

ПЕРВЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ОПЫТ СТЕРНОТОМИИ ПЛАЗМЕННЫМ СКАЛЬПЕЛЕМ

Б.Н. Козлов¹, М.С. Кузнецов¹, В.А. Казаков¹, В.М. Шипулин¹, Д.С. Панфилов¹, А.Н. Байков², Е.М. Окс³

¹НИИ кардиологии СО РАМН, Томск

²ГОУ ВПО Сибирский государственный медицинский университет Росздрава, Томск

³Институт сильноточной электроники СО РАН, Томск

E-mail: kbn@cardio.tsu.ru

THE FIRST PILOT EXPERIMENT OF STERNOTOMY WITH PLASMATIC KNIFE

B.N. Kozlov¹, M.S. Kuznetsov¹, V.A. Kazakov¹, V.M. Shipulin¹, D.S. Panfilov¹, A.N. Baykov², E.M. Oks³

¹Institute of Cardiology of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Tomsk

²Siberian State Medical University, Tomsk

³Institute of High Current Electronics, Tomsk

В настоящей статье представлен первый опыт использования плазменного скальпеля для выполнения стернотомии в условиях эксперимента на беспородных собаках. Проведен сравнительный анализ объема интраоперационной кровопотери, скорости проведения стернотомии и дана морфологическая оценка степени повреждения окружающих тканей при выполнении стернотомии плазменным скальпелем в сравнении с традиционным механическим методом. На основании полученных результатов показано, что применение холодноплазменного скальпеля для рассечения костной ткани – высокоэффективная и безопасная технология, способствующая снижению интраоперационной кровопотери и уменьшению вероятности возникновения инфекционных осложнений в послеоперационном периоде.

Ключевые слова: холодноплазменный скальпель, стернотомия.

The given article describes the first experience of sternotomy with plasmatic knife in-vitro on outbred dogs. Comparative analysis of intraoperative blood loss and time necessary for sternotomy has been performed. Morphological evaluation of surrounding tissue injury resulted from sternotomy with plasmatic knife in comparison with routine sternotomy was provided. Basing on the results of the study it was shown that the use of cold plasmatic knife for dissection of bone tissue is highly-efficient and safe; it decreases intraoperative blood loss and reduces occurrence of infectious complications in the postoperative period.

Key words: cold plasma knife, sternotomy.

Введение

Наибольшую свободу действий для хирурга в переднем средостении предоставляет срединная (вертикаль-

ная) стернотомия. Она является доступом выбора при выполнении большей части сердечно-сосудистых операций, а также наиболее оптимальным оперативным доступом в онкологии при опухолях переднего средостения.

На сегодняшний день для выполнения этого доступа арсенал хирургов ограничен в основном электромеханическими пилами-стернотомами (стернотом-долото Долиотти, пила Джигли, костные кусачки представляют только исторический интерес). Однако рассечение грудины пилой сопровождается кровотечением, значительной травматизацией костной ткани грудины и костного мозга зубцами пилы, отсутствием возможности выполнения криволинейных разрезов грудины [4]. Кроме того, все перечисленные недостатки повышают риск плохой послеоперационной консолидации костных фрагментов и инфицирования.

В связи с этим идеальным представляется инструмент, который позволял бы рассекать костные ткани с мгновенным коагулированием сосудов и идеальным асептическим эффектом при минимальном повреждающем эффекте рассекаемых биологических тканей [1]. В литературе имеются единичные сообщения об экспериментальном и клиническом опыте плазменного рассечения мягких тканей и паренхиматозных органов с вышеуказанными характеристиками [2]. Однако упоминаний о попытке плазменного рассечения костной ткани в доступной литературе мы не обнаружили.

Цель исследования: путем эксперимента определить возможность и эффективность осуществления операции стернотомии с использованием технологии плазменного скальпеля, а также степень повреждения костной ткани грудины при использовании данной технологии.

Материал и методы

Эксперимент проводился на беспородных собаках обоего пола. Вес экспериментальных животных составлял в среднем 26,7 кг. Всем животным под внутривенным наркозом в условиях искусственной вентиляции легких выполнялась операция – стернотомия. Рассечение грудины в различных направлениях (продольно и поперечно) и на различных участках грудины (верхняя 1/3, средняя 1/3 и нижняя 1/3) осуществлялось как плазменным скальпелем, так и проволочной пилой Джигли (рис. 1 на 3-й стр. обложки).

Плазменный скальпель – экспериментальная разработка на базе прибора “Atlas фирмы ArthroCare” Учреждения Российской академии наук Институт сильноточной электроники Сибирского отделения РАН. Рассечение грудины плазменным скальпелем проводилось в различных солевых средах, наиболее широко применяемых в медицине – физиологическом растворе (NaCl_2 0,9%) и хлористом кальции (CaCl_2 10%).

