



В.А. Буйлин
Применение
АЛТ "Мустанг"
в травматологии

Информационно-методический сборник

Издание 2-е, дополненное

Издано при поддержке
Государственного Фонда содействия развитию
малых форм предприятий в научно-технической сфере

МОСКВА
ООО "Фирма "ТЕХНИКА"
1997

УДК 616.001
ББК 54.58
Б90

Буйлин В.А.

Б90 Применение АЛТ "Мустанг" в травматологии: Информационно-методический сборник. — М.: ТОО "Фирма "Техника". 1997.—34 с. ISBN 5—89337—008—2.

Серия тематических информационно-методических сборников является логическим продолжением книги В.И. Козлова и В.А. Буйлина «Лазеротерапия с применением АЛТ "Мустанг"» (1994).

В сборниках этой серии приводятся обзор литературы по комплексной терапии различных заболеваний с применением низкоинтенсивного лазерного излучения, собственные исследования авторов и результаты клинического опыта. Объем и характер изложения материала максимально приближены к запросам и возможностям практических врачей, позволяют применять лазерное излучение в медицине.

Технические возможности аппарата лазерной терапии (АЛТ) серии «Мустанг» позволяют органично использовать опыт отечественных и зарубежных лазеротерапевтов, применяющих различные лазерные методики, и привнести новое в лазерную терапию — хронобиологический подход (модель АЛТ «Мустанг-био»).

Сборник написан по заказу и при спонсорской поддержке ТОО "Фирма "Техника".

УДК 616.001
ББК 54.58

ISBN 5—89337—008—2

© В.А. Буйлин, 1997
© Оформление ТОО
"Фирма "Техника", 1997

Введение

Травматология — наука о механических повреждениях. Она не только описывает и изучает патогенез травм, но и разрабатывает методы их диагностики, лечения и профилактики. В зависимости от характера поврежденной ткани различают кожные (ушибы, раны и др.), подкожные (разрывы связок, переломы костей и др.) и полостные (ушибы, кровоизлияния, ранения груди и живота, суставов и др.) повреждения. Выделяют травматизм производственный, сельскохозяйственный, спортивный, уличный (транспортный), травмы военнослужащих, умышленные травмы и др. [Юмашев Г.С., 1983].

Современная спортивная деятельность сопровождается максимальной мобилизацией энергетических ресурсов организма спортсмена. В процессе срочной долговременной адаптации к физическим и психоэмоциональным нагрузкам уровень функциональной активности физиологических систем организма нередко достигает пороговых значений. В связи с этим следует рассматривать возникновение предпатологических состояний и заболеваний как результат неадекватных максимальных физических и психоэмоциональных нагрузок у спортсменов. Все это увеличивает вероятность и тяжесть травматизма в спорте.

Под травматизмом понимают повторяющиеся травмы, поражающие при определенных обстоятельствах группы населения, находящегося в одинаковой обстановке, в одинаковых условиях труда и быта.

Понятие "травматизм" всегда предполагает определенную взаимозависимость, причинную связь между данным происшествием (травмой) и внешней обстановкой или внутренним состоянием пострадавшего. Как показывает анализ несчастных случаев, обычно удается установить причинную зависимость и связь между обстановкой, в которой они произошли, и возникшей травмой [Ориневская В. В. и др., 1952].

Перенапряжение и истощение функциональных систем организма и работа на пределе их возможностей, трудовая и спортивная деятельность в так называемом третьем состоянии (системный преморбид, с точки зрения патофизиологии) являются чаще всего или

причиной, или условием возникновения той или иной травмы. Необходимость коррекции функционального состояния спортсмена и ускорения восстановительных процессов на определенных этапах тренировочного цикла потребовала создания системы восстановления в спорте. Среди медицинских средств восстановления работоспособности физические факторы занимают особое место [Лупырь В.М., Самойлов Н.Г., 1990; Гигинейшвили Г.Р. и др., 1993].

Для профилактики травматизма всех видов в настоящее время назрела необходимость внедрения простых систем восстановления резервов и работоспособности организма. Реализации этой потребности общества должны способствовать достижения лазерной медицины и перестройка в обществе и здравоохранении, переосмысление значения состояния каждого человека для жизни всего общества.

Известна важная роль активности симпатико-адреналовой системы в обеспечении мышечной работы, тонуса всех систем, внимания, психического состояния, функционирования защитных и саногенетических механизмов. Отсюда ясно, что лечение травм, профилактика травматизма требуют системного подхода врачей, организаторов здравоохранения и социальных институтов в масштабе от отдельного пострадавшего до организации жизни всей страны.

Первым поднял вопрос о необходимости организации стройной системы травматологической помощи в нашей стране проф. А.Л. Поленов (1924). Он писал: "Чем раньше пострадавшие подвергаются правильному, по возможности исчерпывающему лечению в специально оборудованных учреждениях, тем, конечно, и результаты получаются успешнее". Его лозунг "Не долечивание, а л е ч е н и е" не потерял своей актуальности и сегодня. Современный врач может наполнить его новым содержанием, имея в руках такое мощное средство, как низкоинтенсивное лазерное излучение.

Аппараты лазерной терапии нового поколения: «Мустанг», «Мустанг-био», «Муравей», отличающиеся современными техническими решениями, вобравшие в себя достижения медицинской науки, лазерной и электронной техники последних трех десятилетий, позволили сделать новый качественный рывок в травматологии. Новейшие модели серии «Муравей» позволяют практическому врачу начинать полноценную патогенетическую терапию буквально в окопе, продолжать лечение во время транспортировки пострадавшего. Портативность, автономное питание от батареек «Крона», «Корунд» и т.п., заложенные в прибор частотные режимы лазерного излучения, не требующие от врача дополнительных настроек, делают АЛТ «Муравей» универсальным прибором для травматологов, спортивных врачей, врачей других специальностей, работающих в полевых условиях.

Патогенетические аспекты травмы

Травмой называется нарушение целостности и функций тканей (органа) вследствие одномоментного внезапного воздействия на организм факторов внешней среды. В результате травмы в тканях и органах происходят определенные анатомические или функциональные нарушения, сопровождающиеся как местной, так и общей реакциями организма. Факторы эти могут быть механическими, термическими, химическими и специфическими (рентгеновские лучи, гамма-излучение, электричество, электромагнитные излучения). От степени и силы их воздействия зависит реакция организма: гиперемия, воспалительный процесс и т. д. или гибель клеток и тканей, непосредственно подвергшихся травме.

Разрушения, произведенные травмой в связи с местной и общей реакциями организма, обуславливают характер патологических процессов, развивающихся в организме. Различают травму о с т р у ю (однократную) и х р о н и ч е с к у ю (многократную). Острая травма действует внезапно с большей или меньшей силой, сразу производя те или иные изменения в организме пострадавшего. Травма хроническая действует медленно, при этом сила ее в каждом отдельном случае не настолько велика, чтобы сразу вызвать нарушения в организме, но, повторяясь изо дня в день и вызывая местную и общую реакции, хроническая травма в конце концов приводит к стойким изменениям в организме как местного, так и общего характера.

Здесь мы рассматриваем главным образом острую травму.

О с т р а я т р а в м а поражает обычно здоровый организм внезапно, неожиданно. От массы, локализации, быстроты и распространенности действия травмирующего фактора, с одной стороны, и от силы и быстроты ответной реакции организма — с другой, зависит степень поражения организма. Поражение это иногда ограничивается небольшой царапиной, ссадиной, ушибом, а иногда бывают обширное ранение, перелом, вывих, размозжение, отрыв конечности. Многое зависит от точки приложения, локализации самой травмы. Наряду с местными повреждениями в точке приложения травма обычно вызывает и общие нарушения функций организма.

В зависимости от тяжести и характера травмы общие реактивные расстройства организма могут быть временными (скоропреходящими) или глубокими (стойкими), вызывающими порой необратимые расстройства жизненно важных функций организма. Часто вслед за травмой наступают расстройства сознания, дыхания и нарушения сосудистой и нервной систем.

Потеря сознания свидетельствует о более или менее серьезном повреждении мозга: ушибе мозга, размозжении, сдавлении, сотрясении, внутричерепном кровоизлиянии, остром малокровии мозга, обмороке. Могут возникать асфиксия, затрудненное дыхание, одышка, коллапс, острая анемия, шок.

Ушиб — повреждение тканей и органов без нарушения целостности кожных покровов. При ушибе разрушается часть подкожного жирового слоя с его лимфатическими и кровеносными сосудами малого калибра, возникает различной величины кровоизлияние в ткани. При некоторых видах ушибов вследствие направления травмирующей силы под острым углом происходит отслойка кожи от фасций и апоневроза, иногда на значительном протяжении. Под кожей образуется скопление лимфы, напоминающее гематому, однако лимфатический экстрavasат никогда не достигает больших размеров. Если повреждающая сила действует медленно и продолжительно, возникает сдавление мягких тканей, что нередко вызывает стойкое расстройство функции органа. Например, при чрезмерном перетягивании конечности жгутом возможны стойкие изменения функции нерва, что влечет за собой параличи и парезы. При длительном сдавлении и сжатии обширных участков мягких тканей, чаще конечностей, развивается особый вид повреждения — *синдром сдавления*, или краш-синдром (травматический токсикоз).

