

НОВЫЕ МЕТОДЫ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ И КЛИНИКЕ

УДК 617.572:616-001.6-053.82

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ХОЛОДНОПЛАЗМЕННОЙ АБЛАЦИИ В ТРАВМАТОЛОГИИ И ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ ХИРУРГИИ

А. Л. Жуликов, Д. А. Маланин

Кафедра травматологии, ортопедии и ВПХ ВолГМУ, ВНИЦ РАМН и АВО

Аннотация: авторами представлено подробное описание становления и сущности метода холодноплазменной абляции, определены направления и перспективы его применения в различных направлениях хирургии.

Ключевые слова: метод холодноплазменной абляции.

Физики назвали плазмой особое состояние ионизованного газа. Физическая плазма – это смесь заряженных частиц, в которой суммарный отрицательный заряд частиц численно равен суммарному положительному заряду. Диаметр струи плазмы составляет около миллиметра, длина ее – 3-20 мм. Плазма легко рассекает мягкие ткани, одновременно заваривает стенки сосудов, идеально дезинфицирует операционное поле. В медицинской практике используются плазменные хирургические установки, позволяющие осуществлять хирургическое вмешательство путем воздействия на биологическую ткань потоком плазмы, генерируемой миниатюрными плазмотронами. Такие плазменные генераторы характеризуются только “жестким” воздействием, разрушающим биологические ткани при температуре плазмы 5000–7000°C, что ограничивает их широкое применение в медицине. В связи с этим возникла необходимость в изобретении аппаратов с температурой плазмы, которая позволяла бы проводить более бережную работу с биологическими тканями. В 1980-м году американские ученые Hira Tharpliyal и Phil Eggers начали разработки в области многоконтактных электродов для применения в травматологии, кардиологии, хирургии ЛОР-болезней и других областях медицины (хирургии, гинекологии, нейрохирургии) [1]. Через 15 лет напряженной работы был создан первый промышленный образец установки, способной создавать “холодную” плазму, разрушающую ткани при температуре 45–65 °C, а сам метод получил название “коблация”. Термин “коблация” (*coblation*) происходит от английских слов *cold ablation* – холодное разрушение. Первый аппарат, использующий этот метод, был выпущен компанией ArthroCare (США) в 1995 году. Физическая основа метода заключается в создании разности элект-

рических потенциалов между контактами электрода, вызывающей ионизацию электропроводящей жидкости (раствор NaCl, KCl). При наличии достаточной для этого напряженности электромагнитного поля в растворе электролита образуется слой ионизирующего вещества – плазма. Повышенная напряженность электромагнитного поля в “активной” зоне электрода достигается особым расположением контактов электрода. Типичный электрод, называемый биполярным радиочастотным электродом (БРЧЭ), имеет 5–20 “положительных” (“+”) контактов на рабочей поверхности, ориентированных определенным образом. Общим “отрицательным” (“-”) контактом является основание рабочей части, отделенное от положительных контактов изолятором. Для работы электрод погружается в солевую среду (NaCl, KCl), после чего включается питание базового блока, и ток начинает течь от “+” контактов к “-” через раствор электролита. При небольшой мощности тока образование плазмы не происходит, и ток, протекающий через раствор электролита, просто нагревает его. При повышении мощности тока в активной зоне электрода происходит формирование плазменного слоя. Образование плазмы начинается с создания высокого напряжения, обычно 100–300 V между активным и возвратным электродами устройства. В состоянии плазмы переходят ионы металла из раствора, в который погружается электрод. Продолжая повышать мощность, можно добиться формирования устойчивого плазменного поля, толщина которого, в зависимости от размеров и формы электрода, не превышает 0,5–1 мм. Химический состав электролитного раствора определяет спектр свечения плазмы. В среде NaCl он будет оранжевым, а в среде KCl – синим. Энергии плазмы (8 eV) оказывается достаточно для разрушения связей в органических молекулах, ре-

зультатом распада которых являются углекислый газ, вода и азотсодержащие низкомолекулярные продукты. Таким образом происходит объемное удаление или рассечение ткани.

