

лечение способствует и улучшению микроциркуляции в параартикулярных тканях оперированного сустава.

Следующий вывод касается реабилитационных мероприятий и функционального режима. Поскольку значительное улучшение микроциркуляции происходит только на 2-м году после операции, комплекс реабилитационных мероприятий должен быть рассчитан на весь этот срок.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Goldic I. // Ein Symp. uber Thermographie (infrarot). — Kurstadt, 1971. — S. 1—10.
2. Woodrough R. Medical infra-red thermography: principles and practice. — London, 1982.

#### DYNAMICS OF THERMOGRAPHIC INDICES IN RHEUMATOID DAMAGE OF KNEE JOINT BEFORE AND AFTER MOBILIZING OPERATIONS

V.V. Trotsenko

Thermographic indices were studied in 35 patients, aged 23-56, with 3-4 stage rheumatoid damage of the knee joint before and after mobilizing operations. It was detected that local inflammatory process achieved its maximum and involved total joint structure in the stage of expanded development of flexor contracture. In ankylosis of the joint thermoradiation decreased abruptly and while the minimum weight-bearing function (fibrous ankylosis) was preserved thermographic indices were higher than in complete bone ankylosis. After surgical intervention thermoradiation increases abruptly that was stipulated by operative injury. During the next 2 years thermoradiation decreases but due to irreversible pathologic changes in the joint complete restoration never occurred. In late terms after mobilizing operations (5-9 years) the repeated increase of thermoradiation was observed and it was connected with the additional degenerative dystrophic process that was as a rule accompanied by secondary arthrosis. As after joint mobilization restoration of thermoradiation indices continued during 2 years, rehabilitation measures were recommended for that period.

© Коллектив авторов, 1996

Л.Н. Михайлова, С.В. Иванников,  
Н.П. Омеляненко

#### МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СУСТАВНОГО ХРЯЩА ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ

Центральный институт травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Москва

В эксперименте на 24 кроликах изучалось влияние лазерного излучения на суставной хрящ. Повреждающее воздействие лазерным лучом наносили на суставной хрящ коленного сустава и субхондральную

кость дистального конца бедра. Воздействию подвергали нагружаемую поверхность внутреннего мыщелка и ненагружаемую пателлофemorальную область. Все процедуры проводили в воздушной среде. Для определения степени повреждающего действия лазерного луча на окружающие ткани использовали максимальную рабочую мощность установки «Ламин-1» — 70 Вт. Животных выводили из опыта через 1, 2 и 3 нед после воздействия. Гистологические исследования показали, что лазерное излучение при использованной мощности установки эффективно и малотравматично рассекает суставной хрящ и субхондральную кость.

Механизм действия лазерного луча на биологические ткани основан на том, что энергия светового пучка резко повышает температуру на небольшом участке. В облучаемом месте температура при необходимости может быть повышена до тысячи градусов, что приводит к мгновенному сгоранию и испарению тканей на данном участке. При этом в окружающих тканях тепловое воздействие распространяется на очень небольшое расстояние (1—3 мм).

В 1963 г. А.А. Вишневецкий и С.Н. Брайнес впервые определили показания к применению лазерного излучения в хирургии; в 1967 г. С.Н. Брайнес и С.Ш. Харнас сообщили об использовании лазерной установки при хирургических вмешательствах на внутренних органах грудной и брюшной полостей [1].

В ортопедии современные хирургические CO<sub>2</sub>-лазеры впервые были применены для артроскопических процедур [4—6]. При этом свободный луч CO<sub>2</sub>-лазера доставляли к намеченным тканям, используя троакар большого диаметра, что осложняло манипулирование в полости сустава. В последующем для работы на кости были предложены эксимерные лазеры, но их излучение не может передаваться длительное время через существующие сейчас световоды [2].

Особенности биологического действия лазерного луча зависят от длины волны, длительности импульсов, мощности излучения, а также от структуры и свойств облучаемых тканей. В этом плане суставной хрящ и субхондральная кость изучены мало.

Нами была предпринята попытка использовать отечественную лазерную установку «Ламин-1» для нанесения локального повреждения на суставной хрящ и субхондральную кость. Данная установка имеет существенные преимущества перед другими отечественными и иностранными АИГ-неодимовыми хирургическими лазерами, так как дает возможность подводить к объекту как импульсное, так и непрерывное лазерное излучение, что обеспечивает эффективное рассеечение тканей.

Целью настоящей работы было изучение влияния лазерного излучения на суставной хрящ и субхондральную кость.