Перелом — повреждение костных тканей. В ответ на повреждение кости возникают не только местные, но и выраженные общие изменения; нарушается гомеостаз. Общая реакция организма при этом называется *синдромом перелома*. Выделяют две фазы (стадии) синдрома. *Первая стадия* (катаболическая) — процессы распада доминируют над анаболическими изменениями; организм как бы создает условия для будущего процесса созидания. Катаболические реакции, не ограничиваясь местом повреждения, протекают во всех органах и системах, чем и обеспечивается перераспределение пластических и энергетических ресурсов организма. *Вторая стадия* (анаболическая) — катаболические процессы затухают, доминируют реакции синтеза как в области перелома, так и на расстоянии от него, в других органах и системах. Интенсивность и продолжительность катаболических и анаболических процессов обусловлены тяжестью повреждений, реактивностью организма,

возрастом пострадавшего и т.д. У лиц старческого возраста катаболические изменения протекают менее бурно и более продолжительно, чем у молодых.

В сложном механизме нейрогуморальной регуляции метаболизма важную роль играет щитовидная железа, гормоны которой стимулируют диссимиляторно-окислительную фазу обмена. Уже в первые часы после травмы функция щитовидной железы снижается под влиянием уменьшения секреции тиротропного гормона в гипофизе и резкого усиления выброса в кровь кортизона и АКТГ. О снижении функции щитовидной железы свидетельствуют уменьшение концентрации в крови белоксодержащего йода и поглощения щитовидной железой радиоактивного йода, увеличение выделения последнего с мочой. Сокращение образования тироксина щитовидной железой компенсируется его активацией на периферии избыточным содержанием гормонов надпочечников, что обуславливает усиление катаболических процессов.

Травма способствует угнетению секреции гонадотропных гормонов и подавлению инсулярного аппарата поджелудочной железы. В этот период определяется резистентная гипергликемия. Парентеральное введение инсулина не приводит к снижению уровня глюкозы в крови.

Для синдрома перелома костей характерно изменение белкового обмена. О резкой активности протеолиза в катаболическую фазу можно судить по высокому выведению азота с мочой. Азотурия при переломах значительно выше, чем при повреждениях мягких тканей. Суточная потеря азота при травме костей может достигать 25–30 г. Отрицательный баланс азота сохраняется в течение 2–3 нед, после чего он становится положительным (свидетельство преобладания синтеза протеинов). Смена отрицательного баланса азота положительным служит критерием перехода от катаболической к анаболической фазе синдрома перелома. Контроль за выведением азота позволяет уловить этот переход. Для синдрома перелома костей характерны гипопроотеинемия и гипоальбуминемия. Содержание альбуминов в крови снижается как в первые дни после травмы, так и к моменту образования костной мозоли.

Состояние белкового обмена в организме чрезвычайно важно для репаративной регенерации кости, так как процесс образования регенерата зависит от темпов восстановления полноценного белкового синтеза. Поэтому необходимо восполнять дефицит белков и их компонентов — аминокислот. Особенно резко повышается потребность в ациклических, содержащих серу аминокислотах — цистине и метионине. Поэтому во вторую фазу синдрома перелома целесооб-

разна диета с повышенным содержанием белков (до 190 г в сутки), включающая метионин (не менее 5 г в сутки) и цистин (3 г в сутки).

Параллельно с нарушением белкового обмена происходит изменение метаболизма других веществ. В катаболическую фазу в крови в 2 раза увеличивается концентрация липидов, резко повышаются активность липазы и содержание жирных кислот. Нарушаются обмен углеводов, витаминов, гликопротеидов и активность ферментов. Для начальных изменений при переломе характерна выраженная в той или иной степени деминерализация костей не только в месте перелома. В этот процесс вовлекаются в первую очередь соединения кальция. Общее количество кальция в сыворотке крови увеличивается в катаболическую фазу, т. е. в первые 2—3 нед. В анаболической фазе заметна разница в содержании кальция в венозной крови сломанной и здоровой конечности.

Биологическим критерием консолидирующего перелома является большее содержание ионов кальция в крови, оттекающей от места перелома, чем в венозной крови здоровой конечности. Этот признак предшествует рентгенологическому выявлению костной мозоли. Содержание фосфора в крови при открытых и множественных повреждениях костей значительно увеличивается в катаболическую фазу. Затем наблюдается быстрое снижение его концентрации в крови и увеличение в тканях.

Для синдрома перелома характерно заметное отклонение от нормы содержания в сыворотке крови некоторых микроэлементов. В катаболической фазе резко увеличено количество меди в сыворотке крови, содержание кремния и железа, наоборот, снижено. Количество алюминия в крови несколько снижается в первые дни катаболической фазы, а затем увеличивается. С наступлением анаболической фазы содержание алюминия начинает резко падать и уже через месяц после перелома становится вдвое ниже нормы, что обусловлено его утилизацией тканями регенерата.

При обширных повреждениях кости в значительной степени страдает свертывающая система крови, что может привести к нарушению функции жизненно важных органов, замедлению репаративной регенерации за счет микроэмболий сосудов регенерата в области перелома.

Разрушение белка при переломе кости приводит к развитию аутоиммунных процессов. Образованные комплексы антиген — антитело, адсорбируясь на поверхности клеток, изменяют их метаболизм и пролиферацию, что может повлиять на репаративную регенерацию кости [Юмашев Г.С., 1983].

Интерлейкин-2 (ИЛ-2) — лимфокин, выделяющийся Т-лимфоцитами после их стимуляции, служит медиатором пролифера-

тивного ответа Т-клеток на антигенные и митогенетические стимулы. Неспособность к синтезу необходимого количества ИЛ-2, как предполагают, является основой нарушения функции Т-клеток после тяжелой травмы и возможности развития сепсиса. Механизм возникновения этого дефекта иммунной системы при политравме не изучен. Регуляторами продукции ИЛ-2 являются ИЛ-1 и простагландин E_2 ($ПГЕ_2$). Последний освобождается из моноцитов при действии на них ингибирующего сигнала и вызывает усиление пролиферации Т-супрессоров, ингибирует пролиферацию Т-хелперов и В-клеток, препятствует взаимодействию моноцитов с Т-хелперами и снижает активность моноцитов. При ожоговой травме уровень $ПГЕ_2$ в сыворотке крови резко возрастает (до 30 раз) и увеличивается продукция $ПГЕ_2$ макрофагами. $ПГЕ_2$ повышает уровень цАМФ в лимфоцитах, что приводит к ингибированию митогенеза, уменьшению продукции лимфекинов, торможению цитолиза, опосредованного лимфоцитами, и торможению розеткообразования. Добавление ингибиторов циклооксигеназы (индометацин, ибупрофен) к клеткам, выделенным от здоровых и лиц с травмой, снижало синтез простагландинов и усиливало пролиферацию.

Е. Faist и соавт. (1987) показали, что у больных после тяжелых механических травм в период от 5-го до 10-го дня снижается до минимума (80% от нормы) продукция ИЛ-2. К 21-му дню после травмы синтез ИЛ-2 не отличается от нормы. Индометацин вызывал более выраженное повышение синтеза ИЛ-2 в клетках больных, чем здоровых, причем этот эффект нарастал от 1-го к 7-му дню. Продукция интерферона после травмы уменьшалась параллельно снижению уровня ИЛ-2, но не восстанавливалась индометацином. Посттравматическое снижение уровня циркулирующих моноядерных клеток восстанавливается к 7-му дню. Степень лимфопении прямо коррелировала с индексом тяжести травмы. К 10-му дню возникал кратковременный лимфоцитоз.

Фенотипированием установлено, что на фоне снижения уровня всех Т-клеток содержание Т-хелперов падает более выраженно, чем Т-супрессоров, и не восстанавливается к 21-му дню. С 1-го дня уменьшается число Т-лимфоцитов, способных к рецепции ИЛ-2. Стимулируемая фитогемагглютинином пролиферативная способность лимфоцитов в первые 10 дней после травмы понижена и коррелирует с синтезом ИЛ-2. Напротив, уровень моноцитов повышен уже в 1-й день, нарастает до 14-го дня и к 21-му дню остается повышенным. Одновременно возрастает способность моноцитов синтезировать $ПГЕ_2$, превышая на 5-й, 7-й и 21-й день нормальный уровень в 4 раза. Предполагают, что подавление синтеза ИЛ-2 после травмы вызвано двумя факторами: избыточным синтезом $ПГЕ_2$ моноцитами и

нарушением функциональной активности лимфоцитов вследствие их блокады или незрелости. Частичное восстановление синтеза ИЛ-2 индометацином позволяет надеяться, что блокада циклооксигеназного пути может быть способом иммуномодулирующей терапии больных с политравмой.

Обнаружены сходство патогенеза ожоговой и механической травмы в отношении иммунодепрессорного влияния избытка ПГЕ₂ на синтез ИЛ-2 и отличия: повышение уровня ИЛ-1 при ожоговой травме и его снижение при политравме.

Рана — это нарушение целостности покровов кожи, слизистых оболочек, которое может сопровождаться одновременным нарушением целостности глубоких тканей. Под *ранением* понимают совокупность открытых повреждений тканей и органов, составляющих полость раны (раневого канала) и сопровождающихся анатомическими разрушениями и функциональными расстройствами как местного, так и общего характера.

Ранение — понятие более широкое, чем рана. С каждым ранением связаны три основные опасности: 1) кровотечение; 2) возможность внедрения инфекции через нарушенные покровы; 3) нарушение анатомической и функциональной целостности тканей и органов.

Классификация ран хорошо известна из общей хирургии.

