



МОРФОЛОГИЯ. ПАТОЛОГИЯ



УДК 611-018.35:533.9

ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОЛОДНОЙ ПЛАЗМЫ НА СТРУКТУРУ СУСТАВНОГО ГИАЛИНОВОГО ХРЯЩА

А. Л. Жуликов, Д. А. Маланин, В. В. Новочадов, Л. Л. Черезов

*Кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии ВолГМУ,
Волгоградский научный центр РАМН и Администрации Волгоградской области*

Актуальной проблемой травматологии и ортопедии является лечение посттравматических и дегенеративных повреждений суставного гиалинового хряща (СГХ). Решение этой задачи реализуется путем дебридмента. Целью исследования являлось обоснование клинического применения холодноплазменной абляции для обработки поврежденных суставного гиалинового хряща. Полученные результаты свидетельствовали о сглаживании неровностей суставной поверхности, вызывая уплотнение структуры коллагенового матрикса. Воздействие холодной плазмы не вызывало нарушения структуры СГХ далеко за пределами воздействия, а также не вызывало нарушения структуры субхондральной кости. Результаты проведенного эксперимента позволили рекомендовать данный метод к применению.

Ключевые слова: радиочастотная энергия, суставной хрящ.

Актуальной проблемой в травматологии и ортопедии уже много лет остается лечение посттравматических и дегенеративных повреждений суставного гиалинового хряща. Трудности решения ее в клинической практике обусловлены, прежде всего, несовершенством биологических процессов репаративной регенерации хрящевых повреждений. Кроме этого принимается во внимание необходимость точного восстановления анатомической формы суставных поверхностей, обеспечивающего их полное биомеханическое соответствие [1, 3, 9].

Последнее условие в клинической практике, как правило, реализуется путем проведения обработки суставных поверхностей или так называемого дебридмента. В основе этой манипуляции лежит удаление нежизнеспособных и поврежденных участков гиалинового хряща (хондрэктомия), вызывающих различные механические нарушения во взаимодействующих между собой отделах сустава. Совершенствование техники хондрэктомии в последние годы связывают с развитием «бесконтактного дебридмента» холодной плазмой. Отдельные положительные эффекты воздействия холодной плазмы на поврежденный гиалиновый хрящ, позволяющие предположить преимущества этой методики по сравнению с механическим и лазерным дебридментом, находят подтверждение в отдельных экспериментальных и клинических работах [7, 8, 12].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Обосновать клиническое применение холодноплазменной абляции для обработки поврежденных суставного гиалинового хряща.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование включало изучение в эксперименте структурных изменений в нормальном и пораженном дегенеративным процессом гиалиновом хряще после холодноплазменной абляции с использованием разных режимов и техники выполнения.

Материалом для исследования послужили костно-хрящевые блоки, полученные интраоперационно в качестве утильного материала после операций по эндопротезированию тазобедренного сустава, а также после ампутаций, не связанных с заболеваниями и травмами коленного сустава. Препараты хранили в физиологическом растворе NaCl при температуре от 0° до +2° не более одних суток. Предупреждая структурные изменения гиалинового хряща, эксперимент проводили не позднее 1—2 суток с момента получения материала.

В эксперименте использовались несколько режимов и способов воздействия на суставные поверхности холодной плазмой. В связи с этим костно-хрящевые блоки были разделены и маркированы на 6 соответствующих зон (рис. 1). Обработку по выделенным зонам осуществляли в прозрачной емкости с физиологическим раствором бесконтактным и контактным способами биполярным радиочастотным электродом «Paragon T2» аппарата «Atlas» (ArthroCare, США) в шести режимах [8, 10]. Два способа обработки суставных поверхностей подразумевали линейное воздействие и воздействие, подобное художественной кисти со скоростью 3—4 мм/с.