Экспериментальные исследования в области воздействия холодной плазмы на ткани привели ученых к заключению о преимуществах его перед механической обработкой. Особый интерес вызвали некоторые работы по обработке холодной плазмой суставного гиалинового хряща. До сих пор широко используемые в артроскопии для удаления разволокнений или свободных локусов хряща механические фрезы после обработки часто оставляют неровности суставной поверхности, дефекты, грубые края. Согласно ряду исследований, механический дебридмент способен усиливать разволокнение хряща и вызвать некроз хондроцитов. Механическое воздействие на такие повреждения нередко приводило к прогрессированию дегенерации, вследствие грубого нарушения архитектуры коллагенового матрикса – защитной системы хондроцитов. Turner J. [6] и соавторы сравнивали воздействие артроскопических фрез и БРЧЭ на суставный гиалиновый хрящ коленного сустава у овец. Авторы показали, что в основной группе животных гистологические результаты были гораздо лучше, чем в контрольной. Кроме того, ни в одном случае не наблюдались признаки субхондрального некроза кости. Kaplan J. и другие [3] отмечали схожие результаты, которые были получены при обработке холодной плазмой человеческого гиалинового хряща, полученного во время операций в качестве утильного материала. При сравнительном анализе результатов холодноплазменного и механического воздействия на дефекты гиалинового хряща надколенника Owens B., et al. [5] показали, что лучшие клинические исходы были достигнуты после обработки глубоких и полнослойных повреждений БРЧЭ для холодноплазменного дебридмента, чем при обработке механической фрезой. Основываясь на гистологическом материале, эти авторы приходили к выводу о том, что БРЧЭ может сглаживать разволокненный хрящ повреждающего эффекта в отношении окружающей ткани.

Согласно имеющимся данным, зона термического повреждения хряща не распространяется глубже 1 или 2 мм от обработанной холодной плазмой поверхности, что оказывается в несколько раз меньше по сравнению с результатами воздействия традиционными механическими способами дебридмента. Кроме всего прочего, слой плазмы обладает коагулирующим воздействием, благодаря чему во время операции кровопотеря бывает минимальной, значительно снижается вероятность послеоперационного кровотечения. Отсутствие теплового воздействия на нервные окончания заметно уменьшает болезненность в ходе операции и послеоперационном периоде. Немаловажным моментом является и удобная конструкция самих электродов, позволяющая обрабатывать ткани в труднодоступных областях суставов, что существенным образом повышает скорость