Восстановительный период после травмы протекает под постоянным контролем и влиянием центральной нервной системы (ЦНС). Этот период во многом напоминает обычный послеоперационный период, с той разницей, что случайная травма часто бывает гораздо тяжелее и серьезнее операционной травмы, так как она происходит неожиданно, а потому сопровождается психическим потрясением, однако организм пострадавшего обычно не истощен. В ряде случаев (открытые повреждения, раны) травма связана с внесением инфекции (уличная грязь и др.).

Патогенетическое обоснование применения низкоинтенсивного лазерного излучения в травматологии

Экспериментально показано [Инюшин В.М., Шibaев В.П., 1981, Гордеева С.И., Володина И.Л., 1989, Никулин А.А. и др., 1989; Kamikava K., 1988], что одной из причин физиологических эффектов низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) в видимом и ближнем ИК диапазоне (0,4 — 1,3 мкм) является неспецифическая структурно-пространственная альтерация основной метаболической среды организма — воды, биологических жидкостей. Эффект наблюдается не только в зоне облучения, но и во всем организме.

Эксперименты А. В. Иванова и соавт. (1989) позволяют считать универсальным механизмом биостимулирующего действия НИЛИ первичные фотоповреждения мембран клеток за счет генерации синглетного кислорода, усиливающиеся при повышении концентрации кислорода в тканях. Воздействие в течение 10 мин излучением с плотностью потока мощности около 10 мВт/см² вызывает обратимые изменения, более 10 мин — необратимые. Синглетный кислород является структурообразующим агентом: он нормализует кристаллогидратную структуру воды, что ведет к конформационной перестройке биомолекул и нормализации клеточного метаболизма [Захаров С.Д. и др., 1990].

Исследования нативной крови больных в острых состояниях (травмы опорно-двигательного аппарата, ожоги, краш-синдром, инфаркт миокарда, острые воспалительные заболевания органов брюшной полости и гнойно-септические их осложнения), проведенные И.З. Немцевым и В.П. Лапшиным (1992), показали, что при плотности потока мощности гелий-неонового лазера 10 мВт/см² восстановление примембранной водной структуры и деформируемости мембран эритроцитов достигалось в среднем за 6—7 мин облучения. Таким образом, терапевтическая доза лазерного облучения составляет в среднем 4 Дж/см² (средняя биодоза лазерного воздействия на кровь). Превышение индивидуальной биодозы постепенно ведет к угнетению функций эритроцитов.

Показано, что для получения эффекта большее значение имеет суммарная энергия экспозиции, чем длина волны излучения. При сравнении дозовых характеристик лазерного излучения с разной длиной волны необходимо учитывать различие в энергии кванта и особенности поглощения фотонов в тканях. Такая зависимость, как правило, наиболее характерна для неспецифических воздействующих факторов. Экспериментальные данные и клиническая практика показывают, что низкоинтенсивное лазерное излучение активирует системы неспецифической резистентности организма [Панасюк Е.Н. и др., 1989, Френкель И.Д., 1991].

Третичная структура белков некоторых биосистем, растворенных в воде, изменяется при облучении раствора с помощью гелий-неонового лазера (плотность мощности 20 мВт/см², время воздействия 3 мин) через час после окончания воздействия и возвращается к исходному состоянию через сутки. Через 3 нед белок самопроизвольно изменяет свою третичную структуру. Далее этот раствор снова подвергали облучению светом гелий-неонового лазера, при этом сразу после облучения зафиксированы значительные структурные изменения, сохранившиеся до 3 сут [Чудновский В.М., Ковалев Б.М., 1992].

Исследования А.В. Шапошниковой и Т.А. Линника (1992) показали, что облучение крови в открытой системе инфракрасным излучением полупроводникового лазера (длина волны 0,89 мкм, частота следования импульсов 150 Гц, экспозиция 20 мин) значительно улучшает кислородпереносящую функцию свежезабранной гепаринизированной крови и не оказывает положительного эффекта на эту же функцию консервированной крови длительного срока хранения. При экстракорпоральном облучении крови гелий-неоновым лазером агрегационная активность тромбоцитов дозозависимо уменьшается, превышение терапевтической дозы вызывает гемолиз [Плужников М.С. и др., 1992]. Внутривенное облучение крови с терапевтическими целями применяется в настоящее время довольно широко, но обладает недостатком — оно инвазивно. Поэтому закономерен интерес клиницистов к чрескожному неинвазивному воздействию на кровь в зонах проекции крупных сосудов.

Е.Б. Аникина и соавт. (1992) установили, что около 60% мощности лазерного излучения рассеивается жировой клетчаткой, в то время как эпидермис и стенка вены такого влияния не оказывают. При чрескожном лазерном облучении крови в зоне проекции кубитальной вены процент пропущенного излучения гелий-неонового лазера (для 75% случаев) составляет при контактном положении световода в среднем 1,7 и до 15 при небольшой компрессии кожи. Степень поглощения лазерного излучения коррелирует с глубиной залегания

сосуда, т. е. зависит от толщины дермы и подкожной клетчатки. Обширные кровоизлияния в подкожной клетчатке, фибротизация в сосочковом слое дермы, формирование тромба в просвете венозных сосудов способствуют активному поглощению и рассеиванию излучения. Все это необходимо учитывать при расчете терапевтических доз лазерного воздействия на кровь.

Одна из принципиальных проблем, важных для понимания механизма биологической активности НИЛИ и вызывающих многочисленные дискуссии, — выяснение роли таких специфических лазерных свойств, как монохроматичность, высокая степень поляризации излучения, когерентность. Таким образом, необходимо решить вопрос, являются ли наблюдаемые в различных экспериментах биологические эффекты, индуцируемые лазерным излучением, лазероспецифичными или они присущи любому нелазерному источнику света. Исследования В.А. Мостовникова и соавт. (1992), проведенные на монослое клеток почки обезьяны МА, показали, что воздействие линейнополяризованного излучения гелий-неонового лазера (в отличие от неполяризованного) в определенном интервале экспозиций и интенсивностей приводит к стимуляции функциональной активности клеток (способность к делению). Максимум стимулирующего эффекта получен при плотности мощности 3 мВт/см², экспозиции воздействия 5 мин и дозе 0,9 Дж/см². Для неполяризованного излучения в том же диапазоне интенсивностей (1—6 мВт/см²) фото-биологический эффект отсутствует. Лазерное излучение, прошедшее через световод длиной 20 м и диаметром сердечника 0,4 мм, полностью деполаризованно. Для получения фотобиологического действия необходимо деполаризованное излучение реполяризовать путем пропускания через поляризатор. В этом случае максимальное изменение функциональной активности клеток отмечается при плотности мощности 3 мВт/см² и времени воздействия 5 мин. Показано также, что поляризованное излучение гелий-неонового лазера (красный свет) вызывает активацию процесса, а поляризованное излучение гелий-кадмиевого лазера (синий свет) такой же интенсивности и экспозиции — ингибирование пролиферации клеток. При использовании неполяризованного излучения фотобиологический эффект отсутствует в том и другом случае.

Применение лазерного излучения в терапевтических биодозах отличается от традиционных методов лечения отсутствием побочного повреждающего действия на здоровые органы и ткани. Действительно, минимальная доза красного лазерного излучения, которая необходима для ответной реакции кожи и других здоровых тканей, составляет 14—20 Дж/см².

Таким образом, терапевтические биодозы лазерного воздействия (для красного излучения с длиной волны 0,63 мкм — до 4 Дж/см²) в несколько раз ниже порога возникновения реакции здоровых тканей, т. е. являются субпороговыми [Немцев И.З., Лапшин В.П., 1992].

А.И. Олесин и В.А. Лукин (1989) провели сравнительный анализ эффектов красного и ближнего ИК лазерного излучения в эксперименте на кроликах. Авторы установили, что при облучении венозной крови гипокоагулирующий эффект красного излучения (0,63 мкм) был значительно больше выражен, чем ИК излучения (0,83—0,89 мкм); доза более 3 Дж/см² вызывала гиперкоагуляцию и активацию перекисного окисления липидов (ПОЛ).

В экспериментах на животных В.И. Елисеенко (1992) показал, что при облучении перитонеальных макрофагов у мышей НИЛИ (0,63 и 0,89 мкм) происходит изменение активности их интерлейкин-1-продуцирующей функции. При оптимальных значениях дозы воздействия активность достигает 100%. Однако зависимость прироста данного показателя от дозы облучения носит немономонотонный характер, что требует дальнейшего изучения.

При регистрации электрических параметров седалищного нерва в эксперименте (мембранный потенциал, потенциал действия) было обнаружено, что облучение нерва в красном и инфракрасном диапазонах спектра приводит к гиперполяризации мембранного потенциала в первые минуты воздействия. Это соответствует блокированию проведения нервного импульса (аналгезирующий эффект). В дальнейшем происходит увеличение амплитуды потенциала действия и скорости его проведения на 10—15%, что может быть обусловлено улучшением нервной трофики тканей.

Ответная реакция больного организма на лазерное воздействие проявляется в улучшении микроциркуляции, активации неспецифических факторов защиты, клеточного и гуморального звеньев иммунитета и информативно-акцепторных связей, реализующихся в усилении ПОЛ, утилизации кислорода тканями, изменении мембранной проницаемости, окислительно-восстановительных процессов, метаболизма. В конечном итоге повышается репаративная функция тканей.