**Материал и методы.** Объектом исследования служил коленный сустав половозрелых кроликов породы шиншилла массой 2 кг. В работе использованы 24 кролика. На суставной хрящ коленного сустава и субхондральную кость дистального конца бедра с помощью установки «Ламин-1» наносили повреждающее воздействие лазерным лучом. Воздействию подвергали нагружаемую поверхность внутреннего мыщелка и ненагружаемую пателлофemorальную область. Все процедуры проводили в воздушной среде. Для определения степени повреждающего действия лазерного луча на окружающие ткани использовали максимальную рабочую мощность установки — 70 Вт. Животных выводили из опыта через 1, 2 и 3 нед после воздействия. При взятии на секции дистального конца бедренной кости ткани послойно рассекали до капсулы коленного сустава.

Для гистологического исследования материал фиксировали в нейтральном 12% формалине. Обезживание и заливку в целлоидин производили по общепринятой методике. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином и по Ван-Гизону.

**Результаты и обсуждение.** У всех кроликов мягкие ткани, окружающие сустав, имели обычный цвет, плотность и эластичность, капсулы суставов также не были изменены. Вскрытие сустава сопровождалось выделением небольшого количества (0,5 мл) неизменной синовиальной жидкости. При ревизии сустава в синовиальной оболочке, связочном аппарате и менисках патологических изменений не отмечалось.

При гистологическом изучении препаратов, полученных через 7 дней после лазерного воздействия, выявлено следующее. В нагружаемых участках образовавшийся дефект проходит через всю толщу суставного хряща до субхондральной кости (рис. 1, а). По внутренним краям дефекта имеются обуглившиеся остатки тканей. На дне его определяются скопления фибрина. В пограничных с дефектом зонах поверхность суставного хряща неровная и разрыхленная, находящиеся здесь хондроциты не обнаруживают привычного для них горизонтального расположения. В средних слоях хрящевой пластинки значительная часть хондроцитов подвергается дегенеративным изменениям: определяются некроз ядер, отсутствие хондроцитов в лакунах. В нижней части хрящевой пластинки выявляются пролиферирующие клеточные элементы.

В субхондральной костной ткани также имеются обуглившиеся участки. Сосудистые каналы костных балочек заполнены плазмоподобной жидкостью и эритроцитами. Часть просветов сосудистых каналов пуста. В непосредственной близости к месту повреждения сосудистые каналы сильно расширены, а в костной ткани лакуны не содержат

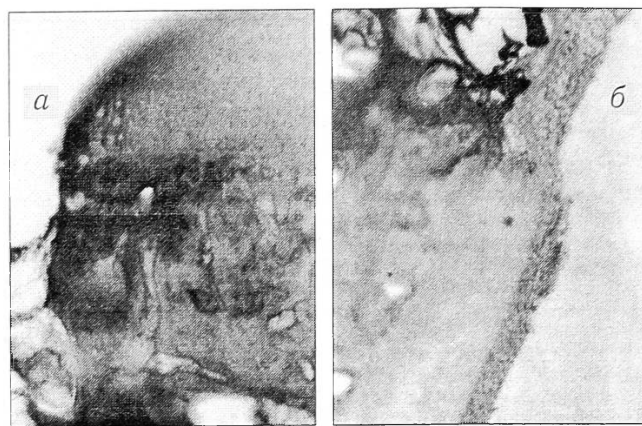


Рис. 1. Нагружаемый (а) и ненагружаемый (б) участки суставного хряща через 7 дней после воздействия лучом лазера.

Здесь и на рис. 2, 3: окраска гематоксилином и эозином, окуляр 7, объектив 8.

остеоцитов. Костномозговые пространства в этих местах расширены, в них обнаруживаются эритроциты, нити фибрина, обилие малодифференцированных клеток соединительнотканного характера.

В пограничных с дефектом зонах суставного хряща его ненагружаемые участки подвергаются тем же изменениям, что и нагружаемые. При этом количество изогенных групп хрящевых клеток в них несколько больше, чем в нагружаемых участках. Сам дефект заполнен грануляционной тканью, выходящей в виде клинообразных разрастаний на суставную поверхность. Субхондральная костная ткань имеет сходную морфологическую картину (рис. 1, б).

На 14-й день после лазерного воздействия в нагружаемых участках хряща по внутренним краям дефекта сохраняются небольшие остатки обуглившихся тканей. Дефект заполнен кровяным сгустком, в котором определяются фибриновые нити, эритроциты, малодифференцированные клетки соединительнотканного характера. Среди скоплений фибрина видны различной величины кисты, стенки которых формируются волокнистыми структурами фибрина. В пограничной зоне лазерного воздействия поверхность хряща такая же неровная, как и на 7-й день. На некотором расстоянии от пограничной зоны в среднем слое хрящевой пластинки видны округлые крупные хрящевые клетки. В нижних отделах суставного хряща определяются хондроциты с хорошо окрашенными ядрами. В субхондральной кости сохраняются деструктивные изменения (рис. 2).

В ненагружаемых участках по внутренним краям дефекта также видны немногочисленные мелкие обуглившиеся остатки тканей. Дефект заполнен грануляционной тканью, тонкие выросты которой выходят на поверхность суставного хряща.