Подготовленные для гистологического исследования препараты фиксировали в 10 %-м растворе формалина, декальцинировали Трилоном Б с проводкой материала по спиртам возрастающей плотности и окрашивали гематоксилином и эозин по ван Гизону, изучали микроскопически, выполняли морфометрию.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Современные способы дебридмента — механический, лазерный и холодноплазменный, применяемые при наличии поверхностных и глубоких повреждений суставного гиалинового хряща, основаны на устранении механических нарушений непрерывности суставных поверхностей, аккуратном сглаживании неровностей, разволокнений, удалении свободно отделяющихся и нефиксированных фрагментов или локутов хряща, препятствующих нормальной функции и поддерживающих воспалительный процесс [4, 5].

Однако нельзя с уверенностью сказать, что механическое сглаживание поврежденной суставной поверхности при помощи артроскопических инструментов или обработка ее ротационным ножом — артрошейвером, позволяет достичь значительной однородности и гладкости. Согласно ряду исследовательских работ, механический дебридмент способен усилить разволокнение хряща и вызвать некроз хондроцитов. Механическое воздействие на такие повреждения нередко приводит к прогрессированию дегенерации, вследствие грубого нарушения архитектуры коллагенового матрикса-защитной системы хондроцитов [11].

Широкое клиническое применение лазерного дебридмента, основанного на фототермическом эффекте, ограничивается существенным риском термического повреждения здорового хряща и субхондральной кости [2, 6, 10].

Современные технологии в области эндоскопической хирургии суставов не так давно обрели новое направление, основанное на использовании холодной плазмы. Перспективы достижения точного и локального воздействия на пораженные очаги мягких тканей с целью их удаления, сопровождающегося сглаживанием и аморфным склеиванием, выглядят весьма привлекательно для использования при обработке повреждений суставного хряща. Однако, несмотря на более широкое внедрение радиочастотной абляции в клиническую практику, следует признать, что многие вопросы остаются недостаточно изученными, а экспериментальное и клиническое обоснование пока не достигло высокого уровня [7, 8, 12].

Представленное исследование направлено на изучение структурных преобразований в тканях нативного и пораженного дегенеративным процессом гиалинового хряща, возникающих при воз-

действии холодной плазмы в различных режимах и вариантах технического выполнения, многие из которых уже применяются в артроскопической хирургии.

Следует отметить, что исследование проводилось с использованием радиочастотного аппарата последнего поколения «Atlas» (ArthroCare, США), позволяющего, в отличие от других известных генераторов, создавать в электролите холодную плазму при наименьшей температуре (50—55 °С). Этот фактор рассматривали как критический в свете существующего риска чрезмерно глубокого термального повреждения обрабатываемых тканей. Немаловажное значение имела и специальная форма электрода «Paragon T2» (плоская, кольцевидная), обеспечивающая более точное и контролируемое воздействие на область повреждения суставной поверхности.

Полученные в ходе исследования результаты свидетельствовали о том, что холодноплазменная обработка приводит к сглаживанию неровностей суставной поверхности при повреждениях гиалинового хряща. Визуальный эффект сглаживания нередко был малозаметен без специальных средств увеличения (рис. 1).



а



б

Рис. 1. Внешний вид головки бедренной кости косто-хрящевых блоков (утильный операционный материал): а — с нанесенными зонами для различных режимов холодного дебридмента; б — после холодноплазменной обработки

Напротив, при микроскопическом исследовании образцов устранение неровностей поврежден-

ного гиалинового хряща становилось очевидным. Среди режимов воздействия радиочастотного электрода наиболее эффективными показали себя 5—7-й режимы, которые в наибольшей степени соответствовали решению основных задач исследования. Режимы работы электрода 1—3-й не обеспечивали достаточного уровня сглаживания повреждений суставной поверхности, а 8-й режим характеризовался более глубокими структурными изменениями и коагуляционным некрозом поверхностной зоны гиалинового хряща (рис. 2).