Во время проведения операции и в послеоперационный период оценивались наиболее важные показатели хирургического доступа: скорость рассечения грудины, потребность в остановке кровотечения (гемостаз) и объем кровопотери, а также макро- и микроскопическая степень повреждения краев грудины, их адекватность для выполнения металлоостеосинтеза и последующей консолидации. Все операции завершались стабилизацией распиленных частей грудины с помощью медицинской металлической проволоки (Ethicon 5/0). Рана мягких тканей ушивалась послойно. В послеоперационном перио-

де все животные получали дозы антибиотиков и анальгетиков соответственно весу. В течение всего послеоперационного периода за животными проводилось клиническое наблюдение с оценкой общего состояния и стабильности грудины.

Вывод животных из эксперимента осуществлялся на 21-е сутки и на 33-и сутки послеоперационного периода. Во время повторного оперативного вмешательства клинически оценивалась консолидация участков грудины, подвергшихся воздействию механической пилы и плазменного скальпеля, а также производился забор этих фрагментов грудины для последующего гистологического исследования.

После предварительной обработки исследуемого костного материала, необходимой для дальнейшего микроскопического исследования, приготавливались гистологические препараты. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Полученные препараты изучались с помощью светового микроскопа Axioscope 40 фирмы Carl Zeiss (Германия). Микрофотографии гистологических препаратов получали с помощью фотокамеры Canon A630 (Япония).

Полученные данные подвергались статистической обработке при помощи программы STATISTICA 6.0 for Windows. Количественные показатели представлялись в виде $M \pm m$, где M – среднее значение, а m – стандартная ошибка среднего. Малый и неравный объем исследуемых выборок данных послужил основанием выбора непараметрических критериев для проверки достоверностей межгрупповых различий показателей, которые проверяли при помощи критерия Вилкоксона.

Результаты и обсуждение

Стернотомия является одним из этапов операций в торакальной хирургии. Фактор времени выполнения каждого этапа оперативного вмешательства определяет риски послеоперационных осложнений, связанных с искусственной вентиляцией легких, инфицированием раны и операционным травматическим стрессом. В сравнительном аспекте мы провели оценку времени, необходимого для выполнения стернотомии плазменным скальпелем и механической пилой Джигли. После измерения длины грудины животного от югулярной вырезки до мечевидного отростка фиксировалось время, необходимое для полного рассечения грудины, а затем рассчитывалось среднее время в секундах, затраченное на рассечение 1 см костной ткани. С учетом того, что изменение состава солевой среды может повлиять на скорость проведения стернотомии плазменным скальпелем [2], анализ времени рассечения грудины был проведен как с раствором NaCl_2 0,9%, так и в условиях раствора CaCl_2 10%. В таблице представлены результаты оценки скорости рассечения костной ткани грудины различными методами.

В ходе экспериментов подтвердилась гипотеза о том, что плазменный скальпель с указанными характеристиками способен рассекать весь массив грудины. Однако полученные данные свидетельствуют, что время, затраченное на проведение стернотомии проволочной пилой Джигли, многократно меньше ($p < 0,05$), чем при использовании плазменного скальпеля. Кроме того, мы не выя-

Таблица

Затраченное время на рассечение 1 см костной ткани и объем интраоперационной кровопотери при выполнении стернотомии с использованием холодноплазменного скальпеля в сравнении с проволочной пилой Джигли ($M \pm m$)

Вид инструмента		Скорость выполнения стернотомии, с	Объем интраоперационной кровопотери, мл
Холодноплазменный скальпель	NaCl 0,9%	190±6,2	1,5±0,4
	CaCl ₂ 10%	181±7	
Проволочная пила Джигли		3±1*	20,3±5*

Примечание: $M \pm m$, где M – среднее значение, m – стандартная ошибка среднего. Проверку статистических гипотез проводили с использованием непараметрического критерия Вилкоксона: * – $p < 0,05$ по сравнению с показателями при использовании холодноплазменного скальпеля; p – уровень статистической значимости различий между показателями при использовании холодноплазменного скальпеля и проволочной пилы Джигли.

вили значимых различий ($p > 0,05$) в скорости рассечения грудины плазменным скальпелем в условиях различных солевых растворов. Использование раствора CaCl₂ 10% для выполнения стернотомии с помощью плазменного скальпеля незначительно уменьшает время ее проведения в сравнении с использованием раствора NaCl 0,9%.

Проблема интра- и послеоперационного кровотечения в хирургии остается одной из наиболее актуальных. Хороший гемостаз и минимальный объем периоперационной кровопотери во многом определяют удовлетворительное течение раннего послеоперационного периода и влияют на отдаленные результаты операции [3]. Мы провели оценку объема интра-операционной кровопотери на этапе проведения стернотомии с использованием плазменного скальпеля и проволочной пилой Джигли, который оценивался в миллилитрах (таблица). Объем интраоперационной кровопотери на этапе стернотомии при использовании плазменного скальпеля был существенно (в 10–15 раз, $p < 0,05$) меньшим в сравнении со случаями рассечения грудины с помощью проволочной пилы.

