров, лазерные

методы удаления полипов, ворсинчатых опухолей желудка и реканализации пищевода и толстой кишки при стенозирующих опухолях этих органов (А.М. Сафронов, Т.И. Титова).

В Центре успешно развиваются лазерные методы диагностики. Наибольшей информативностью обладают методы лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), спектроскопии рассеяния и поглощения, флуоресцентной диагностики. Методические основы ЛДФ разработаны в ГНЦ лазерной медицины под руководством профессора В.И. Козлова. С помощью ЛДФ изучаются расстройства микроциркуляции в тканях при различных патологических состояниях, метод позволяет также осуществлять контроль за эффективностью проводимого лечения (В.А. Дуванский).

Методы лазерной флуоресцентной диагностики с фоточувствительными препаратами и спектроскопия используются для определения малегнизации тканей, для идентификации биологических и химических материалов микробной природы, для определения распространенности воспалительного процесса. В последние годы с приобретением оптического когерентного томографа проводятся исследования в эндоскопической диагностике воспалительных и опухолевых заболеваний желудочно-кишечного тракта. Метод позволяет выявлять минимальные воспалительные изменения слизистой оболочки, дифференцировать доброкачественный процесс от злокачественного и определять границы патологических изменений (В.А. Дуванский).

Разработана технология лапароскопической холецистэктомии с использованием диодного лазера с длиной волны 810 нм и специальных эндоскопических инструментов, обеспечивающих четкое направление лазерного излучения без повреждения окружающих тканей для обработки ложа желчного пузыря (А.В. Гейниц, А.В. Максименков). Метод позволяет уменьшить число осложнений, выраженность болевого синдрома, воспалительной реакции тканей в ложе желчного пузыря, сократить сроки стационарного лечения в 1,2 раза, в 3 раза снизить количество интраоперационных осложнений, уменьшить сроки пребывания в стационаре.

Большой вклад в развитие лазерной кожно-пластической хирургии и косметологии сделан профессором Н.А. Данилиным с сотрудниками. Были проведены исследования по изучению влияния на кожу и мягкие ткани различных источников лазерного излучения (СО и СО₂-лазеры, YAG-Nd-лазер, аргонный, на парах меди, эрбиевый, гелий-неоновый лазеры). Были изучены процессы регенерации кожных ран под воздействием лазерного излучения, особенности патологических и репаративных процессов при использовании различных видов лазерного излучения в кожно-пластической хирургии. Показаны преимущества использования различных типов лазеров при заболеваниях кожи и ее придатков. Разработаны и внедрены в клиническую практику хирургические методы лечения с применением различных типов лазеров у больных с доброкачественными и злокачественными опухолями кожи и ее придатков, гипертрофическими и келоидными рубцами, сосудистыми и пигментными поражениями и косметическими дефектами кожи. В настоящее время оказались востребованными методы удаления жировых отложений у лиц с избыточной массой тела – лазерный липолиз и другие методы, связанные со старением кожи с использованием лазеров Nd:YAG (длина волны 1,064 мкм) и АИГ-Ег (длина волны 2,94 мкм).

Огромный вклад в развитие гнойной хирургии и комбустиологии в нашей стране внес руководитель отделения хирургических инфекций Центра, профессор П.И. Толстых, который совместно с учениками разработал программу лечения гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей с применением современных высокоэнергетических и низкоинтенсивных лазеров, протеиназ и антисептиков, иммобилизованных на текстильном перевязочном и дренирующем материале.

В последние годы под руководством профессора В.А. Дербенева разработаны и внедрены в клиническую практику новые методы лечения хронической гнойной инфекции у больных с длительно незаживающими язвами при варикозной болезни и сахарном диабете с применением метода фотодинамической

терапии, плазменных потоков в режимах коагуляции и НО-терапии в сочетании с серотонином. Предложенные высокоэффективные способы лечения гнойных ран мягких тканей позволяют предотвращать развитие в гнойной ране вторичных некрозов и рост остаточной микрофлоры, обеспечивают стимуляцию репаративных процессов, сокращают сроки лечения обширных гнойных ран и гнойно-воспалительных заболеваний мягких тканей.

