

Тезисы к научно-практической конференции с международным участием
«ЛАЗЕРНАЯ МЕДИЦИНА XXI ВЕКА»

9 — 10 июня 2009 г., Москва

«ВНУТРИВЕННОЕ ОБЛУЧЕНИЕ КРОВИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЕТОДИОДНОГО АППАРАТА «СОЛАРИС»»

Г.А.Азизов, Б.И.Зубов, А.Д.Пашинин

Российский Университет Дружбы Народов, фирма «Полироник»,

Москва, Россия.

В последнее десятилетие произошел резкий скачок в создании сверхмощных светодиодов в широком спектральном диапазоне от 360 до 950 нм и, как следствие этого, появилось множество новых аппаратов для физиотерапии. Одним из первых таких приборов является светодиодный аппарат для внутривенного облучения крови «Соларис». Уже первые клинические испытания, проведенные 4 года назад. Показали его перспективность и возможность замены лазерных источников при проведении внутривенного облучения крови. И настоящее время накоплен большой материал по использованию его в лечении целого ряда заболеваний.

Целью настоящего исследования явилось определение возможности использования внутривенного облучения крови с помощью светодиодного аппарата «Соларис» (фирма «Полироник») для коррекции микроциркуляторных расстройств у больных с хронической венозной недостаточностью (ХВН) нижних конечностей в условиях городской поликлиники.

Для выполнения поставленной задачи нами были обследованы 107 человек в возрасте от 35 до 76 лет. В соответствии с классификацией СЕАР пациенты были распределены следующим образом: CI – 12 человек, CII – 49 человек, CIII – 10 человек, CIV – 16 человек, CV – 12 человек, CVI – 8 человек.

Всем больным проводили курс внутривенного облучения крови – 10 сеансов по 15 минут, с использованием светодиодного аппарата «Соларис», генерирующий излучение с длиной волны 0,63 мкм и мощностью на выходе световода не менее 1 мвт. В качестве световода использовался одноразовый комплект изделий для ВЛОК – КИВЛ-01.

Для оценки состояния микроциркуляции и реакции микроциркуляторного русла на лазерное воздействие нами использовался высокоинформативный отечественный двухканальный лазерный доплеровский флоуметр ЛАКК-01, разработанный НПО «Лазма». Метод основан на измерении отраженного от движущихся в тканях эритроцитов зондирующего лазерного сигнала с регистрацией и последующей компьютерной обработкой сигнала. В ходе исследования регистрировались и рассчитывались следующие показатели: показатель микроциркуляции (ПМ) и его среднеквадратичное отклонение (СКО), а также различные ритмические составляющие колебаний тканевого кровотока: низкочастотные

(LF) колебания, обусловленные вазомоциями, высокочастотные колебания (HF), связанные с дыхательными движениями и колебания в области кардиоритма (CF).

Исследования проводились на внутренней поверхности голени, длительность записи 2-5 мин, оценка состояния микроциркуляции проводилась в покое в горизонтальном положении ноги и при опускании ноги в течение 3 мин. (постуральная проба) а также с использованием пробы с локальным нагреванием.

Проведенные исследования показали, что у больных с ХВН отмечался застойный тип микроциркуляции с увеличением среднего значения ПМ, наиболее выраженное у больных со стадиями СIII, CIV, CV, CVI. При опускании ноги в течение 3 мин. у больных с CI - CII стадиями ХВН, ПМ становился ниже, в то время как у больных с СIII - CVI стадиями ХВН он практически не менялся, т.е. при выраженной венозной недостаточности снижается прекапиллярное сопротивление.

Использование пробы с локальным нагреванием показало, что ПМ у больных с СIII - CVI стадиями ХВН увеличивался меньше, чем у больных с начальными стадиями заболевания. Это свидетельствует о том, что длительная венозная гипертензия приводит к увеличению потока крови и потере белка с отложением фибрина вокруг капилляров. Утолщение за счет фибрина стенок капилляров может явиться причиной снижения вазодилатации и, соответственно, ПМ в ответ на локальное нагревание. Таким образом, пациентов с CI - CII стадиями хронической венозной недостаточности можно отнести к группе с достаточным функциональным резервом микроциркуляции, а у пациентов с СIII - CVI стадиями ХВН функциональный резерв микроциркуляции существенно снижен.

После проведенного курса облучения крови все пациенты отмечали выраженный положительный эффект в виде достоверного снижения, а в ряде случаев исчезновения болей в покое; уменьшения отеков ног, повышения работоспособности, увеличения проходимого без болей расстояния. Нормализация показателей микроциркуляции отмечалась у 61 % больных с ХВН. Положительная динамика в течение раневого процесса отмечалась у 96 % больных, заживление трофических язв отмечено у 48 % больных.

Таким образом, наши исследования свидетельствуют о целесообразности применения внутривенного облучения крови у больных с ХВН с целью коррекции микроциркуляторных расстройств. Использование аппарата «Соларис» в амбулаторно-поликлинических условиях позволяет не только сократить сроки пребывания больных в стационаре, но и начать более раннюю реабилитацию лиц с трофическими расстройствами и возвращению их к нормальной, полноценной жизни.

При использовании метода внутривенного лазерного облучения крови побочных эффектов и осложнений нами зафиксировано не было.

Лечение оптическим излучением длительно незаживающих ран и язв нижних конечностей

Лечение оптическим излучением длительно незаживающих ран и язв нижних конечностей

Журнал "Физиотерапия, бальнеология и реабилитация" №4 2010 г.

Карандашов В.И. , Толстых П.И. , Тамразова О.Б.*, Зубов Б.В.**

Государственный научный центр лазерной медицины ФМБА, г. Москва

*Университет Дружбы народов, г. Москва

**Институт общей физики РАН, г. Москва

«Язвы голени представляют истинный крест хирургов по своему громадному упорству и трудности излечения. ...Длющаяся годами язва голени делает носителя её неработоспособным и ложится тяжелым бременем на него и на общество», - писал выдающийся хирург С.И. Спасокукоцкий [31].

Для лечения трофических язв, развившихся вследствие хронической венозной недостаточности, предложено более 400 способов [23]. Среди них своей эффективностью, простотой и экономичностью выделяется фототерапия. Под фототерапией понимают все методы лечения, связанные с использованием энергии ультрафиолетового, инфракрасного или видимого спектра электромагнитного излучения. Объектом воздействия может быть вся поверхность тела, непосредственно больной орган или очаг поражения, проекция больного органа на поверхность тела, кровь, биологически активные точки. Облучение может проводиться в изолированном виде или в комбинации с веществами, усиливающими действие света, - фотосенсибилизаторами. Последний способ фотовоздействия носит название фотодинамической терапии. Облучение крови (внутрисосудистое или экстракорпоральное) называется фотогемотерапией.

Простейший и самый древний вид фототерапии – облучение солнечным светом. Ещё в 1774 г. Faure опубликовал работу «L'usage de la chaleur actuelle dans le traitement des ulcers», где предлагал лечить трофические язвы голени солнечными лучами. В следующем году Le Peuge и Le Comte в «Societe royale de medicine» сообщили об излечении торпидных язв голени солнечным светом. O. Bernhardt в статье «Гелиотерапия хирургических заболеваний» (1929) на основании собственного 25-летнего опыта писал: «Лечение солнечным светом дает хорошие результаты при *ulcus scuris* и при хронической экземе вследствие варикозных язв. Под его влиянием улучшаются местные условия питания, уменьшается вызванная застоем хроническая серозная инфильтрация кожи, вследствие уменьшения болей и зуда отпадает вредное расчесывание, и экзема постепенно проходит. Более глубокие язвы под влиянием солнца очищаются от грязного налета, теряют свой торпидный характер, появляются прекрасные грануляции, уменьшается калезность краев и язвы покрываются кожей скорее, чем при всяком другом способе лечения». (Цит. Карандашов В.И. с соавт. [18]) Время облучения, начинаясь с 20 мин, постепенно возрастало, достигая при ежедневном увеличении дозы 3-6 часов.

