

Малогабаритные автономные криохиргические аппараты

Аннотация

Достоинства криогенного метода оперативного вмешательства – простота, безболезненность, высокая точность, редкое рецидивирование, стойкий косметический эффект. При этом методика лечения патологических тканей жидким азотом в виде спрея или с помощью ватного тампона не обеспечивает крионекроз тканей. Необходимую скорость охлаждения можно получить с помощью специальных криогенных аппаратов.

Аппараты КМ-01 и КМ-02 предназначены для удаления патологически измененных тканей человека путем воздействия на них температурой жидкого азота. Аппарат КМ-01 предназначен для контактного метода криодеструкции, представляет собой сосуд с жидким азотом, покрытый теплоизоляционным материалом, с канюлей на дне для присоединения к ней сменных цельнометаллических наконечников различных форм и размеров. Аппарат КМ-02 предназначен для контактного и бесконтактного методов криодеструкции, позволяет оперировать труднодоступные зоны за счет большой номенклатуры наконечников со сложной геометрической формой, дополнительных жестких и гибких трубок различной длины. При контактном методе охлаждаются сменный наконечник и область кожного покрова, с которой контактирует наконечник, при бесконтактном методе – только область кожного покрова, на которую распыляется хладагент.

Области применения аппаратов: дерматология, косметология, стоматология, онкология, хирургия, гинекология, отоларингология.

Введение

По данным Всемирной организации здравоохранения в год во всем мире умирает более 7,5 млн. онкологических больных. Клинически опухоли в различных органах и структурах организма представляют собой очаги роста патологической (анормальной) ткани, клетки которой имеют поврежденный генетический материал (ДНК). Метод лечения опухоли зависит от ее типа, локализации и общего состояния больного. Наиболее эффективен метод хирургического удаления опухоли.

Традиционные методы хирургического удаления патологических образований часто малоэффективны, трудновыполнимы и весьма тяжело переносятся больными. К примеру, хирургическое иссечение гемангиом околоушной области может сопровождаться интенсивным кровотечением, развитием грубого косметического дефекта, может быть повреждена околоушная слюнная железа, пересечены ветви лицевого нерва. Большие трудности для лечения представляют доброкачественные новообразования из коллагеновых тканей – десмоиды и келоиды. Даже после полного иссечения келоида в пределах являющейся измененной кожи из возникшего рубца уже через несколько недель вырастают новые келоиды, и многократные оперативные вмешательства не имеют успеха. Трудности лечения десмоидных опухолей связаны с их частым рецидивированием даже после радикальных хирургических вмешательств в сочетании с облучением [1], [2].

Основы криохиргии

Сегодня, помимо традиционного скальпеля, на вооружении у современного хирурга имеется множество инструментов, которые позволяют проводить оперативные вмешательства. В современной медицине при проведении хирургических операций все чаще используют экстремально низкие температуры. Криодеструкция живой ткани основана на гибели клеток, которая может происходить по трем причинам при их охлаждении. Первой причиной является возрастание концентрации внутриклеточных растворов при дегидратации клеток при достаточно медленном охлаждении ткани. Второй причиной является разрушение содержимого клеток и их мембран вследствие образования кристаллов льда как внутри клеток, так и в межклеточном пространстве при очень быстром охлаждении. Третья причина – дефицит кровоснабжения вследствие облитерации микрососудов в замороженной ткани. Факторами, влияющими на вероятность гибели клеток ткани, являются температура замораживания и скорость замораживания и оттаивания [1], [2].

Происходящее на тканевом уровне повреждение представляет собой быстро возникающий, некроптогенный и четко очерченный некроз. Капилляры и мелкие сосуды разрушаются с образованием внутрисосудистых тромбов и экстравазатов лейкоцитов и эритроцитов, а большие артерии и вены остаются неповрежденными вследствие своей резистентности к замораживанию. Образование крионекроза не оказывает отрицательного воздействия на весь организм. Местная реакция вокруг очага поражения тканей минимальна. Практически во всех тканях регенерация происходит без образования гипертрофических и келоидных рубцов, что исключает существенные функциональные нарушения, а также косметические дефекты [1]. При проведении исследований стало очевидно, что холододеструкция не всегда гарантирует абсолютную гибель патологической ткани. Результат лечения зависит в большей степени от состояния замораживаемой ткани, а не от возможностей криогенной системы. На процесс криодеструкции влияют физическая структура ткани, ее теплопроводность, теплоемкость и плотность, состояние свободной и связанной воды, а также процессы, происходящие как внутри самой ткани, так и в организме в целом [2].

Замороженный образец биоматерии представляет собой двухфазную гетерогенную смесь, состоящую из трех компонентов: воды или льда, твердой основы и воздуха. Твердая основа биоматерии – сухой органический остаток, образующийся после его полного обезвоживания, на 95...99 % состоит из белка и жира. Каждый компонент вносит свой вклад в способность биоматерии проводить тепло в зависимости от его массовой доли, плотности, теплопроводности и пространственного расположения. Однако основой большинства биотканей является вода (60...80 %), что в значительной степени определяет их теплофизические свойства. Один из самых распространенных способов охлаждения в криомедицине – использование энергии фазового перехода. Он основан на том, что при изменении агрегатного состояния криоагентов происходит поглощение тепла. Минимальная температура рабочей части криоинструмента в этом случае поддерживается близкой к точке кипения криоагента или к точке его плавления и сублимации [1].

