

УДК: 615.849.19

ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЛЕЧЕНИИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ

А.А. Стенько, И.В. Кумова, И.Г. Жук

УО «Гродненский государственный медицинский университет»

Приводится обзор механизмов воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения на различных структурных уровнях и основных направлениях его применения для лечения и профилактики хирургической патологии.

Ключевые слова: низкоинтенсивное лазерное излучение, хирургическая патология.

The review of mechanisms of low level laser influence on different structural levels and main directions of its application in treatment and prophylaxis of surgical diseases is presented.

Key words: Low Level Laser Therapy, surgical diseases.

Прогресс медицинской науки и техники, клинической медицины в настоящее время в значительной степени определяется достижениями в области квантовой электроники. Возрастающий интерес медиков к оптическим генераторам (лазерам) обусловлен прежде всего неисчерпаемыми возможностями лазерного излучения. Уникальные свойства лазерного луча открыли широкие возможности его применения в различных областях: хирургии, терапии и диагностике [1, 2, 8, 14, 15]. Клинические наблюдения показали эффективность лазера ультрафиолетового, видимого и инфракрасного спектров для местного применения на патологическом очаге и для воздействия на весь организм.

В зависимости от характера взаимодействия лазерного света с биологическими тканями различают три вида фотобиологических эффектов [2]:

1. Фотодеструктивное воздействие - тепловой, гидродинамический, фотохимический эффекты света вызывают деструкцию тканей. Этот вид лазерного взаимодействия используют в лазерной хирургии.

2. Фотофизическое и фотохимическое воздействие, при котором поглощенный биотканями свет возбуждает в них атомы и молекулы, вызывает фотохимические и фотофизические реакции. На этом виде взаимодействия основывается применение лазерного излучения как терапевтического.

3. Невозмущающее воздействие, когда биосубстанция не меняет своих свойств в процессе взаимодействия со светом. Это такие эффекты, как рассеивание, отражение и проникновение. Этот вид используют для диагностики (например, лазерная спектроскопия).

Фотобиологические эффекты зависят от параметров лазерного излучения: длины волны, интенсивности потока световой энергии, времени воздействия на биоткани, а также исходного состояния организма и облучаемых тканей [7]. В лазеротерапии применяются световые потоки низкой интенсивности, не более 100 мВт/см кв. Поэтому такой вид лазерного воздействия называют низкоинтенсивным лазерным излучением (НИЛИ), в англоязычной литературе - Low Level Laser Therapy (LLLT). НИЛИ применяется в медицине в двух основных направлениях: при фотодинамической терапии (ФДТ) опухолей, где используется его поражающий эффект, а также для лечения широкого круга различных воспалительных заболеваний, имея в виду стимулирующий эффект НИЛИ.

Лазерная терапия имеет следующие особенности [1]:

1) мощность НИЛИ, необходимая для индикации его организмом, попадает в область нетеплового воздействия (диапазон длин волн 0,3... 1,55 мкм);

2) нормализующий физиологический эффект сохраняется и после прекращения этого воздействия; продолжительность сохранения эффекта возрастает от процедуры к процедуре, перекрывая в определенный момент время между процедурами;

3) лечебный эффект наблюдается в очаге патологии, хотя воздействие может производиться в отдаленной от очага зоне.

Фотобиологической активностью обладает свет в ультрафиолетовых, видимых и инфракрасных областях спектра. В основе фотобиологических процессов лежат фотофизические и фотохимические

кие реакции, возникающие в организме при воздействии света [2]. Фотофизические реакции обусловлены преимущественно нагреванием объекта до различной степени (в пределах 0.1-0.3 С) и распространением тепла в биотканях. Разница температуры более выражена на биологических мембранах, что ведет к оттоку ионов Na^+ и K^+ , раскрытию белковых каналов и увеличению транспорта молекул и ионов. Фотохимические реакции обусловлены возбуждением электронов в атомах вещества, поглощающего свет. На молекулярном уровне это выражается в виде фотоионизации вещества, его восстановления или фотоокисления, фотодиссоциации молекул, в их перестройке - фотоизомеризации.