R. Volk считал, что характер облучения должен меняться в зависимости от внешнего вида язвы [42]. Если дно язвы покрыто грязным налетом, а грануляции вялые, тогда свет должен иметь такие параметры чтобы вызвать определенное, иногда весьма сильное, раздраже-

ние. Вследствие этого значительная экссудация удаляет налет, а гиперемия улучшает процессы грануляции. В таких случаях нужно хорошо закрыть окружающие ткани и непосредственно облучать дно язвы синим светом или лампой «горное солнце» с высоким содержанием ультрафиолетовых лучей. В период наступившей реакции воспаления с сильной экссудацией облучение не производят, а возобновляют только после стихания воспалительных явлений. В результате струпья и налет быстро опадают, появляются свежие грануляции. Для ускорения эпителизации «горным солнцем» облучают края язвы, но облучение проводится гораздо осторожнее, чтобы не повредить молодые эпителиальные клетки. Светолечение противопоказано при остром воспалении, но особенно рекомендуется при хронических язвах нижних конечностей, в особенности окруженных инфильтратом. Следует уделять внимание и варикозному расширению вен наложением давящих повязок, или внутривенным впрыскиванием тромбозирующих веществ, или проведением хирургической операции. В 1931 г. опубликована большая работа В.А. Попова «Светолечение хронических язв» [25], в которой автором доказывалась чрезвычайная важность техники облучения в зависимости от генеза и состояния язвы. В самом начале, когда больные поступают с загрязненными язвами, вялыми, безжизненными грануляциями, скудным отделяемым, проводят 2-5 местных облучений лампой Баха (с высоким содержанием УФ-лучей короткого диапазона); после 2-3 облучений почти всегда отмечают очищение язвы, оживление секреции и грануляций. Быстро исчезает гнилостный запах. Далее, по мнению автора, как только появляются островки молодого эпителия и кайма по краям язвы, УФ-облучение целесообразно исключить и облучение осуществлять только синим или белым светом. По мнению автора УФО может быть применено для подавления излишних грануляций.

Многие исследователи уделяли значительный интерес синему свету, полагая, что он особенно эффективен при лечении хронических язв и длительно незаживающих ран. По образному выражению Н. Strebel (1928) «...синий свет будит дремлющие обленившиеся клетки» (цит. Карандашов В.И. с соавт. [18]). Многими авторами отмечалось сильное обезболивающее и бактерицидное действие синего света. Для облучения использовали лампу накаливания с колбой из кобальтового стекла, изобретенную русским врачом А.В.Мининым еще в конце XIX века.

Позднее, в 80-е и 90-е годы XX в., стал применяться гелий-кадмиевый лазер, излучающий монохроматический синий свет. В экспериментах на животных А.Б. Шехтер [35] показал, что излучение этого типа лазера подавляет альтернативную и экссудативную фазы воспаления, стимулирует пролиферацию и фагоцитоз, очищает язву от гнойно-некротического налета, усиливает кровообращения в прилегающих тканях. Эти свойства синего света были с успехом использованы В.К. Гостищевым и соавт. [9] при лечении 480 больных с гнойными ранами. У больных с варикозными трофическими язвами облучение гелий-кадмиевым лазером, по свидетельству А.А. Белякова и соавт. [2], вызвало быструю стерилизацию и эпителизацию. По наблюдениям В.А. Вертьянова [5], гелий-кадмиевый лазер в отличие от гелий-неонового обладает гораздо большим бактерицидным действием, но меньше стимулирует процесс эпителизации трофической язвы.

Ультрафиолетовое излучение почти не применяется при лечении трофических язв из-за боязни принести больному больше вред, чем пользу. В некоторых случаях может быть использовано мягкое излучение в длинноволновой области (УФ-А). Так, С.И. Юнатов [36] облучал трофические язвы лазером ЛГИ-21 с излучением на длине волны 337 нм. Излучение расфокусировалось, и его плотность мощности на поверхности язвы составляла 0,5 мВт/см². По-

сле 2-3 облучений продолжительностью 10 мин исчезали боли, зуд и отечность, язвы очищались, снижалась интенсивность воспалительной реакции, и появлялись грануляции. После 5-6 облучений начиналась краевая эпителизация. В сочетании с хирургическим лечением полное заживление язв произошло у 97% больных.

С середины 70-х годов для лечения трофических язв стали применять красный свет, главным образом низкоэнергетических гелий-неоновых лазеров [3, 11, 22, 27, 29]. Язву облучали либо рассеянным лучом, либо сканировали луч по поверхности, следя за тем, чтобы каждая площадь облучения получала необходимую дозу. Независимо от способа облучения эффект фототерапии, по данным Н.К. Войтенко [7], В.С. Земскова [14], М.В. Северина [28], И.В. Корпусенко [20] и др., заключался в исчезновении после 2-3 процедур болей, уменьшении отека и воспаления, после 5-6 сеансов – очищения язвенной поверхности и появления грануляций, после 8-10 сеансов – эпителизации язвы.

Эффективность простого облучения поверхности язвы (полное заживление в сроки 20-30 дней) составляет, по данным различных авторов от 30 до 87%. Столь значительное расхождение в результатах, возможно, связаны с различной площадью язв. Так, В.Н. Падалка [24] после 14-23 сеансов монотерапии гелий-неоновым лазером получил полное заживление в 76% случаев, если площадь язвы не превышала 4,5 см². Результат ухудшался при увеличении поверхности язвы. При площади более 40 см² у 7% больных вообще не отмечено положительных сдвигов.

Для очищения поверхности трофических язв и некрэктомии ряд авторов [6, 13] применяли высокоэнергетический углекислотный лазер и гелий-неоновый лазер, а затем проводили аутодермопластику. А.В. Шапошников [34] при лечении 150 больных с венозными трофическими язвами изучал вопрос эффективности облучения в зависимости от дозы и нашел, что низкие дозы дают лучший результат, чем высокие.

Н.А. Сергеев и В.И. Куприянов [30] провели оценку эффективности терапии гелий-неоновым лазером 120 больных с венозными трофическими язвами нижних конечностей. У 42 пациентов группы сравнения лечение язв заключалось в местном применении мазевых повязок, дозированной компрессии мягких тканей и медикаментозном лечении флеботропными препаратами. У 78 больных основной группы проводили аналогичное лечение, однако, в отличие от группы сравнения, дополнительно осуществляли местное воздействие низкоинтенсивным лазерным излучением. Возраст больных колебался от 16 до 84 лет, первоначальная площадь трофических язв от 0,2 до 48,5 см, а длительность их существования до начала лечения – от 1 недели до 35 лет. По всем основным показателям обе клинические группы сопоставимы.

У больных группы сравнения процесс заживления венозных язв нередко носил волнообразный характер. При этом на фоне улучшения местного статуса они наблюдали периоды регресса, заключающиеся в усилении некротических и воспалительных процессов, а также повторном увеличении размеров венозных язв. В целом средняя скорость эпителизации язв у больных группы сравнения составила 0,2 см²/сутки, а средняя продолжительность лечения – 45 суток. Благодаря применению лазерного излучения у всех больных основной группы отмечали более раннее купирование болей, зуда, уменьшение отека тканей и воспалительных явлений. Наблюдали постепенный регресс изменений в зоне трофических расстройств мягких тканей. Активной эпителизации язв и окончательному заживлению послед-

них способствовало опережающее купирование явлений дерматита и венозной экземы. У всех 78 больных этой клинической группы получен положительный результат, заключающийся в полном заживлении дефектов. В целом средняя скорость эпителизации венозных язв у пациентов основной группы составила 0,3 см²/сутки, а средняя продолжительность лечения (до полной эпителизации язв) – 35 суток.