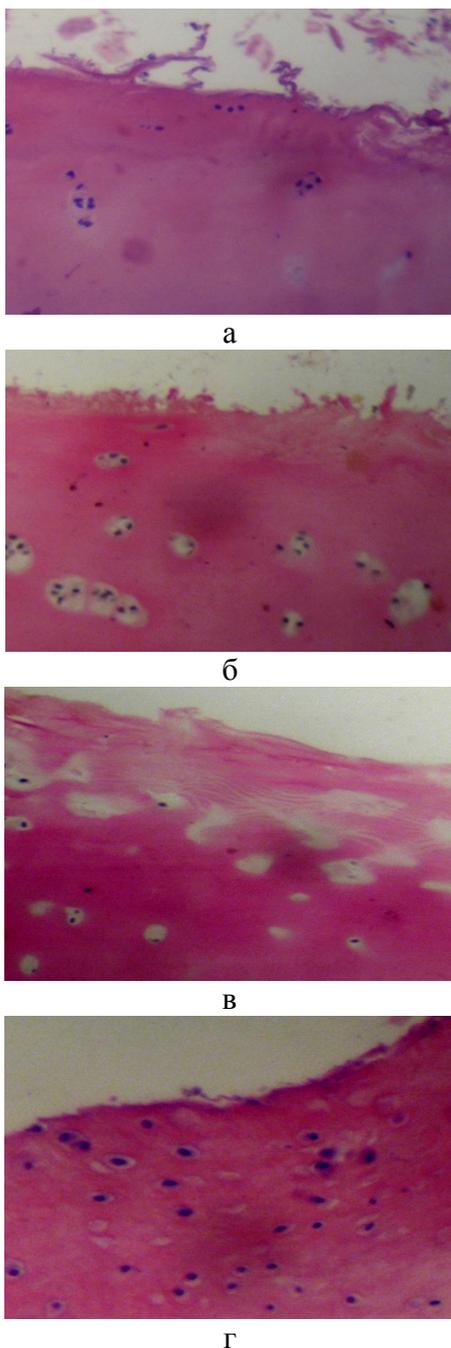


Рис. 2. Морфологическая картина гиалинового хряща при использовании контактного способа (инструмент — «кисть») при различных режимах обработки: а — 1; б — 3; в — 5; г — 7. Окр. гематоксилином-эозином. Ув. 180.

Биологическим результатом воздействия холодной плазмы на гиалиновый хрящ являлось уплотнение структуры коллагенового матрикса за счет его аморфного склеивания. Холодноплазменная обработка не вызывала глубокого нарушения структуры гиалинового хряща — даже при субмаксимальных режимах работы биполярного радиочастотного электрода, повреждение ткани не распространялось глубже переходной зоны, что составляло в абсолютных величинах не более 1—2 мм (рис. 3).

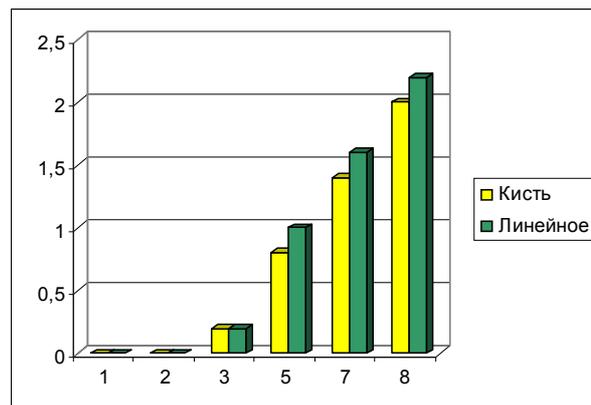


Рис. 3. Средняя толщина слоя коагуляции поверхностных слоев хряща при холодном дебридменте: по оси абсцисс — режимы прибора; по оси ординат — глубина коагуляции (мм)

При обработке холодной плазмой субхондральной кости полнослойных дефектов гиалинового хряща каких-либо структурных изменений костной ткани на микроскопическом уровне не наблюдалось.