Низкоинтенсивное лазерное излучение как взаимодействует с фоточувствительными клетками и комплексами [7, 10] (медьсодержащие окислительно-восстановительные ферменты, каталаза, цитохромный комплекс, перекисные радикалы, синглетный кислород, некоторые пигменты и др.), так и нарушает слабые взаимодействия в биологических системах. Сильные взаимодействия, определяющие цепное строение биополимеров, не нарушаются. Трансформация энергии возбуждения фоточувствительной клетки осуществляется путем внутримолекулярной конверсии, безизлучательной передачи энергии возбуждения другой молекуле и использования энергии возбуждения в фотохимических реакциях [14]. Предполагается, что действие лазерного излучения на ткани человека приводит к обратимому (неповреждающему) изменению пространственной конфигурации мембран клеток и молекул ферментов, что обуславливает изменение их регуляторных функций и, как следствие, функциональной активности клеток [1, 12].

Низкоинтенсивное лазерное излучение стимулирует метаболическую активность клетки. Стимуляция биосинтетических процессов может быть одним из важных моментов, определяющих действие низкоинтенсивного излучения лазера на важнейшие функции клеток и тканей, процессы жизнедеятельности и регенерации [4].

НИЛИ приводит к увеличению содержания в ядрах клеток человека ДНК и РНК, что свидетельствует об интенсификации процессов транскрипции (делений). Это первый этап процесса биосинтеза белков. В связи с этим возникает вопрос о запуске мутаций. Однако доказано, что частота хромосомных мутаций в клетках человека при воздействии НИЛИ уменьшается [10, 11].

НИЛИ стимулирует выработку универсального источника энергии АТФ в митохондриях, ускоряет скорость его образования, повышает эффективность работы дыхательной цепи митондрий [3]. В то же время количество потребляемого кислорода уменьшается. НИЛИ оказывает антиоксидантный эффект [11].

Изменения в микроциркуляции и оксигенации крови могут считаться наиболее подтвержденной реакцией организма на лазерное воздействие. Биологический эффект НИЛИ на систему микроциркуляции [1, 2, 3, 4] объясняется увеличением деформируемости эритроцитов и скорости кровотока, снижением спастических реакций микрососудов, особенно артериального звена, нормализацией проницаемости стенки микрососудов и ликвидацией отека, улучшением реологических свойств крови. Это обусловлено как фотореакциями гладкомышечных сфинктеров артериол, так и биологическими веществами, стимулированными лазерным излучением.

Обобщая данные современных исследований можно сказать, что НИЛИ вызывает активацию энергосвязывающих процессов в патологически измененных тканях с нарушением метаболизма, повышение активности важнейших ферментов, снижение потребления кислорода тканями с повышением фосфорилирующей активности митондрий, обогащением их энергией, усиление интенсивности гликолиза (образования гликогена) в тканях и другие.

Вторичные эффекты представляют собой комплекс адаптационных и компенсаторных реакций, возникающих в результате реализации первичных эффектов в тканях, органах и целостном живом организме [5, 7, 8, 10, 15]:

- ♦ противовоспалительный,
- ♦ обезболивающий,
- ♦ регенераторный,
- ♦ десенсибилизирующий,
- ♦ иммунокорригирующий,
- ♦ улучшение регионального кровообращения,
- ♦ гипохолестеринемический,
- ♦ бактерицидный и бактериостатический.

В настоящее время доказана высокая эффективность и безопасность низкоинтенсивного (не повреждающего биологические ткани) лазерного излучения в терапии различных заболеваний. Средние показатели терапевтической эффективности НИЛИ у сотен тысяч больных с различной патологией, в том числе и хирургической, по России и

СНГ за период 1990-2002 гг. составляют 78-95% [1].

Высокая терапевтическая эффективность НИЛИ показана в исследованиях у хирургических больных при лечении послеоперационных осложнений, анастомозитов, послеоперационных парезов кишечника, ран, ожогов, облитерирующих заболеваний сосудов конечностей и других хирургических заболеваниях [1, 8].

Лазерный свет ускоряет процессы регенерации, способствует уменьшению микрофлоры, рассасыванию инфильтратов, нормализации показателей крови и приводит, в конечном итоге, к заживлению ран. Излучение гелий-неонового лазера способствует очищению ран от микроорганизмов, ускоряет процессы репарации и эпителизации, нормализует показатели крови и существенно ускоряет заживление [2, 11]. Полученные в исследованиях данные свидетельствуют о том, что процессы созревания грануляционной ткани активнее проявляются в случае облучения раны НИЛИ. Наблюдается 2-3-дневное опережение процессов созревания грануляционной ткани по сравнению с контрольной группой, где клеточная реакция менее активна.