Облучение красным светом иногда проводится в сочетании с другими физическими факторами. Н.В. Проценко [26] после облучения язвы гелий-неоновым лазером воздействовал на ту же область постоянным магнитным полем слабой интенсивности в течение 12-16 час. Клинический результат был такой же, как и без магнитного поля. То же относится и к комбинации гелий-неонового лазера с низкочастотным ультразвуком. Сочетание облучения с лазеропунктурой предложено А.Е. Тименом [32]. После компресса с ферментами язву облучали расфокусированным лучом гелий-неонового или криптонового лазера, после чего проводили лазеропунктуру точек RP₆, RP₈, V₅₈, F₄ и E₁₁. Через 20 дней такого лечения полностью зажили 87% язв.

Инфракрасное излучение также может быть примерно в комплексном лечении трофических язв. В.А. Дуванский и соавт. [10] накладывали на язву салфетку с иммобилизованной лизоамидазой и через нее облучали ИК-лазером с длиной волны 890 нм. На 2-3 сутки уменьшались боли, на 3-5 - снижался отек, на 3-6 – язва очищалась, на 7-9-е сутки появлялись грануляции и краевая эпителизация. Однако в данном случае все таки представляет сложность определения того, какой вклад в клинический эффект внесло ИК-облучение. П.И. Толстых и соавт. [33] предложили применить ИК-облучение для подготовки трофических язв к пластической операции. В комплексе с препаратами серебра и трипсина облучение язвы в течение 6-8 дней по 1-3 мин приводило к полному приживлению кожного трансплантата в 81% случаев против 51% в контрольной группе.

Облучение крови гелий-неоновым лазером также используется при лечении трофических язв. В частности, П.И. Аброров и В.Н. Бакуцкий [1] при внутрисосудистом облучении красным светом наблюдали сокращение сроков заживления в 2,5 раза. Н.В. Леонтьевой [21] была использована лазеротерапия в комплексном лечении 89 больных в возрасте 27-84 лет с трофическими изменениями мягких тканей нижних конечностей (31 пациент), облитерирующего атеросклероза сосудов нижних конечностей (38 пациентов), диабетической ангиопатии сосудов нижних конечностей (14 пациентов), синдрома Рейна (6 больных). У 51 больного были выявлены трофические язвы. Использовали лазерные установки «Шатл-комби», «Скала», «Латон», которые позволяют проводить бесконтактное облучение очага поражений в красной (мощность на выходе 15 мВт) или инфракрасной (мощность на выходе 40 мВт) областях спектра. Курс лечения состоял из 15 процедур, проводимых ежедневно. Всем больным осуществляли надсосудистое облучение крови. Местное облучение осуществляли в зависимости от клинических проявлений, за одну процедуру облучали 1-6 полей, суммарная терапевтическая доза в среднем составляла 1-3 Дж/см². С целью освобождения поверхности раны от наслоений фибрина непосредственно перед началом процедуры ее обрабатывали 3% раствором перекиси водорода.

Полученные результаты свидетельствовали, что у пациентов, как правило, после 6-8 процедур наблюдается уменьшение болей в покое и при нагрузке, восстановление кожной чувствительности, активация процесса грануляции, освобождение дна язвы от некротических масс и уменьшение площади язвенного дефекта. По окончании курса лазеротерапии у 27

больных отмечено полное закрытие трофических язв, в 24 случаях существенно сократились размеры язв.

Н.Б.Золотова с соавт. [15] провели идентичную терапию у 29 больных в возрасте 56-78 лет с облитерирующими заболеваниями нижних конечностей в стадии трофических расстройств в виде пигментации и трофических язв. Используя те же параметры лазерного излучения установки «Шатл-комби» и описанные выше методики их применения, они добились полного закрытия трофических язв у 12 больных, значительного уменьшения их размеров у 10; у 3 пациентов улучшения не наблюдалось; 4 - прервали лечение. Скорость эпителизации составила в среднем 0,08-0,2 см в сутки.

Наши собственные наблюдения касаются 29 больных в возрасте 43-67 лет с трофическими язвами нижних конечностей, развившимися на фоне варикозной болезни. Больные были обследованы и подготовлены к операциям на венах нижних конечностей. В качестве предоперационной подготовки для снижения вязкости крови, коррекции нарушений в системе гемостаза, улучшения кровотока и, соответственно, снижения риска развития послеоперационных осложнений был проведен курс экстракорпоральной фототерапии синим светом в количестве 5-6 сеансов через день, в суммарной дозе излучения 15 Дж/см² за процедуру [17]. У 6 больных были выполнены процедуры внутривенного облучения крови с помощью аппарата «Соларис» (ООО «Полироник») в течение 40 мин, с мощностью излучения на выходе световода 1,5 мВт. В результате проведенного курса фототерапии синим светом у 19 больных венозные язвы голени полностью зажили, у 9 - значительно уменьшились, и только у одного больного лечение оказалось малоэффективным.

У лиц пожилого возраста частота трофических язв достигает 4-5%, они отличаются особой резистентностью к консервативной терапии, склонны к прогрессированию. Б.Н. Жуков с соавторами [12] провели исследование патоморфологических изменений, развивающихся в трофических язвах и периульцерозных тканях. Пациентов распределили по группам в зависимости от давности появления язвенного дефекта на нижних конечностях. В каждом исследовании забор биопсийного материала проводили с 2 участков трофической язвы. В результате исследования в 80% биоптатов была обнаружена псевдоэпителиозматозная гиперплазия (псевдоканцероматозная гиперплазия) эпителия края язвенного дефекта. Степень выраженности и форма (язвенно-инфильтративная, опухолевидная и гиперкератотическая) псевдоэпителиозматозной гиперплазии не выявили достоверной корреляции с длительностью развития трофической язвы. Однако отмечено достоверное снижение степени выраженности данных изменений после фотодинамической терапии, используемой как в предоперационном периоде, так и при проведении комплексной консервативной терапии пациентов с осложненными формами хронической венозной недостаточности нижних конечностей. Фотосенсибилизатор (фотодитазин) наносили в виде аппликаций на язвенную поверхность и периульцерозную зону за 20 мин до проведения сеанса ФДТ в дозе 0,5 мл на 1 см². Лазерное воздействие осуществляли дистанционно, с помощью стандартных световодов аппаратом «Кристалл» с $\lambda = 660$ нм (ООО «Полироник»), с плотностью мощности до 200 Вт/см². Параметры ФДТ (доза, время, количество процедур) подбирали индивидуально с учетом конкретных адаптационных характеристик пациента, сроков возникновения заболевания, размеров язвы, вида микрофлоры и показателей бактериальной обсемененности, фазы раневого процесса и характера планируемого оперативного вмешательства.

На большом клиническом материале, охватывающем 2824 больных с длительно не заживающими язвами и ранами, показано, что используя энергию квантовых генераторов и новые раневые покрытия, возможно значительно сократить сроки санации и сроки эпителизации (заживления) патологических очагов венозного генеза в 1,5 – 2 раза [16].

Таким образом, использование различных лечебных методик оптического излучения позволяет: а) сократить сроки заживления трофических язв при комплексном применении с другими лечебными методами; б) излечивать трофические язвы, не поддающиеся терапии традиционными способами.

По-видимому, наилучшего результата можно достичь комбинацией различных спектральных зон электромагнитного излучения, исходя из механизма действия. Красное монохроматическое излучение, по данным E. Mester [40], увеличивает синтез коллагена фибробластов как *in vivo*, так и *in vitro*. Такие же результаты получены M. Vosatra [37] у больных с посттромбофлебитическими трофическими язвами при облучении гелий-неоновым лазером в течение 20 дней. D. Saperia [41] продемонстрировал усиление генной экспрессии проколлагена в кожных ранах при лечении излучением гелий-неонового лазера. В то же время H. Hallman [39] не выявил какого-либо стимулирующего или угнетающего действия красного лазерного излучения на репродукционную способность культуры фибробластов человека. Напротив, L.V. Gasparyan с соавторами [38] отметили, что воздействие красным излучением лазера способствует активации фибробластов, макрофагов, а также клеток, вырабатывающих некоторые цитокины и факторы роста (IL-6, IL-8, TGF- β), которые способствуют активации стволовых клеток и клеточной репарации.