Под руководством профессора А.А. Ачилова разработаны и внедрены в клиническую практику методы применения НИЛИ в амбулаторных и стационарных условиях при различных патологических состояниях: сердечно-сосудистых заболеваниях, неспецифических заболеваниях легких, заболеваниях органов желудочно-кишечного тракта, воспалительных и дегенеративных заболеваниях суставов, воспалительных гинекологических, урологических заболеваниях и заболеваниях ЛОР-органов.

Лазеры для медицины нового поколения и новые технологии

Создание новой лазерной медицинской техники для здравоохранения всегда было первоочередной задачей для руководства Центра. По инициативе профессора О.К. Скобелкина и профессора М.Ф. Стельмаха в конце прошлого века была разработана Программа создания новой лазерной техники для хирургии, терапии, диагностики, стоматологии и офтальмологии, которая была включена в государственную программу «Средства и методы лазерной диагностики и терапии» на 1989–1995 и до 2000 года (Постановление Совета Министров СССР № 997 от 12.08.1988 г. и приказ Минздрава СССР № 734 от 28.09.88 г.). Не все удалось выполнить по данной программе из-за отсутствия необходимого финансирования. Однако наряду с государственными предприятиями лазерную медицинскую технику начали разрабатывать и на коммерческих предприятиях. В настоящее время потребность здравоохранения в медицинских лазерах устанавливается для терапии и хирургии полностью обеспечивается отечественными предприятиями. Современные медицинские лазеры – это сложные технические устройства, включающие в своей конструкции последние достижения квантовой электроники, точной механики, оптики и электротехники. Ежегодно появляются новые образцы лазерной медицинской техники для применения в различных областях хирургии и медицины.

В настоящее время на отечественном рынке представлен широкий спектр качественных, разрешенных к применению, относительно недорогих и доступных лазерных аппаратов.

Проводится работа по усовершенствованию традиционных хирургических лазеров на CO_2 ($\lambda = 10,6$ мкм), широкое распространение получают волоконные хирургические лазеры на полупроводниках различных мощностей и режимов генерации, а также комбинированные лазеры с несколькими длинами волн для хирургии, ФДТ и биостимуляции. Планируется разработка многофункциональной лазерной установки, сочетающей 4–8 диодов в одном аппарате, что позволит активировать несколько фотосенсибилизаторов и успешно проводить диагностику и фотодинамическую терапию с фотосенсибилизаторами третьего поколения (ЛСП – «ИРЭ-Полус», ООО «СИГМ ПЛЮС», ООО «Техника», Калужский научно-технический лазерный центр, НПО «Механотрон», Институт лазерной физики СО РАН, Санкт-Петербургский госмедицинский университет, ООО «Русский инженерный клуб», ООО «Азор»).

Развитие лазерных центров и координация научных исследований

В 80-х годах по инициативе ведущих специалистов лазерной медицины (С.Д. Плетнев, В.Г. Добкин, Л.И. Герасимова и др.) на базе медицинских учреждений стали создаваться кабинеты лазерной терапии и отделения лазерной хирургии.

С целью более широкого внедрения лазерных медицинских технологий в практику здравоохранения Минздравом СССР в 1987 году была поставлена задача организации лазерных центров в различных регионах страны. Для осуществления