Таким образом, НИЛИ оказывает выраженное стимулирующее действие на процессы репаративной регенерации инфицированных ран, а следовательно, является эффективным средством лечения такой патологии [15].

Фотодинамическое воздействие обладает мощным бактерицидным эффектом, разрушая гнойно-некротический субстрат, стимулируя факторы роста (TGF- β , PDGF, sFGF) в результате воздействия на грануляционную ткань. Противомикробное фотодинамическое воздействие не убывает после длительного лечения локальных хронических инфекционных процессов. Бактерицидный фотодинамический эффект носит локальный характер и не оказывает влияния на состояние микробиоценоза.

Имеются два основных патогенетических направления действия фотонной энергии у больных с перитонитом: стимуляция моторной функции желудочно-кишечного тракта и оптимизация процессов репаративной регенерации брюшины. Достижимый положительный эффект объясняется сочетанием и суммацией местного и общебиологического воздействия инфракрасного лазерного излучения на организм. Местное действие лазерного луча заключается в увеличении активности энергосинтезирующих процессов клеток нервного аппарата

желудочно-кишечного тракта, которые являются точкой приложения факторов нейрогуморальной системы, а общебиологическое влияние опосредованно стимулирует высшие вегетативные центры регуляции симпатико-адреналовой системы.

Применение низкочастотного лазерного излучения наряду с традиционными методами лечения значительно улучшает ближайшие и отдаленные клинические результаты в проблеме острого панкреатита. Лазерная терапия резко уменьшает развитие деструктивных форм острого панкреатита, потенцируя действие препаратов [13].

Использование лазерного излучения в начальной стадии лизиса аутодермотрансплантата прекращает этот процесс с дальнейшим приживлением аутологоскута [6]. Непродолжительное воздействие лазерного света с определенными параметрами значительно усиливает процесс репарации (восстановления) структуры поврежденных клеток. Посредством активации репарирующих ферментов ускоряются циклы восстановления повреждений различных элементов структуры клетки, в том числе, и ее генетического материала. Важно, что все эти стадии репарации происходят перед репликацией ДНК (делением клеток) [9, 12]. При этом отмечается активация вялых грануляций с последующей эпителизацией без грубого рубцевания, т.е. ткань становится органоспецифической [6].

Для купирования реакции асептического воспаления и профилактики грубого образования рубцов в первые 2 недели после операции хороший эффект дает применение низкоэнергетического гелий-неонового лазерного излучения. Экспериментально установлено стимулирующее влияние лазеротерапии на процессы регенерации при заболеваниях и травмах периферических нервов. Низкоэнергетическое гелий-неоновое лазерное излучение выражено положительно влияет на репаративную регенерацию нерва [8].

В очаге воспаления лазерное излучение восстанавливает микроциркуляцию и улучшает отток жидкости из межклеточного пространства в кровеносные сосуды. Ключевая роль микроциркуляции в поддержании гомеостаза в тканях, а также в реализации эффекта воздействия на ткани и организм в целом различных экзо- и эндогенных факторов не подлежит сомнению [1].

Итак, эффективность лазерной светотерапии показана практически при всех рассматриваемых заболеваниях. Во многих работах отмечается, что данный метод превосходит по результативности

другие средства и способы, применявшиеся ранее для лечения указанных заболеваний. Беспрецедентная широта терапевтических эффектов и практическое отсутствие объективных противопоказаний свидетельствуют о том, что лазерное излучение не рядовой физиотерапевтический фактор. Это новый лечебный метод с большими потенциальными возможностями.

Таким образом, стимулирующее действие низкоинтенсивного лазерного излучения на активность важнейших ферментов является ключевым звеном механизма его терапевтической эффективности. Активация ферментов ведет к усилению биоэнергетических и биосинтетических процессов, стимуляции деления клеток, ускорению регенерации, повышению активности иммунной системы и, в конечном итоге, к наблюдаемому терапевтическому эффекту.

Лазерная терапия может проводиться как самостоятельный метод, так и в комплексе с медикаментозным лечением, в том числе гормональным и с методами физиотерапии. При этом необходимо иметь в виду, что в процессе лечения чувствительность организма к лекарственным средствам изменяется и появляется необходимость в уменьшении обычных дозировок иногда до 50%, а в ряде случаев и отказаться от них, в то время как к НИЛИ чувствительность не снижается даже при длительном использовании для лечения хронической патологии.