Механизм действия синего света, очевидно, связан с его способностью увеличивать синтез энергии в клетке, которая может быть использована на пластические цели. Известно, что синий свет, даже в минимальных количествах, усиливает рост и развитие животных и растений. По данным Н.П. Воскресенской [8], добавление всего 2% синего света к насыщающему красному повышает фотосинтез вдвое. В экспериментальных исследованиях с митохондриями Н.Л. Векшиным [4] было показано, что их облучение низкой дозой синего света приводит к увеличению синтеза АТФ. Данный эффект связан с тем, что основные компоненты дыхательной цепи и энергетической системы клетки (дегидрогеназы и цитохромы) – акцепторы синего света, поглощая который, они переходят в реакционно-активную форму. Отмечено также увеличение артерио-венозной разницы по уровню парциального давления кислорода в крови при проведении фототерапии у больных с венозной недостаточностью в стадии трофических расстройств [19].

Синий свет оказывает также бактерицидное действие. В отличие от ультрафиолетового излучения, которое повреждает главным образом генетический аппарат микроорганизмов, синий свет действует через образование синглетного кислорода, используя для этого эндогенные фотосенсибилизаторы (производные порфирина). Нельзя не учитывать также положительные действия синего света на гемодинамику, иммунную систему, процессы регенерации [18]. Механизм действия инфракрасного излучения в полной мере до настоящего времени еще не изучен. Многие исследователи полагают, что энергия электромагнитного излучения в инфракрасной области поглощается кислородом, который при этом переходит в активную форму. В заключение, наряду с высокой эффективностью применения методик светолечения следует указать такой важный аспект возможности и целесообразности их широкого использования в клинической практике, в частности при лечении трофических язв, как цена. Очевидно, что в

сравнении с медикаментозными методами (в пересчете на однократную процедуру и даже курс лечения одного пациента) она минимальна, что позволяет рекомендовать методы фототерапии при лечении пациентов как на амбулаторно-поликлиническом, так и на стационарном и санаторном этапах лечения пациентов.

Лечение ишемических язв

В помощь практическому врачу

Журнал ""Лазерная медицина" №18(2) 2013 г.

Лечение ишемических язв, развившихся на фоне атеросклероза сосудов нижних конечностей.

Толстых П.И.*, Карандашов В.И.*, Зубов Б.В.***, Попонина Т.С.***, Осокин В.В.*, Спокойный В.А.*

* ФГБУ «ГНЦ Лазерной медицины ФМБА России», г. Москва, **Институт общей физики им. А.М.Прохорова РАН, г. Москва, ***ООО «Полироник», г. Москва

Представлены результаты пилотного проекта по разработке способа оптимизации лечения ишемических язв нижних конечностей с использованием внутрисосудистого облучения крови синим светом в комбинации с ФДТ с использованием фотосенсибилизатора «фотодитазин».

Ключевые слова: ишемическая язва, синий свет, ФДТ, фотодитазин

Ишемические язвы голени (синонимы: гипертонические или гипертензионные раны) являются одним из тяжелых осложнений гипертонической болезни, возникают вследствие нарушения микроциркуляции, что обусловлено как облитерацией мелких артерий и артериол кожи голени, так и ухудшением реологических свойств крови, в частности, повышением вязкости плазмы и цельной крови. Ишемические язвы существуют длительно (месяцы, годы) и трудно поддаются консервативной терапии. Известны способы лечения ишемических язв нижних конечностей, основанные на применении гипотензивной и седативной терапии (применение сернокислой магнезии, папаверина, дибазола, сердечных средств и т.д.), а также средств, улучшающих метаболические процессы в тканях, например, использование гливенола, трентала. В случае некротизации тканей местно используют ферментативный препарат дебриделан [1]. Однако указанные способы отличаются длительностью лечения и малой эффективностью. В последние годы при лечении заболеваний сердечно-сосудистой системы, особенно при атеросклеротических поражениях сосудов нижних конечностей и венозной недостаточности, для снижения вязкости крови и увеличения ее текучести широкое распространение получили методы воздействия на кровь пациента оптическим излучением в ультрафиолетовом (УФ), синем или красном диапазонах спектра [2,3,4,7,11,13,17].

В своей работе мы поставили задачу оптимизировать лечебный процесс комбинацией внутрисосудистого облучения крови пациента и местного воздействия на раневой процесс методом фотодинамической терапии (ФДТ).

Прежде всего, необходимо было выбрать наиболее оптимальный диапазон оптического излучения для внутрисосудистой фототерапии (ФГТ) с целью регуляции текучести крови, особенно на уровне микроциркуляторного русла.

При сравнительной оценке эффективности воздействия оптического излучения в различных диапазонах в отношении регуляции реологических свойств крови на уровне крупных и средних сосудов, а также микроциркуляции доказано, что наиболее эффективно снижает вязкость крови и плазмы воздействие синего света в диапазоне 420-480 нм. Следует отметить, что этот эффект сохраняется более длительное время по сравнению с кратковременными эффектами, наблюдаемыми при облучении УФ или красным светом [3]. Кроме того доказано, что ФДТ синим светом более эффективна, чем курсовое лечение препаратами пентоксифиллина [5].

При воздействии на организм синим светом на генетическом уровне включаются в работу системы обеспечения жизнедеятельности организма за счет усиления синтеза энергии в митохондриях клетки, регуляции системы гемостаза и кровообращения, функции внешнего и тканевого дыхания, а также наблюдается кардиотропный эффект, усиление репаративных процессов, модуляция иммунной системы и др. [6,7,10,11]. Все это, безусловно, оказывает благоприятное влияние на восстановительные процессы, т.к. в основе патогенеза болезни лежат значительные нарушения различных функций организма. Особое значение при лечении имеет обезболивающее действие синего света, которое было описано А.В.Мининым еще в 1901 г., а сейчас нашло объяснение в современных исследованиях, проведенных на клеточном и субклеточном уровнях [18]. Именно эти эффекты синего света послужили предпосылкой для разработки и патентования «способа лечения сосудов» экстракорпоральным облучением крови синим светом [13].

Существуют два варианта облучения крови оптическим излучением: экстракорпоральный и внутрисосудистый. Наиболее технически простым и не требующим забора крови (что не всегда возможно у ослабленных больных), безусловно, является метод внутрисосудистого облучения крови.

Несмотря на то, что метод внутрисосудистого лазерного облучения крови существует давно (облучение красным светом λ 632 нм) и его широко применяют при лечении сосудистой патологии. Внутрисосудистое облучение крови синим светом реально стало возможным с появлением мощных светодиодов в данном спектральном диапазоне и разработкой ООО «Полироник» светодиодных аппаратов серии АФС с вводом излучения в волокно [16]. В своей работе мы использовали аппарат Соларис с излучением 450 ± 10 нм, и мощностью на выходе световода 1,5-2,0 мВт.

Также достаточно давно применяется при лечении гнойно-некротических ран метод ФДТ. С целью ликвидации обсеменения патогенными микроорганизмами раневой поверхности используют лазерное излучение красного диапазона и различные фотосенсибилизаторы [9,14,15].

В своей работе мы предпочли использовать для ФДТ излучение на 400 нм по следующим причинам:

- для достижения фотодинамического эффекта требуется значительно меньшая плотность светового потока (на порядок ниже), чем при красном свете, что дает возможность использовать компактные светодиодные приборы;

- глубина проникновения синего света в отличие от красного незначительна, что способствует воздействию ФДТ только на поверхность раны, не повреждая ткани, расположенные в глубине;
- синий свет обладает самостоятельной антибактериальной активностью в отношении ряда грамположительных и грамотрицательных бактерий, структуры которых содержат порфирины [8].