Диапазон разнообразных специфических эффектов биологической стимуляции (снижение местных воспалительных реакций и ускорение заживления ран, восстановление нарушенной гемодинамики и снятие локальных болей), наблюдаемых после сеансов низкоинтенсивной лазерной терапии, свидетельствует о возможности реализации лазерного воздействия через системы, интегрирующие адаптационные процессы. Одной из таких систем является диффузная эндокринная система. Располагаясь практически во всех органах и вы-

рабатывая жизненно важные биологически активные вещества (биогенные амины и пептидные гормоны), эндокринные клетки этой системы, функционируя в условиях взаимосвязи и взаимообусловленности, выступают в роли регуляторов гомеостаза. Конечным полезным результатом деятельности этих клеток является контроль за течением физиологических процессов.

Исследования В.В. Южакова и соавт. (1992), проведенные на животных, показали, что воздействие низкоинтенсивного инфракрасного лазерного излучения на зону проекции надпочечников вызывает ультраструктурные признаки активации эндокринных клеток-стимуляторов: G-, AL-, ECL-клеток. При этом отчетливо прослеживается последовательный фазный характер этой активации. Через сутки после воздействия активизируются клетки-ингибиторы (D-клетки, продуцирующие соматостатин), сдерживающие гиперфункционирование клеток-стимуляторов.

Локальный выброс серотонина, являющегося мощным сосудосуживающим агентом, из тучных клеток кожи, тромбоцитов крови и EC-клеток пищеварительного тракта приводит к рефлекторной реакции, направленной на преодоление спазма сосудов, и стабильной артериальной гиперемии органов или тканей, подвергшихся воздействию лазерного излучения. Наиболее стабильный и мощный эффект для клеток, продуцирующих норадреналин, зарегистрирован на частоте 100 Гц; для адреналинпродуцирующих клеток — на частоте 10 кГц. В диапазоне частот 10 Гц — 10 кГц интенсивность высвобождения серотонина носит дозозависимый характер.

Лазерное излучение изменяет баланс регуляторных пептидов как в тканях в зоне воздействия, так и в целом организме. При этом изменение уровня эндогенных опиоидов обеспечивает анальгетический эффект, изменение функционального состояния иммунокомпетентных клеток и регионарной микроциркуляции, а также активацию регенераторных процессов в поврежденных клетках и тканях [Курзанов А.Н., Фельдман Е.Б., 1989].

В.М. Пупыр и Н.Г. Самойлов (1990) в экспериментах на животных изучали действие низкоинтенсивного лазерного излучения с длиной волны 0,63 мкм на точки акупунктуры и рефлексогенные зоны. Авторы выявили усиление тонуса симпатической нервной системы (снижение ацетилхолинэстеразной активности и повышение частоты сердечных сокращений). Лазерная рефлексотерапия стимулирует рост мембранного потенциала в икроножной мышце и резко повышает работоспособность организма белых крыс (плотность потока мощности 25 мВт/см², экспозиция на зону 15 с, зоны воздействия: G14 и E36, паравертебрально Th_{XII}—L_{IV}). Рост мембранного потенциала всегда обеспечивает более быструю и активную реакцию

клетки на раздражитель; лазерная рефлексотерапия вызывала увеличение функциональных возможностей мышечной ткани. У крыс, которым проводили лазерную стимуляцию указанных зон до бега, увеличивалось время бега по сравнению с животными, стимулированными после бега.

Э.В. Луцевич и соавт. (1989) выделили две группы эффектов не разрушающего импульсного ИК лазерного излучения (длина волны 0,84 мкм, средняя мощность импульса 7 Вт при длительности его 50—100 нс) в хирургической клинике (при лечении ран, язв). Эффекты 1-й группы наблюдались в первые 5—10 ч после облучения. Они имеют рефлекторный характер и отчетливо проявляются при разовой дозе облучения не менее 0,01 Дж/см². При этом наблюдался кратковременный спазм капилляров, сменяющийся стойким их расширением и повышением кровенаполнения тканей, сдвиг рН тканевой жидкости в кислую сторону. Клинически эти эффекты могут выражаться гиперестезией в зоне облучения, увеличением отека, усилением болевого синдрома. Эффекты 2-й группы проявляются в течение нескольких суток после облучения: усиление репаративных процессов в зоне лазерного воздействия, ускоренный рост капилляров, повышение рН тканевой жидкости. Микроскопически наблюдается уменьшение отека ткани, купируется болевой синдром. Эффекты 2-й группы проявляются при значительно меньшей разовой дозе облучения — от 0,002 до 0,005 Дж/см². Отмечена обратная связь ранних и поздних эффектов лазерного облучения: при выраженных эффектах группы поздние эффекты отсутствуют или имеют негативный характер.

Лазерное воздействие на организм носит энергоинформационный характер. Частота модуляции (частота следования импульсов) оказывает влияние на биофизические или биохимические процессы (активность ферментов, стимуляция или угнетение синтеза ферментов), если она превышает 150 Гц. Частоты от долей герца до 160 Гц влияют на ритмы электроэнцефалограммы, синтез катехоламинов, интенсивность перекисного окисления липидов. Благодаря резонансному механизму действия на структуры мозга энергетическая составляющая лазерного воздействия на организм может быть очень малой [Буйлин В.А., 1990].

Низкоинтенсивные лазеры в травматологии

Многочисленные экспериментальные и клинические исследования, проведенные за последние три десятилетия отечественными и зарубежными учеными, показали, что эффективность НИЛИ в хирургии и травматологии близка к 100%. Это связано с тем, что при воздействии на поврежденные ткани происходят благоприятные для стимуляции репаративной регенерации местные (биофизические, биохимические, иммунные, цитохимические) и общие (нейроэндокринные, иммунные, рефлекторные) процессы [Аджимолаев Т.А. и др., 1979; Горбатенкова Е.А. и др., 1988; Александрова Л.А. и др., 1989; Карпов О.Э., Елисеенко В.И., 1992]. Курсовое лазерное облучение оказывает стимулирующее действие на метаболические процессы не только в непосредственно облучаемой ткани, но и в ЦНС, что выражается в активации энергетических и пластических процессов и снижении свободнорадикального окисления [Зубкова С.М. и др., 1983].

В травматологии НИЛИ используется как часть комплекса лечебных мероприятий, в котором на первом месте стоят неотложные хирургические и ортопедические методы и средства. НИЛИ является средством профилактики осложнений травм и операций, ускорения процессов саногенеза, реабилитации.

В эксперименте показано [Карпов О.Э., Елисеенко В.И., 1992], что для лечения ран с большой эффективностью можно использовать ультрафиолетовый (длина волны 0,337 мкм), гелий-неоновый (0,63 мкм), гелий-кадмиевый (0,44 мкм) и ИК (0,89 мкм) лазеры.

Применение НИЛИ только в послеоперационном периоде способствовало достоверному уменьшению послеоперационных осложнений в 2—2,5 раза, а прочность раны на разрыв уже на 4—5-е сутки была такой же, как в группе сравнения (животные, не получившие лазерной терапии) на 7-е сутки. Операционные раны, которые осложнились нагноением, после лазерного воздействия значительно быстрее очистились от гнойного экссудата и некроза. На 3—4 сут ранее, чем в группе сравнения, в ранах начала формироваться грануляционная ткань, а на 14-е сутки отмечалась картина полной по-

верхностной эпителизации соединительнотканного рубца. В группе сравнения к этому дню только формировалась грануляционная ткань, наблюдались отдельные очажки эпителизации. При послеоперационном облучении ран более заметный эффект получен при использовании УФ-лучей, ИК и гелий-неонового лазеров.

Облучение тканей операционной зоны перед оперативным вмешательством (1—3 сеанса) способствует уменьшению в 1,5—2 раза раневых осложнений, ускорению течения раневого процесса на 1—2 сут по сравнению с методикой только послеоперационного лазерного лечения. Большой эффект (для предоперационного воздействия) оказывают УФ-лучи и ИК лазерное излучение (достоверной разницы между ними не выявлено). У гелий-неонового лазера этот эффект почти отсутствует. Гистологические исследования показали, что при предварительном облучении преобладающим процессом является серозное воспаление, грануляционная ткань образуется на 2—4 сут быстрее, а эпителизация происходит на 5—7 сут раньше. Наибольший эффект получен при о д н о к р а т н о м предоперационном воздействии на операционную зону УФ-лучами или ИК излучением лазеров.

А.А. Гуляев и соавт. (1976) отмечали выраженное ускорение заживления асептических ран при облучении их с помощью гелий-неонового лазера мощностью 3 мВт (доза в сеанс 0,54 Дж/см²). Наблюдалось качественное изменение раневого процесса: редуцировалась дегенеративно-воспалительная фаза и происходило лучшее восстановление органоспецифичности ткани, утраченной в результате повреждения кожного покрова, с нормализацией ферментативной активности. Воздействие на рану излучения гелий-неонового лазера с плотностью мощности 0,04 Дж/см² в первые дни вызывает повышение проницаемости сосудов с увеличением в отпечатках количества эритроцитов и подавляет эмиграцию полиморфно-ядерных лейкоцитов, повышает обменные процессы в ране, о чем свидетельствует снижение в клетках подопытных крыс количества РНК и гликогена. Заживление раны ускоряется, уменьшается объем рубца и предупреждается развитие нагноения [Архангельский А.В. и др., 1976].

Подробно результаты экспериментального исследования терапевтических эффектов низкоинтенсивного излучения гелий-неонового и гелий-кадмиевого (синего) лазеров при лечении ран и переломов костей изложены в монографиях У.Я. Богданович и соавт. (1978), А.С. Крюк и соавт. (1986).