Рис. 2

Рис. 2. Нагружаемый участок суставного хряща через 14 дней после воздействия лучом лазера.



Рис. 3

Рис. 3. Нагружаемый участок суставного хряща через 21 день после воздействия лучом лазера.

Пограничные зоны хряща содержат изогенные группы клеток, ядра которых хорошо окрашены. В субхондральной костной ткани сохраняются участки безостеоцитной кости. Сосудистые каналы костных балочек расширены, заполнены плазмоподобной жидкостью и клеточными элементами.

Через 21 день после лазерного воздействия в нагружаемых участках хряща в дефекте продолжают сохраняться небольшие остатки обуглившихся тканей (рис. 3). Полость дефекта заполнена клеточными элементами и волокнистыми структурами фибрина. В пограничной с областью воздействия зоне поверхность суставного хряща в основном ровная, неровность ее отмечается лишь по краю дефекта. Поверхностные слои суставного хряща содержат округлой формы хондроциты с хорошо окрашенными ядрами. В удаленных от пограничной зоны участках хондроциты имеют удлинненную форму и горизонтальное расположение. В нижних слоях пограничной зоны еще сохраняются единичные клеточные капсулы, не содержащие хондроцитов. Средние и нижние слои суставного хряща имеют крупные лакуны, в которых находятся молодые хондроциты. Ближе к субхондральной зоне наблюдается колончатое вертикальное расположение хрящевых клеток. Здесь же обнаруживаются изогенные группы хрящевых клеток.

В ненагружаемых участках в дефекте сохраняются частицы обуглившихся тканей. Полость дефекта заполнена клеточными элементами и волокнистыми структурами фибрина. Поверхность суставного хряща на всем протяжении от пограничной зоны воздействия ровная. Поверхностный слой содержит уплощенные клетки, расположенные горизонтально. В среднем и базальном слоях находятся крупные изогенные группы клеточных элементов. Костная ткань субхондральной зоны имеет такую же структуру, как и в нагружаемых участках.

Таким образом, лазерное облучение в воздушной среде с использованием максимальной мощности установки «Ламин-1» (70 Вт) обеспечивает эффективное рассеечение суставного хряща и субхондральной кости. При этом зона термического поражения вокруг дефекта ограничивается 0,8—1 мм. За пределами пограничной зоны все слои суставного хряща и субхондральная кость сохраняют нормальную архитектуру. Морфологические исследования свидетельствуют также, что наряду с деструктивными изменениями отмечается пролиферация клеточных элементов, знаменующая собой процессы репарации. Подобные результаты были получены и другими авторами [3, 7, 8], использовавшими различные типы контактных лазеров, способных работать в импульсном или непрерывном режиме.

Наши исследования позволяют считать, что лазерное воздействие при мощности установки 70 Вт является малотравматичным и дает широкие возможности при хирургических вмешательствах в травматологии и ортопедии.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Лазеры в клинической медицине. /Ред. С.Д. Плетнев. — М., 1981.
2. Lustmann J., Ulmansky M., Fuxbrunner A., Lewis A. //Lasers Surg. Med. — 1991. — Vol. 11. — P. 51—57.
3. Miller D.V., O'Brein S.J., Arnoczky S.S. et al. //Arthroscopy. — 1989. — Vol. 5, N 4. — P. 245—253.
4. Philandrianos G. //Amer. J. Arthroscopy. — 1992. — Vol. 11, N 3. — P. 7—12.
5. Smith J.B., Nance T. //Arthroscop. Surg. — New York, 1988. — P. 44.
6. Smith Ch.F., Joansen W.E., Vangness C.T. et al. //Clin. Orthop. — 1989. — N 242. — P. 43—50.
7. Vangness C.T., Abl Y., Nelson S. et al. //Sem. Orthop. — 1992. — Vol. 7. — P. 72—76.
8. Whipple T.L., Marotta T.J., May T.C. et al. //Lasers Surg. Med. — 1987. — Vol. 7. — P. 184—188.

#### MORPHOLOGIC CHANGES OF ARTICULAR CARTILAGE AFTER SURGICAL AFFECT BY LASER RAY

L.N. Mikhailova, S.V. Ivannikov, N.P. Omelyanenko

Influence of laser ray on the articular cartilage was studied in animal experiment (24 rabbits). Damaging affect of laser ray was directed to articular cartilage of knee joint and subchondral bone of the distal femur. Loading surface of internal condyle and nonloading surface of patellofemoral region were subjected to the affect of laser ray. All procedures were performed in aerial medium. For the detection of the value of laser damaging affect on surrounding tissues maximum working power of set «Lamin-1»- 70V was use. After laser affect the animals were killed on week one, two and three. Histologic examinations showed that under used power of the set laser affect effectively and maltraumatically dissected articular cartilage and subchondral bone.