В качестве фотосенсибилизатора (ФС) мы использовали фотодитазин - производное хлорофилла «А» - обладающего сильным поглощением как в полосе Соре (400 нм), так и в красной области спектра с максимумом на 662 нм. Ранее проведенные исследования показали высокую эффективность ранозаживляющих и бактерицидных свойств при проведении ФДТ с фотодитазинном в форме водного раствора при лечении гнойных ран у экспериментальных животных [11].

В данной работе был использован фотодитазин в форме биоразстворимого геля, иммобилизованного на амфифильном полимере. В качестве источника света использовали аппарат АФС с рассеивающей насадкой К1. Мощность источника светодиодного излучателя $\approx 0,5$ Вт. Интенсивность излучения с поверхности насадки составляла $0,25$ Вт/см² при длине волны излучения 400 ± 10 нм. Ранее этот диапазон излучения при ФДТ с фотодитазинном не использовался.

Учитывая, что этот способ лечения пациентов с ишемическими язвами ранее нигде не применялся, исследования были проведены у пяти пациентов в виде пилотного проекта, описанного ниже.

Комплекс лечебных мероприятий осуществляли по следующей методике:

После первичной хирургической обработки ПХО раны проводили внутрисосудистое облучение синим светом $\lambda 450 \pm 10$ нм на аппарате Соларис с использованием одноразовых световодов КИВЛ-01. Мощность излучения на выходе световода составляла $1,5$ мВт; время облучения 40 мин. Как правило, это приводило к уменьшению болевого синдрома.

На второй день проводили ФДТ следующим образом: на поверхность язвы наносили ФС фотодитазин в виде геля с последующей экспозицией в 40 минут, после чего гель удаляли с поверхности язвы. Последующее облучение проводили с помощью аппарата АФС на длине волны 400 нм с использованием насадки К1 путем сканирования излучения по всей язвенной поверхности. Плотность мощности на выходе насадки составляла $J=0,25$ Вт/см² при диаметре $1,6$ см². Общее время облучения (t) рассчитывалось из общей площади поверхности язвы S и необходимой дозы облучения $D=10$ дж/см², т.е. $t=DS/2J$

Число сеансов внутрисосудистого облучения крови обычно составляло до 6 и ФДТ до 4. Ниже приведены примеры осуществления предлагаемого способа.

Больная А., 57 лет, 15.09.2009 г. доставлена бригадой скорой медицинской помощи в ГКБ №51, с диагнозом: трофические язвы обеих голени. Предъявляет жалобы на боль в нижних конечностях, наличие длительно незаживающих язв обеих голени (около 3 лет). Длительное время страдает гипертонической болезнью с максимальными цифрами до 200-220 мм.рт.ст., перенесла инфаркт миокарда в марте 2008 г. Страдает ожирением, индекс массы тела при поступлении 32. Правая стопа отечна, тыл умеренно гиперемирован. Локально при осмотре: начиная со средней трети до нижней трети по передней поверхности правой голени,

имеется гнойно-некротическая рана с «омозолелыми» краями. Дно ее покрыто гнойно-некротическими массами. Обращает на себя внимание перифокальное воспаление до 2 см от краев язвы. В области левой голени, по передней поверхности нижней трети, имеется язвенный дефект с признаками вялой грануляции. Дно язвы покрыто фибринозным налетом. При УЗДГ сосудов правой нижней конечности выявлена облитерация ПБА до 80%, ПКА 70%, ПББА и ЗББА до 90%. Из клинико-лабораторных данных: МНО-0,6; ПВ-9 с.

В день поступления, пациентке выполнена обработка ран ПХО: удалены все нежизнеспособные ткани. На следующий день пациентке с помощью аппарата Соларис выполнен сеанс внутрисосудистого облучения крови синим светом с длиной волны λ 450±10 нм с интенсивностью излучения на выходе световода 1,5 мВт, длительность которого составила 40 мин. Еще через день, на поверхность язв нанесли фотосенсибилизатор в форме биорастворимого геля с экспозицией 40 минут. После чего, гель удалили растворами антисептиков и произвели облучение язв синим светом с длиной волны 400±10 нм при плотности мощности 0,25 Вт/см². В конце процедуры на язвенные поверхности наложили асептические повязки. После первого же сеанса ФДТ гиперемия вокруг язвы правой голени значительно исчезла, отек спал, а на левой голени язва очистилась от фибринозного налета. Со слов пациентки, болевой синдром исчез уже на вторые сутки, после проведения сеанса внутрисосудистого облучения крови синим светом. Всего было проведено 6 сеансов внутрисосудистого облучения крови и 4 сеанса ФДТ. Показатели МНО и ПВ при выписке составили 1,5 и 15 с соответственно. Трофическая язва левой голени зажила полностью, а правой голени активно эпителизировалась. Пациентка выписана в удовлетворительном состоянии под амбулаторное наблюдение хирурга, терапевта по месту жительства, общие сроки пребывания в стационаре составили 25 дней.

Больной В., 63 лет, поступил в ГКБ №51 03.10.2009 г. с жалобами на боль в ногах и наличие язвы левой голени. Из анамнеза известно, что около 6 месяцев назад в области левой голени по передней поверхности появилось уплотнение багрового цвета, размером с 5 руб. монету, болезненное. Через две недели оно увеличилось в размерах и почернело. На его месте образовалась болезненная язва, с гнойно-некротическим отделяемым. Пациент лечился самостоятельно (дома), «мазал ее» мазью Вишневского, без эффекта. Длительное время страдает гипертонической болезнью кризового течения. В 2007 г. перенес инсульт. Плохо спит ночью из-за «боли в ногах». Легче становится, когда сидит на кровати. Объективно: при осмотре левая голень умеренно отечна, гиперемирована; в области от верхней до почти нижней трети с переходом на медиальную поверхность имеется гнойно-некротическая язва с гнойным отделяемым; перифокальная гиперемия достигает 3 см от ее краев. Пульсация на тыльной поверхности стопы, в подколенной ямке и на бедре сохранены. При УЗДГ сосудов левой нижней конечности: ПБА до 70%, ПКА 60%, ПББА и ЗББА до 70%. Из клинико-лабораторных данных: МНО-0,7; ПВ-10 с.

В день поступления пациенту выполнена ПХО гнойного очага и проведен сеанс внутрисосудистого облучения крови синим светом с длиной волны 450±10 нм и интенсивностью излучения на выходе световода 1,5 мВт, длительность которого составила 40 мин. Сеанс проводился аппаратом Соларис. Уже к вечеру пациент отметил уменьшение боли в нижних конечностях. На следующий день пациент чувствовал себя гораздо лучше. Во время перевязки на поверхность язвы нанесли ФС фотодитазин в форме биорастворимого геля. Через 40 минут, гель смыли растворами антисептиков и произвели облучение ран синим светом с длиной волны 400±10 нм с помощью излучающей головки АФС с рассеивающей насадкой при плотности мощности 0,25 Вт/см². На язву наложили асептическую повязку. Сеансы ФГТ и ФДТ

чередовали друг с другом через день. Очищение язвы от некротических тканей, уменьшение отека и гиперемии отмечено уже на 3-и сутки. На 5 сутки появились грануляции. Полное заживление язвы произошло на 24 сутки. За время стационарного лечения пациенту проведено 5 сеансов ФГТ и 4 сеанса ФДТ. МНО увеличилось до 1,2, а ПВ до 12с. Пациент выписан в удовлетворительном состоянии для амбулаторного наблюдения у хирурга и терапевта по месту жительства с практически полным отказом от обезболивающих препаратов.