этой задачи руководством Центра и ведущими сотрудниками Отдела научного прогнозирования использования лазеров в медицине (Ф.Ф. Каперко, Г.И. Цыганова) была разработана программа развития лазерной медицины в стране. В соответствии с этой программой были проведены исследования по изучению социально-экономической эффективности лазерных медицинских технологий по сравнению с традиционными методами лечения больных. Изучена потребность медицинских учреждений в специалистах в области лазерной медицины, лазерной медицинской аппаратуре и финансировании учреждений для развития и внедрения в практическое здравоохранение лазерных медицинских технологий. Была проведена большая организационно-методическая работа по созданию специализированных центров лазерной хирургии в различных регионах СССР. По результатам этой работы было подготовлено решение Минздрава СССР (Приказ Минздрава СССР № 1166 от 30.10.87 и приказ Минздрава РФ № 718 от 16.12.87 «О создании республиканских, краевых, областных и городских центров лазерной хирургии») по созданию 44 лазерных центров в СССР, в том числе 27 – в крупных городах Российской Федерации. Были также открыты лазерные хирургические и терапевтические отделения на базе НИИ и крупных многопрофильных городских больниц. Наиболее массовой формой организации лазерной службы явилось создание специализированных лазерных кабинетов на базе городских и районных больниц и поликлиник, а также диспансеров и медсанчастей.

В настоящее время в различных регионах Российской Федерации функционирует около 30 лазерных центров, которые по мере внедрения низкоинтенсивных лазеров в широкую медицинскую практику стали называться центрами лазерной хирургии и медицины, и более 3000 кабинетов лазерной терапии на базе поликлиник, ЦРБ, МСЧ и диспансеров. Организованы кабинеты ФДТ во многих территориальных центрах лазерной хирургии и медицины и областных онкологических диспансерах. Сотрудниками ГНЦ лазерной медицины разработаны проекты приказов Минздрава РФ, нормативные документы, инструкции, методические рекомендации и пособия для врачей, позволяющие работать с лазерной медицинской техникой. За большие заслуги в области развития лазерных технологий и подготовку кадров специалистов профессор А.В. Гейниц в 2009 году удостоен звания лауреата премии Правительства Российской Федерации.

В свою очередь, центры лазерной хирургии и медицины внесли большой вклад по внедрению новых лазерных медицинских технологий в медицинскую практику в своих регионах. Почти во всех центрах проводится научно-исследовательская работа. Многие руководители центров защитили кандидатские и докторские диссертации по лазерной медицине.

Научная тематика по лазерной медицине, выполняемая в медицинских учреждениях страны, является приоритетной. В информационной базе данных «Рефераты российских патентных документов» ежегодно регистрируется более 100 патентов на изобретения по лазерной медицине. По данным анализа отчетных карт ВТИ Центра, ежегодно по лазерной медицине выполняется более 200 НИР.

Большую роль в консолидации усилий многих ученых в разработке проблем лазерной медицины и распространении передового опыта сыграл и продолжает играть научно-практический журнал «Лазерная медицина». Этот журнал был основан в 1997 г. профессором В.И. Козловым и директором ТОО «Фирма «Техника» С.В. Москвиным, которая являлась его первым учредителем. С 2005 г. единственным учредителем и издателем журнала «Лазерная медицина» является ГНЦ лазерной медицины. Журнал включен в Перечень ВАК ведущих рецензируемых журналов, а также в реферативный журнал и базы данных ВИНТИ, специализированную базу данных РИНЦ и базу Научной электронной библиотеки.

Некоторые итоги и взгляд в будущее

Результаты научной деятельности за 30-летний период работы Центра обобщены в 56 монографиях и книгах по лазерной медицинской тематике, 30 научных сборниках по

материалам конференций, 30 методических рекомендациях по новым лазерным медицинским технологиям, 129 пособиях для врачей, в которых распространяется передовой опыт применения различных лазерных медицинских технологий. Было проведено 17 международных и 15 всероссийских научно-практических конференций по лазерной медицинской проблематике, 140 школ-семинаров в различных регионах Российской Федерации и странах СНГ. На базе Центра прошли специализацию по лазерной медицине более 20 000 врачей различных специальностей, в том числе более 150 иностранных специалистов. Проводится подготовка специалистов в клинической ординатуре по специальности хирургия, анестезиология и реаниматология и в аспирантуре по специальности хирургия.