Это связано с травмой тканей и отсутствием коагуляционного эффекта при механическом проведении стернотомии в сравнении с холодноплазменным воздействием на грудину. Также следует отметить, что при стернотомии плазменным скальпелем отсутствовала потребность в медицинском воске для гемостаза губчатого вещества костной ткани. Для остановки кровотечения из губчатого вещества костной ткани при применении пилы Джигли во всех случаях использовался медицинский воск.

Таким образом, использование плазменного “скальпеля” позволяет проводить рассечение как мягких тканей, так и костных образований, например, грудины. Данный плазменный электрод позволяет легко, с минимальным повреждением и практически бескровно разъединять мягкие ткани при доступе к грудине. Из-за неболь-

ших размеров электрода облегчается визуальный контроль манипуляций в ходе хирургического доступа на грудной клетке. Важно отметить, что при работе с этим инструментом достигается эффект гемостаза за счет коагуляции сосудов и антисептический эффект.

Гистологическая картина непосредственно после проведения стернотомии проволочной пилой Джигли характеризуется грубым нарушением гистоархитектоники костной ткани грудины. В области стернотомии наблюдали тотальное разрушение костных пластинок, лизис остецитов, выявлены массивные кровоизлияния. Клетки красного костного мозга занимали пространство между разрушенными костными пластинками. Глубина повреждения костной ткани при стернотомии проволочной пилой Джигли составляла не менее 2 мм.

Изменения костной ткани при стернотомии с помощью плазменного скальпеля (материал забирался сразу после операции) были менее выражены. Костные пластинки в месте воздействия плазменного скальпеля не разрушены, коллагеновые волокна подвергались коагуляции. Граница рассечения грудины четкая, глубина повреждения не превышала 150 мкм. Остециты костных пластинок без особенностей, красный костный мозг обычного строения, содержал все ростки гемопоэза (рис. 2 на 3-й стр. обложки).

Спустя 21 сутки после проведения стернотомии проволочной пилой Джигли в очаге воздействия отмечали признаки остеомиелита: разрушение и лизис костных пластинок губчатого вещества грудины, присутствие в очаге воспаления большого количества сегментоядерных нейтрофилов.

Через 21 сутки после стернотомии с помощью плазменного скальпеля на границе костной ткани подобных изменений не наблюдали. В зоне воздействия плазменного скальпеля отмечали коагуляцию коллагеновых волокон костной ткани грудины (рис. 3 на 3-й стр. обложки).

По толщине коагулированных коллагеновых волокон можно косвенно судить о глубине повреждения костной ткани при воздействии плазменного скальпеля. В среднем глубина поражения не превышала 250 мкм костной ткани грудины. В зоне коагулированных (в меньшем количестве) и неизмененных коллагеновых волокон встречались немногочисленные сегментоядерные нейтрофилы и макрофаги. Глубже зоны поражения костная ткань грудины имела нормальное гистологическое строение: костные пластинки имели обычный вид, между ними располагался красный костный мозг, содержащий элементы всех ростков кроветворения. В костном мозге отмечалось снижение клеточности, что, вероятно, определяется реакцией на оперативное вмешательство и воспалительный процесс. Остециты костных пластинок без признаков повреждения.

Через 33 дня после однократного воздействия плазменным скальпелем на костную ткань грудины отмечали отсутствие воспалительной реакции. Костная ткань имела нормальное гистологическое строение. Остециты, располагающиеся в пространствах между костными пластинками, имели обычный вид. В костном мозге по-прежнему наблюдали снижение клеточности (рис. 4 на 3-й

стр. обложки).

Таким образом, воздействие плазменного скальпеля на костную ткань грудины собаки не вызывало существенного нарушения гистоархитектоники кости и гибели клеток в регионе, примыкающем к области разреза. Неоспоримое преимущество плазменного скальпеля перед проволочной пилой Джигли состоит в незначительном повреждающем воздействии его на окружающие ткани, отсутствии кровотечений и кровоизлияний в месте воздействия, что способствует минимизации воспалительных реакций поврежденной ткани и снижению вероятности послеоперационных осложнений за счет более быстрого заживления раны.

Выводы

Применение холодноплазменного скальпеля для рассечения костной ткани – высокоэффективная и безопас-

ная технология, способствующая снижению интраоперационной кровопотери и уменьшению вероятности возникновения инфекционных осложнений в послеоперационном периоде.

Литература

1. Долецкий С.Я. и др. Высокочастотная электрохирургия. – М., 1980. – С. 41–58.
2. Жуликов А.Л., Маланин Д.А. Применение метода холодноплазменной абляции в травматологии и других областях хирургии // Бюллетень Волгоградского научного центра РАМН – 2008. – № 1. – С. 59–61.
3. Скобелкин О.К. и др. Применение лазера в хирургии // Хирургия. – 1983. – № 3. – С. 15–18.
4. Kantor B., McKenna C.J., Caccitolo J.A. et al. // Mayo Clin. Proc. – 1999. – № 74. – Р. 585–592.

Поступила 01.02.2010