Больной К., 74 лет, поступил в ГКБ №51 06.11.2009 г. с жалобами на сильную боль в ногах в покое и при ходьбе до 100 м, на наличие язвы в области левой голени. Практически не спит из-за боли. Принимает множество разных анальгетиков, с сомнительным эффектом. Курит больше 60 лет. Страдает гипертонической болезнью с 50 лет. Перенес инфаркт миокарда. При осмотре обращает на себя внимание возбужденность и раздражительность пациента. Левая голень умеренно увеличена в размерах, отечна и гиперемирована. В области средней трети, почти циркулярно расположена гнойно-некротическая язва с гнойно-фибринозным отделяемым, крайне болезненная на перевязке. Из клинико-лабораторных данных: МНО-0,7 ПВ-8с. При УЗДГ выявлена облитерация ПББА до 80% и полная облитерация ЗББА.

При поступлении пациенту выполнена ПХО гнойного очага, с удалением всех нежизнеспособных тканей. На второй день в течение 40 минут проведен сеанс внутрисосудистого облучения крови синим светом с длиной волны 450 ± 10 нм и интенсивностью излучения на выходе световода 1,5 мВт, во время которого пациент почувствовал «как боль уходит» и пальцы на ногах «становятся теплее». Во время перевязки язву санировали растворами антисептиков и на нее нанесли ФС в форме биорастворимого геля на 40 минут. По истечении этого времени гель смыли и провели облучение язвы синим светом с длиной волны 400 ± 10 нм при плотности мощности 0,25 Вт/см². После чего на ее поверхность наложили асептическую повязку. Уже после 2 сеансов ФТГМТ и ФДТ пациент отметил улучшение самочувствия и уменьшение боли. Отек и гиперемия исчезли на 4-е сутки. Язва очистилась к 6-ому дню, а к 10 появились грануляции и краевая эпителизация. Полное заживление произошло на 25 сутки. За время лечения пациенту провели 6 сеансов ФГТ и 4 сеанса ФДТ. Показатели МНО составили 1,2, а ПВ – 13с. Пациент выписан в удовлетворительном состоянии для амбулаторного наблюдения, с минимальными дозами ненаркотических анальгетиков.

Таким образом – способ лечения ишемических язв нижних конечностей, сочетающий воздействие на кровь пациента оптическим излучением квазимонохроматическим синим светом и ФДТ с фотодитазином является эффективным, патогенетически обоснованным.

Свет и тени лазерной терапии.

С.Д.Захаров, к.ф.-м.н, Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН И.М.Корочкин, проф., Российский государственный медицинский университет

Оглядываясь назад...

Россия (СССР) имеет неоспоримый приоритет в разработке метода лечения, получившего название низкоинтенсивной лазерной терапии (НИЛТ). В большой серии работ, выполненных в Минске, Москве, Ленинграде, Московской области и ряде других регионов, было

показано, что излучение He-Ne лазера (633 нм) на уровне мощности 10^{-3} Вт и при дозе облучения ~ 1 Дж/см² можно с успехом использовать для лечения больных с заболеваниями сердечно-сосудистой системы, легких, опорно-двигательного аппарата и т.д. Не все исследования проводились с соблюдением надлежащего контроля, однако результаты, по крайней мере, одной группы из РГМУ (И.М.Корочкин, Г.М. Капустина), достигнутые совместно со специалистами из Фрязинского лазерного центра, получили всеобщее признание [1]. Они были отмечены Государственной премией СССР, а разработанные авторами методические рекомендации по внутривенной ЛТ легли в основу последующих терапевтических применений лазеров.

За последние годы достигнут значительный прогресс в теоретическом обосновании метода. Решена "центральная" проблема лазерной терапии (ЛТ) - обнаружена таинственная молекула-мишень для фотонов (633 нм и ряда других линий), возбуждение которой индуцирует терапевтический эффект [2,3]. Ею оказалась не биомолекула, как ожидали многие, а обычный молекулярный кислород. Следует подчеркнуть, что неизвестность первичного акцептора фотонов постоянно выдвигалась оппонентами в качестве главного возражения против признания ЛТ научным методом. С открытием светокислородного эффекта ситуация в корне меняется. Однако в настоящей заметке нам хотелось бы сделать акцент не на достижениях, а обсудить проблемы и трудности, с которыми ЛТ столкнулась в профессиональной и административной среде, не готовой пока, по нашему мнению, к восприятию ее внутренней логики и беспрецедентных возможностей.

Неточный термин

Как ни странно, источник многих неприятностей в судьбе ЛТ кроется, на наш взгляд, в самом этом термине. Он, очевидно, образован от вида воздействия на организм и ничего не говорит о сути процесса, которому это воздействие дает начало. Того же терапевтического эффекта, как теперь понятно, можно добиться и без лазеров, используя, например, светодиоды, или отфильтрованное излучение ламп. Или возьмем другой вопрос: почему до сих пор не удалось договориться, как конкретизировать лазерную терапию - "низкоинтенсивная", "низкоуровневая", "низкоэнергетическая" либо "низкодозовая". Коль упор сделан на инструментальный аспект метода, желательно уточнить границы параметров, в пределах которых данный метод работает, ведь есть и другие применения лазеров, например, в терапии рака. Закономерности светокислородного эффекта [4], в условиях которого, того не подозревая, работают многие лазеротерапевты, позволяют понять, почему ни одно из предложенных определений ЛТ не является удовлетворительным. Из-за влияния релаксационных процессов, а также нелинейности на крыльях поглощения O² порог т.н. биостимуляции оказывается, в общем случае, сложной функцией интенсивности излучения и времени экспозиции. В силу этого режим, низкоинтенсивный при одних параметрах (длина волны, мощность), может при других перейти в "умеренно-интенсивный", или "умеренно-дозовый". Если бы в основу термина был заложен механизм фотомолекулярной реакции, обуславливающей терапевтический эффект, подобный вопрос вообще бы не возник.

Указанные аспекты носят в большей степени теоретический характер, а вот другое неприятное следствие имеет прямое отношение к практике. В медицинских кругах России утвердился взгляд на ЛТ как на разновидность физиотерапии, т.е. она поставлена в один ряд с гидромассажем, грязевыми ваннами или загаром под УФ лампой. В результате сложились неоправданно заниженные требования к кадровому, методическому и метрологическому обеспечению ЛТ. Они нашли свое выражение в потоке "низкоуровневых" статей и Монографий,

беспрепятственной выдаче разрешений на клиническое применение лазерной техники и методик по принципу "только заплати", в отсутствии специальности "лазерная медицина" с сертификацией деятельности лазеротерапевтов, появлении т.н. "лазерной академии" и прочих несуразностях.

Светоокислородная терапия

Терапевтическое действие значительной части лазерных аппаратов, находящихся сейчас в пользовании, определяется светоокислородным эффектом. Данный механизм по многим внешним особенностям и требованиям, предъявляемым к медперсоналу, близок к одной из наиболее наукоемких медицинских технологий - лучевой терапии. Воздействие одинаково неощутимо, и в то же время параметры облучения должны строго контролироваться. Чрезмерная доза может стать для больного опасной, но тот не в состоянии это осознать в течение процедуры и подать сигнал к ее прекращению. Оба метода имеют первичный локальный характер, объективные закономерности и базовые элементарные механизмы, причем в отношении однозначности последних оптический аналог имеет даже преимущество. Наконец, в обоих случаях лечебный эффект предсказуем, воспроизводим и значителен, что позволяет рассматривать ЛТ в светоокислородном варианте как основной метод лечения, а дополнительный прием препаратов - как вспомогательную коррекцию.

Исходя из высказанных соображений, целесообразно на данном этапе выделить из общей массы ЛТ-модификаций светоокислородную терапию (СКТ) о качестве самостоятельного метода. Для этого есть простой критерий - соответствие спектрального интервала воздействующего излучения электронно-колебательным полосам поглощения O^2 в основных тканях, т.е. полосам спектра действия [4]. Становление СКТ выводит лазерно-медицинские исследования из трясины накопившихся противоречий на твердую почву выяснения причинно-следственных связей и одновременно "меняет знак" взаимоотношений самих лазеротерапевтов: от разобщения и изоляции - к консолидации и согласованной работе.