А.В. Шапошников и соавт. (1987) с помощью шарового фотометра изучали динамику коэффициента поглощения тканями раны и прилежащими кожными покровами при воздействии на рану излучением с длиной волны 0,63 мкм. Авторы рекомендуют использовать

следующие параметры воздействия: 1) при плотности мощности 0,5 мВт/см² и плотности поглощенной энергии 0,1 Дж/см² за 1 сеанс — 5—6 сеансов ежедневно; 2) при той же плотности мощности, но при плотности поглощенной энергии за 1 сеанс 0,5 Дж/см² — 3—4 сеанса. В первом случае среднее ежедневное сокращение площади раны составило 8—10%, в 1—5-й день лечения коэффициент поглощения в ране уменьшился в среднем на 25% при одновременном более раннем (на 2—3 дня) уменьшении этого показателя для прилежащей кожи; с 6—9-го дня лечения коэффициент поглощения не изменялся, а в ряде случаев даже значительно увеличивался (неблагоприятный фактор). Во втором случае изменения были сходными, но насыщение эффекта уменьшения коэффициента поглощения наблюдалось на 3—4-й день лечения.

Сравнивая эффективность лазерной терапии ран непрерывным излучением с длиной волны 0,63 мкм и импульсным с длиной волны 0,89 мкм, А.А. Миронюк и С.И. Харлампович (1987, 1989) установили следующее: ускорение заживления ран под воздействием НИЛИ с длиной волны 0,63 мкм обусловлено активизацией васкуляризации раны, процесс грануляции происходит преимущественно в центральной части раны, импульсное излучение с длиной волны 0,89 мкм нормализует регенераторные процессы в ране и более активно очищает рану, грануляции в большей степени активизируются с краев раны.

Об успешном применении магнитолазерной профилактики и терапии ран (импульсное или непрерывное ИК лазерное излучение с длиной волны 0,84—0,89 мкм, магнитное поле 25—40 мТл, сеанс длится 1—4 мин) сообщили Б.С. Брискин и соавт. (1987), В.Н. Мариничев и соавт. (1987), С.М. Смотрин и соавт. (1987), А.В. Филонов и Ю.В. Монаенков (1987). Б. С. Брискин и соавт. (1989) отмечают, что магнитолазерная терапия с помощью аппарата АМЛТ-01 (длина волны 0,81—0,88 мкм, общая мощность непрерывного излучения лазерных диодов 10 мВт, площадь излучения 2,5 см², магнитная индукция 35—40 мТл), которую начинали через сутки после операции: воздействовали на область послеоперационной раны через повязку в 4—5 слоев в течение 5 мин — позволяет снизить послеоперационные гнойные осложнения в 1,5 раза по сравнению с результатами обычного лечения.

Вопросы влияния различных факторов на консолидацию *переломов костей* до сих пор привлекают внимание исследователей, так как результаты лечения больных с переломами костей не могут еще полностью удовлетворить врачей. Проблема репаративной регенерации костных тканей при переломах не может считаться исчерпанной. В последние годы с увеличением тяжести травматизма

и числа больных с множественными и открытыми повреждениями костей лечение переломов приобретает большое социальное значение. Преобладание таких травм ведет к удлинению сроков лечения и возможности возникновения осложнений в виде замедленной консолидации и несросшихся переломов. В этом отношении наиболее уязвимыми являются диафизарные переломы костей голени, составляющие 18—25% от всех переломов костей, которые встречаются у поступающих на стационарное лечение [Каплан А.В., 1976]. Еще в 1939 г. Д.К. Языков указывал, что плохие результаты лечения этих больных составляют, по данным некоторых авторов, 79,6%. Такие переломы голени являются причиной инвалидности 62,2% больных [Манжуло Г.П., 1958]. Позже Н.А. Шугаров (1960) отмечал неудовлетворительные результаты лечения у 10—23% больных с переломами костей голени. По данным ЦИТО, больных с несросшимися диафизарными переломами костей голени было 82% из всех поступивших по поводу несросшихся переломов длинных трубчатых костей [Каплан А.В., 1976].

В.М. Инюшин и П.Р. Чекуров (1975) изучали влияние НИЛИ с длиной волны 0,63 мкм на регенерацию костной ткани в эксперименте на собаках (интенсивность излучения 12 мВт/см², экспозиция 1 и 10 мин). Они отметили, что костная мозоль развивалась значительно быстрее, чем в контрольной серии, полное заживление переломов происходило на 20—30 дней раньше; гистологически выявлялась более зрелая остеоидная ткань с полным восстановлением структуры кости. Н.В. Горпинко (1975) экспериментально показал, что НИЛИ с длиной волны 0,63 мкм стимулирует васкуляризацию и регенерацию костных гомотрансплантатов. У.Я. Богданович и М.Г. Каримов (1976) установили, что при мощности излучения 10—30 мВт костные дефекты искусственных переломов малоберцовой кости у кроликов полностью заполнялись в 75% случаев, в то время как в контрольной группе (без облучения) — только в 47% в сроки наблюдения от 30 до 60 дней. В.Н. Кошелев и соавт. (1973), Ю.М. Славутский и соавт. (1977) подтвердили эффективность НИЛИ в клинике при лечении переломов длинных трубчатых костей, осложненных замедленной консолидацией, и при несросшихся переломах.

Как известно, роль окружающих мягких тканей в процессе заживления переломов значительна, так как они в определенной степени обеспечивают снабжение питательными веществами консолидирующую кость [Приоров Н.Н., 1948; Дмитриева М.Л., 1952]. В связи с этим методика лазерной терапии предполагает воздействие НИЛИ на ткани вблизи перелома. Излучение направляют на область перелома через "окно" в гипсовой повязке размером 10—15 см спустя 5—7 дней после наложения повязки или аппарата Илизарова. При

наличии раневой поверхности повязку снимают и облучение производят после обычного туалета раны. В.Н. Кошелев и др. при лечении больных с замедленной консолидацией перелома успешно использовали импульсный лазер на азоте типа ЛГИ-21 (длина волны 0,37 мкм, плотность мощности 2 мВт/см², экспозиция до 12 мин, курс лечения 24—28 сеансов). Стимуляция мозолеобразования наблюдалась уже после 12—15 сеансов, у части больных — после всего курса. Это выражалось в более интенсивном "завуалировании" места перелома, а иногда и в увеличении периостальных наслоений, скрепляющих фрагменты. Образование костных балок и полное заполнение дефектов кости отмечали у этих больных в ближайшие 1—2 мес после лазеротерапии.

Минеральный обмен (по данным содержания кальция и фосфора в крови) находился в пределах физиологических колебаний. Активность щелочной фосфатазы у большинства больных оставалась на повышенном уровне, что свидетельствовало об активации клеточных структур, обеспечивающих мозолеобразование. Положительный эффект лазеротерапии был достигнут у 90% больных.

При анатомически правильном сопоставлении отломков и их полной неподвижности наблюдается благоприятное течение процесса костеобразования. Однако длительная иммобилизация способствует развитию контрактур смежных с переломом суставов, вазомоторно-трофических и других вегетативных расстройств, которые сами по себе требуют проведения восстановительной терапии несмотря на полную консолидацию перелома. Указанные осложнения обычно приводят к длительной нетрудоспособности и часто к временной, а иногда и стойкой инвалидности.

А.С. Крюк и соавт. (1986) использовали НИЛИ с длиной волны 0,44 и 0,63 мкм при лечении больных с косыми и винтообразными переломами костей голени в комплексной предоперационной подготовке их. Цель лазеротерапии — повышение устойчивости организма к неблагоприятным последствиям травмы и операции, достижение противовоспалительного и гипокоагуляционного эффектов. Лазерную терапию начинали со следующего дня после поступления больного в стационар, курс состоял из 4—5 ежедневных процедур (воздействие на область перелома и печени). Через 5—6 нед после операции проводили повторный курс лазерной терапии на область после операционного рубца и проекцию щитовидной железы (гормоны щитовидной железы влияют на рост и развитие хрящевой или костной ткани, изменяют скорость пролиферации клеток и способствуют минерализации органического матрикса). Переломы длинных трубчатых костей угнетают функцию щитовидной железы, что ведет к серьезным нарушениям репаративного остеогенеза. В области перелома и по-

слеоперационного рубца излучением гелий-неонового лазера воздействовали в 8 точках в течение 16—20 мин. В процессе терапии отмечалось болеутоляющее и противовоспалительное действие лазерного излучения. Через 1—2 сут после операции больные отказывались от наркотических анальгетиков, в то время как в контрольной подгруппе обезболивающие средства вводили в течение 3 дней. Наблюдалось уменьшение отека мягких тканей вокруг раны. Через 7—8 сеансов лазерной терапии многие больные отмечали приятное тепло после окончания процедуры в области перелома и часто засыпали на 1—1,5 ч крепким сном.

Лазерная терапия способствует также улучшению состояния мягких тканей, заживлению ран уже к концу курса лечения. Лазерное излучение с длиной волны 0,63 мкм позволяет улучшить функциональные результаты и уменьшить сроки нетрудоспособности на 13 дней по сравнению с традиционными методами. Уменьшается частота посттравматических осложнений.