Под руководством сотрудников Центра защищены 28 докторских и 120 кандидатских диссертаций.

Центру принадлежит приоритет в области разработки лазерных хирургических инструментов и сшивающих аппаратов. На лазерный инструментарий и способы его применения получено 164 патента, в том числе 15 иностранных.

Обобщая опыт работы Центра за 30 лет, следует сказать, что разработанные лазерные технологии носят инновационный характер, они вносят большой вклад в развитие медицины, открывают принципиально новые возможности в лечении и диагностике заболеваний. Сотрудники Центра с оптимизмом смотрят в будущее и связывают с применением новых лазерных систем решение многих проблем, стоящих перед отечественным здравоохранением.

Лазерные технологии в хирургии *Laser Technologies in Surgery*

Асташов В.В.¹, Ломшаков А.А.³, Казаков О.В.³,
Майоров А.П.²

СТРУКТУРА ТАЗОВЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ ПРИ ЛАЗЕРНОЙ РЕЗЕКЦИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОПУХОЛИ ПРОСТАТЫ

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда»,
г. Москва, Россия;

² ФГБНУ «Институт лазерной физики СО РАН», г. Новосибирск,
Россия;

³ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт клинической
и экспериментальной лимфологии», г. Новосибирск, Россия

Astashov V.V., Lomshakov A.A., Kazakov O.V., Mayorov A.P.
(Moscow, Novosibirsk, RUSSIA)

STRUCTURE OF PELVIC LYMPH NODES AT LASER RESECTION OF AN EXPERIMENTAL PROSTATE MALIGNANT TUMOR

Обоснование. Радикальная простатэктомия на ранних стадиях рака простаты является традиционным методом лечения заболевания. Одним из развивающихся направлений онкологической практики является использование лазерного излучения, применяемого для рассечения тканей, гемостаза и др.

Цель работы – выявление структурных преобразований в тазовых лимфатических узлах при лазерной простатэктомии при экспериментальной опухоли простаты.

Материалы и методы. В работе использовали половозрелых самцов-мышей СВА с массой 17–20 г (ФГБНУ «Институт цитологии и генетики» СО РАН, Новосибирск). Экспериментальная модель злокачественной опухоли простаты создавалась путем инокуляции (под эфирным наркозом) клеточного штамма опухоли Эрлиха в простату. Животных разделили на группы, по 10 в каждой: 1 – интактные животные; 2 – опухоль простаты; 3 – лазерная простатэктомия на 5-е сутки роста опухоли. Материал для гистологического исследования забирали на 18-е сутки роста опухоли. Простатэктомию выполняли под эфирным наркозом при помощи лазера «Лаура 50» с гибким оптоволоком (ND:YAG, длина волны излучения 1064 нм, энергия импульса 100 Дж/см², длительность импульса 20 мс, частота 1 Гц, ООО «Лазерус», Россия). Для гистологического исследования забирали простату, фрагменты опухоли простаты, тазовые лимфатические узлы.

Результаты. При лазерной простатэктомии, по сравнению с группой без лечения, в лимфатических узлах выявлены структурные преобразования, свидетельствующие об усилении их транспортного потенциала, изменении тока лимфы внутри лимфатического узла (уменьшение площади краевого синуса, увеличение размеров мозгового вещества), а также увеличении размеров В-зависимой зоны, активации реакции бласттрансформации (уменьшение числа незрелых лимфоидных клеток на фоне увеличения количества зрелых) при уменьшении популяции макрофагов.

Заключение. На основании проведенных исследований можно заключить, что использование высокоэнергетического лазерного излучения при простатэктомии приводит к активации местного иммунного ответа и лимфатического дренажа на этапе заживления операционной раны, маркером чего выступает регионарный тазовый лимфатический узел.