работы хирурга и сокращает продолжительность операции. Современные плазменные устройства, как правило, обладают многофункциональными возможностями и работают в режимах термической электрохирургии, плазменной коагуляции тканей и в смешанном режиме, в зависимости от показаний. Термический, не плазменный, режим работы используется при разрезах капсулы, мягких тканей носа при ЛОР-заболеваниях, где не обходимо местный нагрев. Режим плазмы считается более оптимальным для выполнения тонких процедур, где необходимо иссечение ткани с минимальным рассеиванием энергии: например, при тонзилэктомии, декомпрессии межпозвоночного диска, обработке хрящевой ткани. Метод холодноплазменной абляции нашел применение и в хирургическом лечении хронических травм и заболеваний сухожилий [7]. Так к примеру, тендиноз, описываемый как "теннисный локоть", – частое ортопедическое заболевание, которое обычно плохо поддается как консервативному, так и общепринятому хирургическому лечению. Клинически связанное с перегрузкой, это заболевание рассматривается как невоспалительный дегенеративный процесс, отличный от тендинита. Выполненные ранее клинические исследования показали, что пациенты с хронической травмой инсерции сухожилий по сравнению с пациентами без травм демонстрировали физиологическое снижение ангиогенных факторов роста, что ставило под сомнение способность ткани к самоизлечению. В исследовании на животных холодноплазменная микротенотомия показала хорошие результаты в провокации ангиогенного ответа в сухожильной ткани. Многообещающие результаты сподвигли к клиническому применению этой хирургической манипуляции в малых группах пациентов с тендинозами. Методика оказалась минимально инвазивной, непродолжительной и технически несложной в выполнении. Пациенты, перенесшие ее, отмечали быстрое угасание интенсивной боли, которое затем продолжалось на протяжении 12 месяцев до полного исчезновения. За время наблюдения осложнений выявлено не было. В кардиохирургии метод холодноплазменной абляции на протяжении последних лет успешно используется для трансмиокардальной реваскуляризации. Механическая трансмиокардальная реваскуляризация (ТМР) появилась в 1960-х годах, как метод направления крови из желудочков в окружающие ткани ишемизированного миокарда. Однако механическая ТМР оказалась клинически не столь обнадеживающей, как предполагалось, – сформированные сосудистые каналы со временем облитерировались и реваскуляризация прекращалась. С появлением лазера в 1990-е годы, ТМР возродилась, так как считалось, что лазер решит проблему с сохранением новообразованной сосудистой сети в миокарде. Лазерная ТМР, и позднее холодноплазменная ТМР показали высокую клиническую эффективность. В начале предполагалось, что в основе достигаемого биологического действия лежит длительное энергетическое потенцирование, хотя позже стало оче-

видно, что механизм заключается в локальном ангиогенезе, который не вызывается механической ТМР. В исследованиях, основанных на изучении клинико-морфологических параллелей, была убедительно доказана неразрывная связь улучшения функции сердечной мышцы с улучшением васкуляризации и сохранением достигнутого эффекта в отдаленные сроки наблюдения. Kantor et al. [3] отмечали, что пациенты с заболеваниями коронарных сосудов, которым проводилась холодноплазменная ТМР, в большинстве случаев отмечали значительное уменьшение симптомов ишемии уже спустя нескольких месяцев после операции. При этом сосудистая сеть в обработанной ткани расширилась по сравнению с контролем, что свидетельствовало о продолжающемся процессе неоваскуляризации после лечения.

Параллельные исследования в других областях медицины позволили предположить еще одну биологическую особенность воздействия холодной плазмы на ткани, а именно: инициацию клеточной пролиферации и выработки разнообразных факторов роста. Согласно работам George J. et al. [1], после обработки холодной плазмой хронических вялогранулирующих ран и трофических язв выявляется продукция эндогенных факторов роста, которые приводят к клеточной пролиферации и ускоренному их заживлению.

Таким образом, применение холодной плазмы является перспективным направлением для многих областей хирургии. Конформация взаимодействующих при движениях суставных поверхностей, реваскуляризация тканей, стимуляция клеточной пролиферации и эндогенных факторов роста, вероятно, относятся к далеко неполному перечню тех биологических эффектов, которые найдут в перспективе более широкое использование в клинической медицине.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холодноплазменная хирургия // Вестн. Мед. Инфо. – Декабрь. – 2005. – № 56.
2. George F. R., Lukas R. J., Moffett J., et al. // Wounds. – 2002. – № 14. – P. 107–115.
3. Kaplan L. D., Ernsthause J. M., Bradley J., et al. // Arthroscopy. – 2003. – № 19. – P. 632–640.
4. Kantor B., McKenna C. J., Caccitolo J.A., et al. // Mayo Clin. Proc. – 1999. – № 74. – P. 585–592.
5. Owens B. D., Stickles B. J., Balikian P., et al. // Arthroscopy. – 2002. – № 18. – P. 151–155.
6. Turner A. S., Tippett J. W., Powers B. E., et al. // Arthroscopy. – 1998. – № 14. – P. 585–591.
7. Topaz T. M. Microdebrider: Minimally Invasive RF-based Microtenotomy for Tennis Elbow Research Leading to the RF-based Microtenotomy Approach. Orthop Surg 6. – 1998. – P. 157–164.