Стимуляция остеогенеза с помощью стандартных физических методов в комплексе со скелетным вытяжением может быть использована только в специализированных клиниках при наличии подготовленных специалистов-физиотерапевтов. С этой точки зрения лазерная терапия является более удобным методом. Хирург, прошедший специализацию по лазерной медицине, при соблюдении соответствующих правил техники безопасности может проводить стимуляцию репаративного остеогенеза с помощью излучения лазера в любом травматологическом отделении. Это становится повседневной реальностью благодаря аппаратам лазерной терапии «Мустанг». Учитывая патогенез травматической болезни, целесообразно проведение лечебных мероприятий, воздействующих на все системы организма. Для решения этой задачи наиболее подходят АЛТ «Мустанг-био» и «Муравей», обеспечивающие оптимальное энергоинформационное воздействие на весь организм пострадавшего. Терапевтическая эффективность методик с применением этих аппаратов достигает 96%.

Далее приводятся ориентировочные схемы курсов лазерной терапии, показавшие высокую терапевтическую эффективность в нашей клинической практике. Описание вариантов применения различных лазеров поможет врачу оценить и максимально использовать возможности, заложенные в АЛТ «Мустанг» и «Муравей».

Методы лазерной терапии в травматологии

Развитие микрохирургии открыло новые перспективы в решении проблемы реплантации крупных сегментов конечностей (плечо, предплечье, кисть, бедро, голень). Конечная цель реплантации не только приживление конечности, но и по возможности полноценное восстановление ее функции. Однако функциональная реабилитация больных после реплантаций крупных сегментов конечностей сопряжена с большими трудностями, которые определяются не только тяжестью повреждения, но и рядом специфических особенностей, обусловленных как непосредственно травмой, так и восстановительными процессами в постреплантационном периоде [Matsuda et al., 1978]. Такие факторы, как механическое разрушение важнейших функциональных структур на большом протяжении, аноксия, длительный срок реиннервации, необходимость продолжительной иммобилизации после операции и др., определяют неблагоприятный прогноз восстановления функции реплантированных конечностей. Одной из характерных особенностей постреплантационного периода является обширная зона рубцового перерождения тканей поврежденной конечности. Она определяется не только большой площадью и глубиной ран, но и тем, что разрушающее действие травмирующего фактора не ограничивается областью его непосредственного воздействия, а распространяется по длиннику конечности. Точную границу повреждения тканей во время операции, как правило, определить не удастся, поэтому в послеоперационном периоде у больных нередко развиваются различные раневые осложнения вплоть до глубоких некрозов. Даже при первичном заживлении ран во время повторных оперативных вмешательствах нередко выявляют рубцовые изменения тканей далеко от зоны реплантации. Это определяет особую актуальность вопросов реабилитации больных данной группы, необходимость внедрения новых эффективных способов восстановительного лечения.

Р.О. Датиашвили и соавт. (1987) применили низкоинтенсивную лазерную терапию по нашей методике в комплексе реабилитации больных после реплантаций крупных сегментов конечностей. Это

была группа больных с тяжелыми повреждениями сегментов конечности при травме, длительными сроками аноксии реплантатов и другими факторами, серьезно отягощающими функциональную реабилитацию. Методика лазеротерапии заключалась в следующем. Применяли два гелий-неоновых лазера ЛГ-75 (длина волны непрерывного излучения 0,63 мкм) мощностью 12 и 18 мВт. Одна установка давала прямой луч, вторая — рассеянный зеркальной насадкой поток. Плотность мощности излучения в зонах, одновременно облучаемых двумя лазерами, была соответственно 10 и 1 мВт/см². В один сеанс длительностью от 3 до 6 мин облучали последовательно 2—3 пары зон послеоперационных рубцов (экспозиция на зону 1—2 мин). Нерасфокусированный луч направляли на участки наибольшего уплотнения и болезненности в рубце. Одновременно или после окончания этой процедуры проводили фотобиоактивацию зон акупунктуры базового рецепта ИК лазерным излучением (длина волны 1,3 мкм, плотность мощности 20—30 мВт/см², экспозиция на одну зону 20 с) с целью восстановления общего тонуса организма и иммунного потенциала, нормализации микроциркуляции и общей гемодинамики. Применяли непрерывное или модулированное излучение частотой 2,4 Гц. Гипсовые лонгеты перед процедурой снимали. Больным с глубокими ранами облучение проводили через марлевую повязку, у остальных больных повязки во время процедур снимали, время экспозиции при этом не меняли. Лазеротерапию проводили ежедневно 1—2 раза в день (интервал между процедурами 6 ч). За исключением пассивной и активной разработки суставов, других методов реабилитации при этом не использовали. Общий курс лечения составил 12—13 процедур или 20 процедур по схеме: 10 процедур ежедневно, перерыв 2 нед и еще курс из 10 процедур (лечение начинали через 1—6 мес после операции).

В результате лечения размягчились послеоперационные рубцы, исчез остаточный отек конечности, увеличился объем пассивных и активных движений в суставах пальцев от 5 до 30, восстановились температурная чувствительность и симметрия, исчезли боли в области послеоперационного рубца, возникавшие при движении. Уменьшились размеры и плотность невром срединного и локтевого нервов, образовавшихся в месте их соединения, болевая гиперестезия в пальцах кисти, улучшилось потоотделение, уменьшилась или исчезла сухость кожи.

Излучающая головка МЛО7 (длина волны 0,78 мкм, мощность излучения до 10 мВт), работающая с АЛТ «Мустанг», позволяет получить еще более высокие результаты. М е т о д и к а: экспозиция на одну зону 45—60 с (контактная методика), в один сеанс воздействуют на 4—6 зон. На курс 10—12 процедур.

С большим эффектом было применено ИК импульсное лазерное излучение при восстановительном лечении больных с *синдромом длительного раздавливания* в условиях стационара скорой помощи [Лапшин В. П. и др., 1989]. Состояние таких больных обычно тяжелое и характеризуется прогрессирующей интоксикацией, нарастанием сердечной недостаточности, снижением легочной вентиляции и развитием печеночно-почечной недостаточности. Традиционно набор средств и методов восстановительного лечения ограничивался вспомогательными дыхательными упражнениями для профилактики легочных осложнений и лечением положением в виде укладок и фиксации пораженных конечностей в физиологически выгодных положениях для профилактики контрактур суставов и перерастяжения мышц. Интенсификация двигательной активности в этот период недопустима. Чтобы обеспечить направленное воздействие на системы дыхания, кровообращения и гомеостаз средствами восстановительного лечения, необходимо использовать дополнительные методы.

Применялись традиционно используемые в работе реанимационного отделения вибромассаж грудной клетки (аппараты «Эльво» и «Элмас», частота колебаний платформы 50—100 Гц, амплитуда колебаний 3—5 мм), иглорефлексотерапия и лазерная терапия (длина волны 0,89 мкм, частота следования импульсов 80 Гц, средняя импульсная мощность на выходе излучателя 2—2,5 мВт): воздействовали на зоны акупунктуры меридиана легких, сердца и базового рецепта в течение 32 с на зону (до 6 в сеанс). На область печени воздействовали в течение 128 с при частоте 80 Гц. На фоне лазерной терапии отмечалось статистически достоверное увеличение жизненной емкости легких, ударного объема кровообращения, ударного индекса и минутного объема кровообращения по сравнению с аналогичными показателями у больных, которым не проводили лазерную терапию. Снижился уровень фибриногена, повысилась фибринолитическая активность (толерантность плазмы к гепарину существенно не изменилась). Курс лазерной терапии — 12 ежедневных процедур. Наиболее целесообразным является применение излучающей матрицы МЛО1К в режиме биосинхронизации («Мустанг-био») или АЛТ «Муравей».

Повреждения мышц могут быть как открытыми, так и закрытыми. Диагностика открытых повреждений не представляет особых трудностей. Нарушение целостности мышц выявляется при первичном осмотре и во время первичной хирургической обработки, тогда же восстанавливается и их целостность. Мышцы сшивают отдельными П - образными и узловыми швами. После операции проводят иммобилизацию гипсовой повязкой.

Более сложны для диагностики закрытые повреждения мышц. Они возникают либо в результате прямого действия тупой травмы, либо являются следствием резкого напряжения мышцы. Разрывы мышцы от резкого напряжения бывают у лиц старше 30 лет на фоне дегенеративного изменения мышц, вследствие чего мышца теряет свою эластичность, особенно при переходе в сухожильную часть. Под воздействием нагрузки потерявшая эластичность мышца разрывается, при этом разрыв наступает в области брюшка или, чаще, в месте перехода мышцы в сухожилие. Подкожный разрыв мышцы характеризуется внезапным появлением боли. Функция утрачивается или значительно снижается. Определяются подкожная гематома и западение в месте разрыва мышцы. На верхней конечности чаще всего повреждаются двуглавая, надостная, трехглавая мышцы плеча и мышцы предплечья. На нижней конечности встречаются подкожные повреждения икроножной и четырехглавой мышц. Известны повреждения самых разнообразных мышц: брюшных (прямая и наружная косая), большой грудной, подлопаточной, дельтовидной, длинной подошвенной, приводящих мышц бедра.

При частичном разрыве мышцы проводят консервативное лечение. Обычно накладывают гипсовую повязку в положении расслабления поврежденной мышцы. Применяют физиотерапию, а после снятия повязки — лечебную физкультуру. В случаях полного разрыва мышцы показано оперативное лечение — мышцу сшивают П-образными и узловыми швами. При разрыве в месте перехода мышечной части в сухожильную мышцу расслаивают и в нее вшивают оторванное сухожилие.