Мы не утверждаем, и это хотелось бы подчеркнуть особо, что светоокислородный механизм - единственный для всей светотерапии. Возможно, вскоре будут открыты и другие фотоакцепторы, активные в иных спектральных интервалах, однако, путь к этому лежит только через использование сложного, но зато прямого метода - регистрации спектров действия при облучении лазерами с плавной перестраиваемой длиной волны. В любом случае значение СКТ вряд ли уменьшится, ведь универсальность фотоакцептора определяет единообразие первичных реакций и широту терапевтического охвата нозологии.

Приведем сводку важнейших результатов, полученных в клинических исследованиях на пациентах, страдающих ишемической болезнью сердца (ИБС), с помощью контроля деформируемости эритроцитов при снятии спектров действия (облучение внутривенно) [3]:

- в основе терапевтического действия в полосах поглощения O^2 лежит светоокислородный эффект (это окончательное доказательство реальности СКТ); посредником, определяющим лечебный эффект СКТ, является молекулярный синглетный кислород;
- СКТ имеет отчетливо выраженную спектральную селективность; внутри любой полосы спектра действия (поглощения O^2) терапевтическая эффективность (об-

ратная оптимальной дозе облучения) не одинакова - она максимальна в пике полосы и убывает с приближением к ее краям;

- облучение на длине волны 633 нм в непрерывном (He-Ne лазер) и импульсно-периодическом (лазер на красителях, длительность импульсов 10^4 Гц, частота повторения 10^4 Гц) режимах при одной и той же средней мощности имеет одинаковую эффективность (тем самым опровергаются гипотезы о тепловых градиентах как первопричине ЛТ);
- внутривенное облучение крови является эталонным способом реализации СКТ.

Облучение крови

Поясним аргументы, на основании которых следует считать внутривенное облучение единственным на сегодняшний день строго обоснованным способом применения СКТ:

1. при вводе оптического излучения в кровь через световод оно поглощается практически полностью (внутри вены взрослого человека) и доза облучения крови определяется однозначно;
2. кровь для оптического излучения может рассматриваться как однородная среда (транспортная длина пробега фотонов много больше характерного размера неоднородности) с единым значением порога т.н. биостимуляции (фотогармонизации) [4];
3. колебания концентрации фотоакцептора (O_2) в венозной крови в состоянии покоя не подвержены значительным колебаниям;
4. спектры действия *in vitro* и *in situ*, зарегистрированные посредством контроля показателя деформируемости эритроцитов динамической методикой [5], идентичны [3].

Внутривенный режим облучения технически весьма прост, но имеет очевидное неудобство - инвазивность, хотя и смягченное повсеместным использованием одноразовых световодов. По-прежнему актуальна доводка надвенозного облучения до уровня метрологически корректной методики. Если бы удалось найти удобный способ измерения индивидуального коэффициента ослабления излучения тканевым слоем, отделяющим вену от поверхности кожи, это стало бы для СКТ настоящим методическим прорывом. Статистика показала, что наша оптическая приставка с нормировкой на ослабление света мочкой уха пациента не обеспечивает достаточной точности, и выпуск аппарата "ЛАСК-2", несмотря на растущий спрос, был нами прекращен. Не смогли предложить подходящей альтернативы и известные специалисты по оптическим свойствам биотканей из Саратова (СГУ). Тем не менее, учитывая определенные успехи оптической томографии, полагаем, что приемлемый способ удастся разработать, хотя, вероятно, без значительных затрат на НИР не обойтись.

Быстрые процессы

Основной урок, который могли бы извлечь клиницисты из нашего опыта, состоит в том, что при СКТ решающие изменения в крови происходят в течение тех немногих минут, пока ведется облучение. Вслед за его прекращением в организме развивается последователь-

ность индивидуально-специфических релаксационных процессов, которые лишь проявляют и закрепляют терапевтический эффект.

Нами совместно с коллегами разработаны специальные диагностические методики, позволяющие контролировать некоторые динамические параметры крови по мере ее облучения. Оказалось, что при СКТ во всех трех элементах кровеносной системы - клетках, межклеточной жидкости и сосудистой стенке - происходят существенные и скоординированные изменения. Деформируемость эритроцитов, активность лимфоцитов, поляризуемость среды и энергетика клеток сосудов достигают максимума к моменту ввода в кровь определенной дозы облучения. Анализ показал, что происходит т.н. фотогармонизация, а соответствующая доза является объективно оптимальной [4]. Наиболее поразителен факт, что величина оптимальной дозы облучения на данной длине волны не зависит (в пределах точности наших измерений) ни от индивидуума, ни от тяжести его заболевания (больные ИБС), ни от временной фазы дня.

В интересах больного врач может сознательно выйти за границу объективного оптимума и намеренно вызвать обострение, но для этого он обязан заранее учесть способность своего пациента выдержать резкое напряжение защитных систем организма. Мы планируем представить на страницах специализированного издания подробное обсуждение этой темы, а пока подчеркнем, что подтверждается справедливость интерпретации лазерного луча в СКТ как высокоэффективного "фотонного" лекарства [6].

Фотонное лекарство

Уместно вновь провести параллель с лучевой терапией, где медицина впервые соприкоснулась с ядерной физикой. В фотонной терапии намечается связь с электродинамикой. Но если в первом случае ставилась задача эффективной биодеструкции, то в последнем - реконструкции. Разница громадная и подразумевает переход на более высокий уровень синтеза знаний. Необходимость в синтезе давно назрела. Не одна физика - естественные науки в целом в долгу перед медициной. Они по-прежнему навязывают ей в качестве научной базы биостатистику, по сути, антипод жизни, тогда как биодинамика продолжает пребывать в эмбриональном состоянии. Врач остается статистом на ранних этапах заболевания, так как отсутствуют методы определения его начала. Более того, при медикаментозной терапии он в принципе не может проследить за молекулярными механизмами излечения. Молекулы лекарственного соединения после попадания в организм пребывают в нем неопределенное время, непрерывно вступая и реакции как полезные, так и вредные; разделить их невозможно, и если первые преобладают, и на том спасибо!

Но вот на сцену выходит фотонное лекарство со строго обозначенным во времени действием, и картина резко меняется. Ни одна молекула не вводится внутрь, и ни один фермент напрямую (фотоном) не меняет своей активности. Лишь ничтожная часть молекул газа, всегда присутствующего во внутренней среде, переводится в низковольтное состояние, чтобы почти мгновенно релаксировать на основной уровень. От мизерной энергии 107 Дж, первоначально выделяемой в жидкую фазу, развивается мощный оздоравливающий ответ. Мало того, что это похоже на чудо. Таких благоприятных условий для исследования тайн молекулярной динамики перехода "норма - патология - норма" природа, вероятно, никогда еще не представляла.

Причину универсальности фотонного лекарства мы видим в том, что оно, во-первых, осуществляется через общего посредника - водную матрицу [7] и, во-вторых, избирательно

действует на патологически измененные молекулярные структуры, обладающие меньшей динамической устойчивостью по сравнению с нормальными в не слишком запущенных фазах заболевания. Меры предосторожности, по-видимому, мало чем должны отличаться от установленных для фармацевтических препаратов. А вот показания к приему фотонного лекарства следовало бы определять не так, как сейчас это делается, т.е. огульно, а после проведения специальных диагностических тестов. Их создание - одна из актуальных задач будущих исследований.

Обратная связь

Другая важная задача - оперативный контроль реакции организма по ходу облучения и разработка для этих целей особых методов и средств, которыми медицина пока не располагает. Эта задача вытекает не только из приведенных выше положений. Лазеротерапевты давно на собственном печальном опыте уверились в необходимости ее срочного решения и даже дали ей название - "проблема обратной связи".