Асхадулин Е.В.¹, Гейниц А.В.^{2,3}, Москвин С.В.⁴

КОМБИНИРОВАННАЯ ЛАЗЕРНАЯ ТЕРАПИЯ У БОЛЬНЫХ ТРОФИЧЕСКОЙ ЯЗВОЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ НА ФОНЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ВЕНОЗНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

¹ ГУЗ «ГБ № 2 им. Е.Г. Лазарева», г. Тула, Россия;

² Московский медицинский университет «РЕАВИЗ»,
г. Москва, Россия;

³ Клиника лазерной медицины «АТЛАС», г. Москва, Россия;

⁴ ФГБУ «ГНЦ лазерной медицины ФМБА России», г. Москва,
Россия

Askhadulin E.V., Geynits A.V., Moskvina S.V. (Tula, Moscow, RUSSIA)

COMBINED LASER THERAPY IN PATIENTS WITH TROPHIC ULCERS OF THE LOWER LIMBS HAVING CHRONIC VENOUS INSUFFICIENCY

Обоснование и цель. Методики лазерной терапии (ЛТ) венозных трофических язв (ВТЯ) нижних конечностей недостаточно совершенны, что определило актуальность исследования.

Материалы и методы. В период 2014–2016 годов больным с ВТЯ кроме традиционной терапии проводили ЛТ по новой методике, сочетающей наружное воздействие и внутривенное лазерное облучение крови с длиной волны 365–405 нм (УФ-спектр) и 520–525 нм (зеленый спектр) по разработанной схеме ежедневно 12 сеансов (АЛФТ «Лазмик», РУ № РЗН 2015/2687 от 25.05.2015, производства НИЦ «Матрикс», г. Москва). В группах сравнения (1) и основной (2) исследовали состояние микроциркуляции (МЦ), используя компьютерную капилляроскопию (ККс) и лазерную доплеровскую флоуметрию (ЛДФ).

Результаты. По ККс в группе 1 показатели МЦ улучшились незначительно: перикапиллярная зона (ПЗ) уменьшилась на 2,8%, диаметр в венозном отделе (ВО) уменьшился до 9,5%, линейная скорость капиллярного кровотока (ЛСКК) увеличилась в артериальном отделе (АО) на 9,8%, в ВО – на 5,4%. В группе 2 уменьшение ПЗ составило 16,2%, уменьшение диаметра капилляров в АО – 13,5%, в ВО – 14,8%. ЛСКК увеличилась в АО на 26,8%, в ВО – на 19,6%. К 14-м суткам по ЛДФ в группе 1 в области неповрежденной кожи голени показатель МЦ в среднем составил $14,8 \pm 0,2$ перф. ед., уровень флукса (УФ) составил среднее квадратичное отклонение (СКО) $0,24 \pm 0,07$ перф. ед., коэффициент вариации (K_v) – $0,33 \pm 0,11$, что свидетельствует о недостаточности структуры и функции системы МЦ. При исследовании через 6 мес. в группе 1 отмечено возвращение всех показателей ЛДФ-граммы и амплитудно-частотного спектра на исходный уровень. При ЛДФ в группе 2 после курса ЛТ показатель МЦ нормализовался и значительно снизился, составив $12,9 \pm 0,64$ перф. ед. УФ СКО увеличился до $0,98 \pm 0,08$ перф. ед., что свидетельствует о повышении сердечно-сосудистого тонуса и эффективности работы системы МЦ. Через 6 мес. в группе 2 показатель МЦ увеличился в среднем на 12,8%, с одновременным снижением СКО и K_v , что свидетельствует о целесообразности проведения повторного курса ЛТ через 6 мес.

Заключение. Предлагаемый способ восстанавливает симпатическую регуляцию сосудистого тонуса, нормализует вено-артериолярные взаимоотношения, что приводит к адекватному кровоснабжению тканей и купированию воспалительных явлений, активизирует репаративные процессы и ускоряет эпителизацию язвенного дефекта.