Лазерная терапия значительно ускоряет реабилитационный процесс в поврежденных мышцах после операции, значительно быстрее при этом восстанавливаются работоспособность и эластичность мышц. В нашей практике лазерное излучение (длина волны 0,67 и 0,78 мкм, мощность 10 — 20 мВт) успешно применялось при частичном разрыве икроножной мышцы у спортсменов без наложения гипсовой повязки и значительного ограничения двигательной активности спортсмена.

Методика лечения следующая. Через сутки после частичного разрыва мышцы начинали лазерную терапию: излучающую головку (например, МЛО7) устанавливали с легкой компрессией на торцы разорванной мышцы (2—4 точки) с экспозицией 1 мин. Обычно уже во время процедуры пострадавший отмечал уменьшение боли. После сеанса проводили лазерную рефлексотерапию по зонам базового рецепта, нормализующую психофизический статус больного, гемодинамику и иммунитет. После процедуры накладывали тугую повязку на поврежденную мышцу, которую сохраняли до следующей

процедуры. После первого сеанса лазерной терапии боли усиливались почти до исходного уровня через 4—6 ч. От сеанса к сеансу этот промежуток времени увеличивался, а интенсивность боли уменьшалась. К 5—7-й процедуре боли значительно ослаблялись, постепенно восстанавливалась функция конечности. Благодаря свойствам лазерного излучения стимулировать метаболизм, микроциркуляцию, синтез белков к концу курса лазерной терапии (12—13 процедур) происходило частичное восстановление дефекта мышечной массы в месте разрыва. Полностью процесс восстановления мышцы заканчивался через 2—3 нед после окончания курса лазерной терапии. В течение этого периода спортсмену рекомендовались щадящий режим двигательной и профессиональной активности, тугая повязка. При необходимости курс повторяли через 3 нед.

Повреждения сухожилий могут быть закрытыми и открытыми. Закрытые повреждения, т. е. без повреждения кожи (подкожные), характерны для сухожилий разгибателей, они могут наступать в результате резкого мышечного сокращения или от удара тупым предметом. Открытые повреждения сухожилий чаще наблюдаются при резаных и рубленых ранах. В этих случаях повреждение сухожилий может сочетаться с повреждением костей, сосудов, нервов. При полном разрыве сухожилия конец его, связанный с мышцей, ускользает по ее ходу. Со временем на нем образуется утолщение, нередко спаянное с сухожильным влагалищем.

Диагноз повреждения сухожилия ставят на основании нарушения функции соответствующей мышцы, деформации в ее области. Так, при повреждении сухожилия глубокого сгибателя пальцев кисти отсутствует активное сгибание дистальной (концевой) фаланги. При повреждении сухожилий поверхностного и глубокого сгибателей отсутствует активное сгибание как дистальной, так и средней фаланг. В то же время сгибание пальца в пястно-фаланговом суставе возможно благодаря функции червеобразных и межкостных мышц. Следует помнить, что при повреждении сухожилия поверхностного сгибателя функция пальца сохраняется за счет глубокого сгибателя пальцев. Повреждение сухожилия разгибателя пальца приводит к ограничению или отсутствию активного разгибания дистальной фаланги, палец при этом приобретает молоткообразную форму.

Оперативное восстановление функции мышцы при полном разрыве сухожилия может осуществляться подшиванием сухожилия, связанного с мышцей, к кости в месте прежнего прикрепления или в новом месте, пластикой сухожилия (тендопластика) или его сшиванием. В послеоперационном периоде применяется лазеротерапия. Лечение начинают на 2-е сутки после операции. Первые 3 процедуры — это воздействие на 2—3 точки в области травмы и шва по 40—

60 с на каждую с целью получения противовоспалительного, противоотечного и анальгезирующего эффектов (длина волны 0,89 мкм, излучающая головка ЛОЗ; мощность импульса 4—7 Вт или матрица МЛОИК на одну зону в течение 64 с). Сеансы можно повторять через 3—4 ч по той же методике. Курс лечения — 12 процедур.

Травматическим вывихом называется полное смещение суставных концов костей, при котором утрачивается соприкосновение суставных поверхностей в области сочленения. Вывих возникает вследствие травмы, сопровождающейся, как правило, разрывом суставной капсулы, связок. *Подвывихом* называют неполное смещение суставных поверхностей. Возникают вывихи в большинстве случаев вследствие не прямой травмы (падение с упором на разогнутую или согнутую конечность), а также в результате чрезмерного внезапного сокращения мышц, например при бросании гранаты, камня, резком движении во время плавания. Вывихнутой следует считать периферическую часть конечности. Однако существует исключение: вывих акромиального конца ключицы, вывихи позвонков. Эти вывихи называют по проксимально расположенной части. Свежим вывих считается в течение первых 2 дней, застарелым обычно принято считать вывих после 4 нед. Осложненные вывихи сопровождаются внутрисуставными или околоуставными переломами, повреждением магистральных сосудов, нервных стволов. Травматические вывихи составляют 1,5—3% от общего количества всех травм и являются тяжелым видом травмы, требующим нередко стационарного лечения. Обычно травматические вывихи наблюдаются у людей среднего возраста, чаще у мужчин. Вывихи у детей встречаются редко. Это объясняется тем, что у детей связочный аппарат довольно крепкий; у них чаще возникают эпифизеолизы и околоуставные переломы. Суставы верхних конечностей поражаются в 7—8 раз чаще, чем нижних. При вывихе не только травмируются расположенные рядом мышцы, но изменяются их длина и направление волокон, что вызывает выраженное рефлекторное сокращение одних групп мышц и растяжение других. Очень быстро после вывиха развивается мышечная ретракция, обуславливающая прочную фиксацию вывихнутой кости в порочном положении. Чем больше времени прошло после вывиха, тем сокращение мышц устойчивее и менее обратимо. Если вывих вовремя не вправлен, то в результате воспалительного процесса и последующего кровоизлияния суставная впадина заполняется рубцовой тканью и бескровное вправление вывиха становится невозможным. Иногда постепенно образуется новый сустав с новыми осями движения. Рентгенологическое исследование, которое необходимо при подозрении на вывих, позволяет уточнить диагноз,

установить точное положение суставных концов, наличие сопутствующего перелома или отрыва костной ткани.

Лечение травматических вывихов заключается в немедленном вправлении, удержании на месте вправленных суставных концов путем иммобилизации конечности и последующем восстановлении функции. Период реабилитации значительно ускоряется, количество осложнений уменьшается, если со 2-х суток после вправления вывиха проводят лазерную терапию с применением излучения гелий-неонового или полупроводникового лазеров. Воздействие производится на 2—4 болевые точки в области поврежденного сустава по 60 с на каждую. Воздействие ИК излучением АЛТ «Мустанг» или «Муравей» возможно через повязку при частоте импульсов 80—150 Гц и мощности 5—10 Вт с экспозицией на зону по 60 с. В первые 3 сут процедуры можно проводить 2—3 раза в день с промежутками 2—4 ч. Курс лечения состоит из 12—13 процедур. При значительном уменьшении болей назначают пассивную и активную лечебную физкультуру, лазерную физио- и рефлексотерапию на точки базового рецепта проводят раз в сутки.

У больных хирургического профиля часто возникают нервно-психические расстройства [Яремчук А.Я. и др., 1989], причем наиболее часто у мужчин. При излечении основного заболевания, уменьшении интоксикации и коррекции сдвигов метаболизма психотические явления обычно исчезают, и только у 2—3% больных остаются нарушения психики, требующие длительного лечения, изменения специальности или перевода на инвалидность.

Нервно-психические нарушения чаще всего кратковременны, проявляются астенией, эмоциональной лабильностью, снижением настроения, растерянностью, неуверенностью в благоприятном исходе заболевания и оперативного вмешательства. Больные обычно плохо спят, испытывают чувство страха в ночное время, страдают от навязчивых мыслей. Более тяжелые психические расстройства отмечаются у больных с обширными повреждениями, термическими поражениями и заболеваниями, сопровождающимися интоксикацией организма и нарушением водно-солевого, белкового, углеводного обмена.

Существует корреляционная зависимость между локализацией патологического процесса и характером нервно-психических расстройств. После операций на голове и глазном яблоке возникает делириозное расстройство, после операции на сердце — астенический, фобический и депрессивный синдромы. У больных с перитонитом и термическими поражениями кожи в начальной стадии, когда выражен болевой синдром, наблюдаются возбуждение, тревога, растерянность; с нарастанием интоксикации сознание изменяется по

типу делириозно-аментивного, затем возникают апатия, адинамия, безучастность. При повреждениях органов брюшной полости, мочеполовой системы часто возникают анорексия, тревога, бредовые идеи преследования, страх. После исчезновения симптомов шока у больных длительное время наблюдаются астения, эмоциональная неустойчивость, раздражительность, плаксивость.

Легкие формы нервно-психических расстройств не распознаются в связи с недостаточной компетентностью в этой области врачей-хирургов. Однако это необходимо учитывать при выработке конкретных/лечебно-профилактических мероприятий. Терапия (транквилизаторы, психотерапия, микстура Павлова, лазерная рефлексотерапия точек базового рецепта) проводится на фоне дезинтоксикационных мероприятий и коррекции метаболических нарушений; в тяжелых случаях назначают антидепрессанты, витамины С и группы В. Для лазерной физиотерапии наиболее целесообразно использовать АЛТ «Муравей» или проводить ее в биосинхронизированном режиме (АЛТ «Мустанг-био») на частотах 80—150 Гц. При проведении лазерной рефлексотерапии воздействуют на дополнительные точки ушной раковины (антистрессовая и др.), а также на точки меридианов мочевого пузыря, почек, сердца и др. (это решает врач-рефлексотерапевт в каждом конкретном случае) с частотой модуляции 150—160 Гц.