Пионер лазерной медицины М.Ф.Стельмах в течение многих лет пытался заручиться поддержкой Правительства и органов здравоохранения СССР и РСФСР в вопросе создания систем обратной связи, подчеркивая эффект, который последние могут дать не только в ЛТ, но и в медицине чрезвычайных ситуаций и службах реанимации. Он, в частности, указывал на перспективность использования для этих целей метода лазерной цитодифрактометрии [8]. Однако ни авторитет одного из основателей квантовой электроники, ни рекомендации научно-практических конференций не нашли отклика. Лазерный цитодифрактометр - слишком тонкий прибор, чтобы его могли воспроизвести без авторского надзора - избежал незавидной участи быть присвоенным (под другим, разумеется, названием) какой-нибудь западной фирмой, но перспективы его производства в России в последние годы только ухудшились.

Факторы противодействия

Цитодифрактометр, конечно, не решает задачи в целом, хотя и удобен при внутривенном облучении, а также как эталонный прибор в период разработки других систем обратной связи. Этот вопрос включается, на наш взгляд, в более общую проблему. Почему ЛТ, явно многообещающее медицинское направление, не только не получает поддержки на своей родине, но порой и дискредитируется. Как возникли условия для появления на отечественном рынке лазеро-терапевтических аппаратов из США и Японии стоимостью 10 тыс. долларов, когда наше оборудование аналогичного назначения вполне доступно и в 20 раз дешевле? Каким образом "методички" по ЛТ конкретных заболеваний, разработанные тяжким трудом наших врачей-исследователей, беспрепятственно уплывают в Китай, США, Германию и другие страны, где активно используются и даже патентуются?

Личный опыт работы и общение с российскими и зарубежными экспертами приводят нас к выводам о глубинных причинах противодействия развитию ЛТ вообще и в России, в частности.

Экономические факторы.

Фармацевтические гиганты, под контролем которых находятся почти все связанные с медициной исследовательские программы, давно занесли ЛТ в "черный список" особо опасных потенциальных конкурентов. Линия фронта здесь уже обозначилась - от блокирования

проектов до инспирированных публикаций, и оппозиция, вероятно, будет нарастать по мере распространения СКТ.

Профессиональные факторы.

Система медицинского образования и специализации, полностью ориентированная на применение фармпрепаратов, постоянно воспроизводит в медицине ситуацию отчуждения сферы клинической деятельности от сферы разработок лечебных средств, тем самым укореняя рутину и консерватизм и обеих областях. Лазеротерапевты (кстати, специальность это неофициальная, до сих пор не сертифицированная) зачастую не в состоянии преодолеть устоявшиеся догмы.

Административные факторы.

В органах управления (МЗ РФ и РАМН) прослеживается тенденция поручать руководство и проведение работ по ЛТ лицам и организациям с другой профессиональной подготовкой и специализацией. Яркий пример тому - превращение Московского НИИ лазерной хирургии одним росчерком пера ВО всесоюзного куратора ЛТ, что, как теперь очевидно, принесло и продолжает приносить существенный вред новому методу.

Информационные факторы.

Не существует междисциплинарного периодического издания высокого уровня, где обобщался бы опыт фото-биологов, физиков и врачей по изучению фотонной терапии наряду с освещением смежных вопросов, таких как временная организация клетки, вода в биосистемах, фазовые переходы, конформационные колебания, белковая наследственность и т.д. Отсутствует и авторитетный научный форум, нацеленный на синтез в области биодинамики.

Коммерческие факторы.

Производители терапевтических лазеров, с целью обойти конкурентов, выпускают на рынок аппараты с обновленными параметрами - новые длины волн, частотный режим, повышенная мощность, сопутствующее магнитное поле. Соответственно, пользователь все дальше отступает от режимов, рекомендованных ведущими исследователями, что может привести к снижению эффективности и развитию побочных эффектов.

Реклама и действительность

В качестве иллюстрации рассмотрим некоторые постулаты ныне модного "биоритмического" направления ЛТ, подробно изложенные его идеологом на страницах "Лазер-Информа" [9]:

1. "Метод биоуправляемой хронофизиотерапии автоматически синхронизирует воздействие с ритмами кровенаполнения ткани, резко расширяет терапевтические диапазоны интенсивностей, исключает побочные эффекты и передозировку, однонаправленно корректируя гомеостаз". Идея метода заключается в синхронизации импульсного полупроводникового лазера с пульсом и ритмом дыхания плюс (благо это легко сделать схемно) регулирование глубины модуляции и времени задержки импульса. Чем же такой подход лучше старой и давно оставленной идеи лечения посредством "резонансной раскачки" пульса электриче-

скими импульсами? Известно, что гидродинамические и газотранспортные ритмы являются общесистемными, в них интегрально отражается состояние всех подсистем организма. Последние, включая патологический очаг, имеют собственную ритмику, не сводимую к интегральной. Ритм клеточной энергетики также отличен от пульсового или дыхательного хотя бы из-за наличия в клетке соответствующих буферных систем. Вероятно, рекомендуемые режимы просто безвредны, и организм вообще не реагирует на отдельные импульсы, иначе при изменении задержки можно попасть в критическую область фазы с риском остановки сердца.

2. "Оперирование понятием "терапевтический лазер" без указания длины волны." Для СКТ неправомерность подобного подхода разъяснена выше. В. "Терапевтический диапазон интенсивностей варьирует <...> в десятки раз". Как в лабораторных, так и в клинических исследованиях СКТ показано, что терапевтический эффект развивается в ранней фазе реакции клеток и межклеточной среды, которая носит структурный характер типа фазового перехода [3,4]. Ее переход с восходящей ветви на нисходящую определяет объективно оптимальную дозу, которая является инвариантом терапии. Поэтому увеличение интенсивности должно сопровождаться пропорциональным уменьшением времени экспозиции, и наоборот.
3. "Биостимуляция определяется преобладанием факторов снижения концентрации кальция над фактором его высвобождения, вызываемого при любых физических влияниях на клетку и вне зависимости от природы первичных акцепторов". Наряду с ионами кальция известно еще два универсальных посредника, развивающих реакцию возбуждения клетки - внутримембранный и внутриклеточный, поэтому умозрительное выделение при ЛТ кальция неправомерно (измерения уровня кальция, насколько нам известно, из литературы, не проводились). Кроме того, все они являются вторичными мессенджерами; специфика возбуждения клетки определяется первичной рецепцией, от нее зависит и дозировка действующего агента.

Программа-минимум

Великая наша соотечественница Елена Рерих за четверть века до открытия лазеров писала: "Мир будущий, Мир Высший грядет в доспехе лучей лабораторных" [10]. От производственных технологий лазерные лучи пришли к человеку. Усилиями энтузиастов лазерная медицина сделала первые, не слишком уверенные, шаги. Пришло время объединения, сил для целенаправленного продвижения, подготовки национальной программы. В качестве предварительного этапа мы предлагаем сосредоточить усилия на следующих задачах: *В области исследований:*

1. Получить детальный спектр действия излучения во всем оптическом диапазоне с целью идентификации первичных фотоакцепторов.
2. Разработать варианты систем обратной связи и провести их сравнительные испытания. Для содействия этому процессу организовать регулярно действующий семинар или конференцию.

3. Разработать надвенный метод облучения крови.

В организационной сфере:

1. Образовать Комитет лазерной медицины при МЗ РФ и МЗ Белоруссии, возможно, по типу украинского Комитета.
2. Создать при этом Комитете высокопрофессиональную Российско-белорусскую ассоциацию по разработке, исследованиям и производству лазерной терапевтической и диагностической аппаратуры, разработке методических рекомендаций и централизованной подготовке кадров, передав этой ассоциации права на лицензирование и сертификацию профильной продукции.
3. В целях изучения микро- и макро динамических свойств крови как основной зоны действия ЛТ и учитывая сильнейшее отставание этого направления в России от мирового уровня, рекомендовать часть сотрудников Гематологического центра РАМН на скоординированные исследования в данной области.

По нашему мнению, в реализации этого плана важную роль могла бы сыграть авторитетная Лазерная ассоциация (ЛАС).