Проанализировав научную литературу по данной теме, можно сделать вывод, что применение НИЛИ в клинике для лечения и профилактики хирургических заболеваний и их осложнений является весьма перспективным и экспериментально обоснованным направлением современной медицины.

Литература

1. Буйлин В.А., Брехов Е.И., Брыков В.И. Низкоинтенсивные лазеры в хирургии: реальность и перспективы // *Анналы хирургии*. – 2003. - №2. – С. 8-10.
2. Буйлин В.А., Брехов Е.И., Брыков В.И. Низкоинтенсивное лазерное излучение в хирургии: успехи и перспективы // *Здравоохранение*. – 2002 #5 С. 57- 60.
3. Васильев А.П., Стрельцова Н.Н., Сенаторов Ю.Н. Эффективность лазеротерапии больных ишемической болезнью сердца / *Вопросы курортологии*. – 2003. - №4. – С. 10-13.
4. Веремейчик А.П., Гайдук В.С., Давыдов В.В., Бутвиловский В.Э. Морфологические изменения кожи морских свинок при аллергическом контактном дерматите и его лечении низкоин-

- тенсивным лазерным излучением // *Белорусский медицинский журнал*. – 2003. - №3. – С. 51-54.
5. Веремейчик А.П. Влияние лазеротерапии на активность ферментов антиоксидантной системы при экспериментальном аллергическом дерматозе // *Белорусский медицинский журнал*. – 2003. - №2. – С. 25-27.
 6. Вишневецкий Е.Л., Воздвиженский С.И., Казанская И.В., Гаткин Е.Я., Бирюков В.В., Банников В.М., Степанова Н.А., Коновалов А.К., Богданов А.Б. Использование низкоинтенсивного лазерного излучения при ряде хирургических заболеваний у детей // *Методическое пособие для врачей*. – Москва, ЗАО “МИЛТА-ПКП ГИТ”. – 2001.
 7. Вологовская А.В., Улащик В.С., Филипович В.Н. Антиоксидантное действие и терапевтическая эффективность лазерного облучения крови у больных ишемической болезнью сердца // *Вопросы курортологии*. – 2003. - №3. – С. 22-25.
 8. Гамалея Н.Ф., Рудых З.М., Стадник В.Я. Лазеры в медицине // Киев “Здоровья”, 1988. – 46с.
 9. Дунаев А.В., Корндорф С.Ф. Контроль поглощаемой в эпидермисе мощности излучения при низкоинтенсивной лазерной терапии // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2002. – Т.IX. - №4. – С. 63-65.
 10. Исмаилов Д.А., Агзамов А.И., Шукуров Б.И. Применение внутрисосудистого лазерного облучения крови в хирургии // *Вестник хирургии*. – 1995. - №4-6. – С. 128-130.
 11. Крюк А.С., Мостовников В.А., Хохлов И.В., Сердюченко Н.С. Терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения. – Мн.: Наука и техника, 1986. – 231с.
 12. Мостовников В.А., Мостовникова Г.Р., Плавский В.Ю., Плавская Л.Г. Параметры низкоинтенсивного лазерного излучения видимого и ближнего инфракрасного спектральных диапазонов, определяющие его биологическую активность и высокий эффект терапевтического действия // *Лазеры в биомедицине/Международная конференция: Тез. докл.* – Минск, 2002. – С. 24.
 13. Моторин А.А., Пухаев Д.А. Лазерная терапия в лечении острого панкреатита // *Лазерные технологии в медицине/ под редакцией д.м.н., профессора Стенько В.Г., - Материалы международной научной конференции*. – Гродно. – 2001. – С. 55.
 14. Саросек Ю.К. Применение низкоинтенсивного полупроводникового лазера “Узор” в хирургии // *Методические рекомендации*. – Гродно, 1991. – 38с.
 15. Применение лазеров в клинической медицине: Сб. науч. тр./ Харьков. Мед. ин-т. – Харьков, 1988. – 59 с.

Resume

THE APPLICATION OF LOW LEVEL LASER THERAPY IN TREATMENT OF SURGICAL DISEASES

A.A. Stenko; I.V. Kumova; I.G. Zhuk
The Grodno State Medical University

The analysis of the scientific literature devoted to mechanisms of low level laser influence on different structural levels and basic directions of its application in surgery provides a conclusion, that the given method is rather perspective and pathogenically proved and allows to treat surgical diseases effectively and prevent their complications.