Проблема профилактики и лечения послеоперационных парезов эффективно решается также с помощью лазерной рефлексотерапии [Буйлин В.А., 1984, 1990]. Методика описана в методических рекомендациях и в специальной монографии [Козлов В.И., Буйлин В.А. и др., 1993].

При транспортировке травмированных и обожженных больных лазерное воздействие на зоны поражения производится через каждые 12—15 мин (мощность импульса 5—7 Вт при частоте 80 Гц, экспозиция на зону под излучающей матрицей 12 см² не более 16 с, в сеанс 4—6 полей, при следующей процедуре воздействие может производиться на другие поля) с помощью АЛТ «Муравей» или АЛТ «Мустанг-био» (матрица МЛО1К).

С целью усиления антистрессового эффекта лазерной терапии необходимо использовать АЛТ «Муравей» для воздействия на ушную раковину (экспозиция 16 с) каждые 2 ч (при каждом сеансе ушные раковины чередуют).

В объеме настоящего сборника нет возможности рассмотреть многочисленные виды и варианты травм, детали их лечения, но изложенный материал достаточен для врача, прошедшего специализацию по лазерной медицине, чтобы самостоятельно решать конкретные практические задачи лазеротерапии в травматологии.

Список литературы

- Богданович У.Я., Каримов М.Г., Краснощекова Е.Е.* Лазеры в травматологии и ортопедии. — Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1978. — 104 с.
- Буйлин В.А.* Полупроводниковые лазеры в комплексном лечении послеоперационных парезов кишечника: Автореф. дис... канд.мед.наук. — М., 1990.
- Гигинейшвили Г.Р., Домбровская И.И., Филина Т.М., Радзиевский С.А.* Применение синусоидальных модулированных токов различных локализаций воздействия для восстановления работоспособности высококвалифицированных спортсменов //Вопр.курортол.— 1993.— № 1.— С. 43—45.
- Датиашвили Р.О., Степанов Г.А., Литвин Г.Д. и др.* Использование лазера в реабилитации больных с реплантированными крупными сегментами конечностей//Хирургия. — 1987. — № 10. — С. 14—18.
- Егоров Ю.В., Бычков В.А., Пастенес М., Кириленко А.С.* Способ диагностики закрытых повреждений полых органов живота//Вестн. хир. — 1984. — № 8. — С. 125—127.
- Козлов В.И., Буйлин В.А.* Лазеротерапия. — Москва—Владивосток, 1992. — 164 с.
- Козлов В.И., Буйлин В.А., Самойлов Н.Г., Марков И.И.* Основы лазерной физио- и рефлексотерапии. — Самара—Киев, 1993. — 216 с.
- Корж А.А.* О некоторых прогрессивных и непрогрессивных тенденциях в лечении переломов//Вестн. хир. — 1984. — № 8. — С. 141—144.
- Кошелев В.Н.* Лазеры в терапии замедленной консолидации переломов костей: (Лазеры в клинической медицине)/Под ред. проф. С.Д. Плетнева. — М.: Медицина, 1981. — С. 192—200.
- Крюк А.С., Мостовников В.А., Хохлов И.В., Сердюченко Н.С.* Терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения. — Минск: Наука и техника, 1986. — 231 с.
- Курзанов А.Н., Фельдман Е.Б.* Гипотеза о возможном механизме действия низкоэнергетического лазерного излучения: (Лазеры и медицина. — Ч.3)// Материалы Международной конф. — М., 1989. — С. 140—141.
- Лапишин В.П., Литвин Г.Д., Ишмухаметов А.И. и др.* Применение инфракрасного лазерного излучения при восстановительном лечении

больных с синдромом длительного раздавливания в условиях стационара скорой помощи//Сов.мед. — 1989. — № 10. — С. 8—10.

Лупырь В.М., Самойлов Н.Г. Влияние лазеропунктуры на функциональные показатели организма млекопитающих //Радиобиология. — 1990. — № 5. — Т.30. — С. 671—674.

Луцевич Э.В., Урбанович А.С., Грибков Ю.И., Мельников В.К. Некоторые аспекты клинического использования неразрушающего импульсного лазерного излучения ближнего инфракрасного диапазона: (Лазеры и медицина. — Ч.3.)//Материалы Международной конф. — М., 1989. — С. 143—144.

Нагнибеда А.Н., Зайцев Е.И. Анализ причин летальности при дорожно-транспортных повреждениях (ДТП) и особенности их распознавания//Вест. хир.— 1984. — № 8. — С. 80—83.

Основы травматологии/ Под ред. В.В. Гриневской. — М.: Медгиз, 1952.

Перспективные направления лазерной медицины: Материалы Международной конф. Одесса 18—20 ноября 1992 г. — Москва—Одесса, 1992. — 588 с.

Полупроводниковые лазеры в биомедицине и народном хозяйстве// Сборник науч. трудов — Вып. № 1, 1987/Под ред. А.Р. Евстигнеева, А.К. Полонского. — Калуга, 1987. — 162 с.

Применение полупроводниковых лазеров и светодиодов в биомедицине и медицинском приборостроении //Сборник науч. трудов. — Вып. № 2, 1988/Под ред. А.Р. Евстигнеева, А.К. Полонского. — Калуга, 1989. — 155 с.

Применение лазеров в клинике и эксперименте/ Под ред. О.К. Скобелкина. — М., 1987. — 231 с.

Применение полупроводниковых лазеров в комплексном лечении послеоперационных парезов кишечника: Методические рекомендации/МЗ СССР, 1990. — 16 с.

Трубников В.Ф., Поляков Г.М., Попов И.Ф., Истомин Г.П. Лечение гнойных травматических гонитов//Вестн. хир. — 1984. — № 8. — С. 83—86.

Черток В.М., Коцюба А.Е., Зайченко В.В. Влияние лазерного излучения на тканевые базофилы: (Лазеры и медицина. — Ч.3.)// Материалы Международной конф. — М., 1989. — С. 190—191.

Юмашев Г.С. Травматология и ортопедия. — М.: Медицина, 1983. — 576 с.

Яремчук А.Я., Шпизель Р.С., Свирипа Е.В. Профилактика и лечение нервнопсихических расстройств у больных хирургического профиля//Клин. хир. — 1989 — № 1. — С. 41—43.

Basford J.R. Low-Energy Laser Therapy: Controversies and New Research Findings //Lasers In Surgery and Medicine. 9:1 — 5. 1989. —P.1—5.

Diaferia G. First evaluation of 760 nm laser beat on sports pain trauma //Laser Therapy. — 1994. — Vol. 6. — № 1. — P.56.

Faist E., Mewes A., Baker C.C. et al. Prostaglandin E₂ (PGE₂)-dependent Suppression of Interleukin (IL-2) Production in Patients with Major Trauma//J.Trauma. — 1987. — Vol.27. — № 8. — P.837—848.

Ohshiro T., Calderhead R.G. Low Level Laser Therapy: A Practical Introduction//John Wiley Sons. Chichester. — New-York Brisbane. Toronto. Singapore, 1988. — 180 p.

Оглавление

Введение.....	3
Патогенетические аспекты травмы.....	5
Патогенетическое обоснование применения низкоинтенсивного лазерного излучения в травматологии.....	11
Низкоинтенсивные лазеры в травматологии.....	17
Методы лазерной терапии в травматологии.....	23
Список литературы.....	31

Информационно-методическое издание

Виталий Александрович Буйлин

ПРИМЕНЕНИЕ АЛТ «МУСТАНГ» В ТРАВМАТОЛОГИИ

Редактор **М.Г. Фомина**

Изд. лицен. № 064617 от 3 июня 1996 г.

Подписано к печати 12.05.97. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2.5. Тираж 1000 экз.

Издательство ТОО «Фирма «Техника»
105037 Москва, а/я 106. Тел. 250-55-44.

Отпечатано в типографии «ВИТАПРЕСС ГРАФИКС»
Тел. 516-09-09.



ТЕХНИКА *Предлагает*
TECHNIKA

ПОРТАТИВНЫЙ ПРИБОР РЕЗОНАНСНОЙ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ «МУРАВЕЙ»

*Это решение
Ваших проблем со здоровьем!*

АЛТ «МУРАВЕЙ» предназначен для неинвазивной низкоинтенсивной лазерной терапии различных заболеваний в гинекологии, урологии, проктологии, сексопатологии, гастроэнтерологии, пульмонологии, кардиологии, стоматологии, ЛОР, неврологии, ортопедии, хирургии, ангиологии, спортивной медицине, а также в ветеринарии.

Высокая терапевтическая эффективность аппарата «МУРАВЕЙ» обусловлена резонансным воздействием на ритмическую деятельность центральной нервной системы и важнейших подкорковых структур головного мозга сериями коротких импульсов частотой 80 Гц, модулированных частотой 2,4 Гц (В.А. Буйлин, 1984, 1990; В.И. Козлов, В.А. Буйлин и др., 1994). Такое воздействие активизирует собственные противоболевые системы организма, иммунитет, создает седативный эффект и способствует стабилизации гемодинамики.

Телефоны для справок:

(095) 250-55-44, 254-69-01, 251-24-50;
факс: 254-99-04