Сравнительные морфологические исследования образцов с нормальным и дегенеративно поврежденным гиалиновым хрящом подтвердили предварительное заключение о необходимости применения, при обработке последнего, более щадящих режимов работы радиочастотных электродов. Отсутствующие или в значительной степени утраченные поверхностная и переходная зоны не защищали более глубокие слои ткани от разрушающего действия холодной плазмы.

При использовании хирургической техники холодноплазменного дебридмента большое внимание уделяется обсуждению преимуществ и недостатков контактного и бесконтактного способов обработки суставной поверхности. Полученные результаты показали, что бесконтактное воздействие приводило к меньшему повреждающему эффекту по сравнению с контактным способом. При этом сглаживающий эффект при использовании обоих способов мало отличался друг от друга.

Сравнительная гистологическая оценка двух наиболее распространенных форм обработки суставной поверхности — линейного воздействия и воздействия по типу художественной кисти — не

подтвердила существенных различий по показателям сглаживания дефектов и глубины повреждения ткани гиалинового хряща. Представляется, что выбор формы обработки может определяться характером повреждения, его локализацией и предпочтением хирурга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного экспериментального исследования позволили сделать следующее заключение:

- применение холодноплазменной абляции повреждений гиалинового хряща не имеет высокого риска для нарушения жизнеспособности и структуры окружающих здоровых тканей при использовании бесконтактного способа обработки, даже в субмаксимальных режимах работы радиочастотного электрода;

- контактный способ обработки повреждений гиалинового хряща чреват развитием термального некроза окружающего и подлежащего здорового хряща и субхондральной кости;

- хондрэктомия с помощью радиочастотного электрода отличается точностью воздействия с достижением сглаживающего эффекта, подтверждающегося на микроскопическом уровне;

- изменение структуры гиалинового хряща после обработки его холодной плазмой характеризуется уплотнением коллагенового матрикса за счет его аморфного склеивания;

- достигаемый результат обработки повреждений гиалинового хряща не зависит от формы воздействия электродом на суставную поверхность;

- наиболее эффективными и безопасными для обработки повреждений гиалинового хряща мож-

но считать 5—7-й режимы работы радиочастотных электродов;

- при обработке выраженных и глубоких дегенеративных повреждений гиалинового хряща целесообразно использовать более щадящие режимы работы радиочастотного электрода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лаврищева Г. И., Оноприенко Г. А. Морфологические и клинические аспекты репаративной регенерации опорных органов и тканей. — М.: Медицина, 1996. — 206 с.

2. Bonutti P. M., Gray T. J., Stewart D., et al. // *Arthroscopy*. — 1998. — № 2 (Suppl. 1). — P. 33.

3. Buckwalter J. A. // *Clin. Orthop.* — 2002. — № 402. — P. 21—37.

4. Ewing J.W. // *Articular cartilage and knee joint function: basic science and arthroscopy*. — 1990. — P. 137—145.

5. Jackson R. W. // *Operative arthroscopy*. McGinty J. B. (Eds.). — Williams & Wilkins, 2003. — P. 316—323.

6. Fink B., Schneider T., Braunstein S., et al. // *Arthroscopy*. — 1996. — № 12. — P. 217—223.

7. John W. U. // *Sports Med. Arthroscopy Rev.* — 2003. — Vol. 11, № 4. — P. 122—126.

8. Lu Y., Edwards R. B., Cole B. J., et al. // *Am. J. Sports Med.* — 2001. — Vol. 29. — P. 42—49.

9. Mandelbaum B. R., Mora S. A. // *Articular cartilage lesions*, 2004. — P. 35—46.

10. Manil-Varlet P., Monin D., Weiler C., et al. // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 2001. — Vol. 83. — P. 566—571.

11. Schmid A., Schmid F. // *Am. J. Sports Med.* — 1987. — № 15. — P. 386—387.

12. Turner A. S., Tippet J. W., Powers B. E., et al. // *Arthroscopy*. — 1998. — Vol. 14. — P. 585—591.