Малогабаритные автономные криохиргические аппараты

Несмотря на то что криогенный метод лечения опухолей известен достаточно давно и многие хирурги отдают предпочтение этому методу, он не получил широкого развития в России в связи с отсутствием основополагающих методик криогенного воздействия при тех или иных заболеваниях, а также

в связи с несовершенством отечественной криохирургической техники. Оптимальным хладагентом для криохирургии можно считать жидкий азот, который имеет ряд положительных свойств: низкую температуру кипения ($-196\text{ }^{\circ}\text{C}$), стерильность, нетоксичность, отсутствие запаха и инертность к биологическим тканям. Однако нашедшая широкое применение методика лечения патологических тканей жидким азотом в виде спрея, аппликаций или с помощью ватного тампона не может обеспечить необходимой скорости охлаждения тканей для их крионекроза. Необходимую скорость охлаждения можно получить только с помощью специальных криогенных аппаратов [2].

При решении конкретной задачи, в частности задачи получения некроза в заданном объеме ткани, необходимо учитывать, что каждая область применения медицинской техники выдвигает свои специфические требования, обусловленные в первую очередь характеристиками объекта, на который оказывается воздействие: его физическими свойствами, формой, размерами и локализацией.

При участии кафедры детской хирургии Российского государственного медицинского университета и Центра амбулаторной хирургии Детской городской клинической больницы № 13 им. Н.Ф. Филатова были разработаны малогабаритные автономные криодеструкторы КМ-01 и КМ-02 (рис. 1, 2). Разница между ними заключается в конструктивных особенностях и принципе работы.

Основу криодеструктора КМ-01 составляет металлический сосуд с присоединенной к нему металлической полый трубкой с канюлей. Стакан и полая трубка выполнены из нержавеющей стали и покрыты теплоизолирующим материалом TC Ceramic HV (Thermal Coat) фирмы «Capstone Manufacturing LLC» (США). Стакан предназначен для размещения в нем хладагента – жидкого азота. Полая трубка предназначена для подвода хладагента к канюле и установленному на ней сменному наконечнику для их охлаждения. Жидкий азот по трубке поступает самотеком. Для удобства наполнения криодеструктора жидким азотом и исключения разлива хладагента в горловину сосуда встроена воронка. В целях безопасности криодеструктор имеет откидную крышку для закрытия горловины сосуда. Криодеструктор КМ-01 снабжен комплектом быстрозменных наконечников различных форм и размеров, а также подставкой для фиксации криодеструктора в вертикальном положении и предупреждения его опрокидывания при наполнении хладагентом. При необходимости сменные наконечники могут быть изготовлены любой формы и размера по индивидуальному заказу.



Рис. 1. Малогабаритный автономный криодеструктор КМ-01

Криодеструктор КМ-02 состоит из корпуса для хладагента (жидкого азота); сменной головки, устанавливаемой на горловину корпуса; подводящей трубки, присоединенной к сменной головке; сменного наконечника, присоединенного к подводящей трубке, и отводящей трубки, соединяющей штуцер

подводящей трубки с коллектором газовой-капельной смеси хладагента. Корпус криодеструктора КМ-02 представляет собой емкость из нержавеющей стали с вакуумной изоляцией между ее внутренней и внешней поверхностями. На заливной горловине емкости установлена присоединительная муфта для установки на корпус сменной головки. Для устойчивого расположения корпуса на горизонтальной поверхности предусмотрено специальное основание. Сменная головка представляет собой крышку с механизмом забора и подачи жидкого азота из корпуса криодеструктора в полость сменного наконечника по подводящей трубке – курковым механизмом с запорным клапаном. Криодеструктор КМ-02 снабжен комплектом жестких подводящих трубок и комплектом полых сменных наконечников. По индивидуальному заказу могут быть изготовлены гибкие подводящие трубки различной длины, полые сменные наконечники различной конфигурации рабочей поверхности и размеров, а также наконечники, предназначенные для бесконтактной криодеструкции и криотерапии.



Рис. 2. Малогабаритный автономный криодеструктор КМ-02

Криодеструктор КМ-01 предназначен для оперирования открытых участков кожного покрова на горизонтальных поверхностях. При работе аппаратом КМ-01 его канюля и наконечник всегда направлены вниз. Аппарат КМ-02 позволяет удалять патологические образования как на открытых участках, так и внутри скрытых полостей. Подводящая трубка и сменный наконечник аппарата КМ-02 при работе всегда направлены вперед.

Корпус криодеструктора КМ-02 обладает лучшими теплоизоляционными свойствами и позволяет дольше сохранять жидкий азот, пока аппарат не используется. Хладагент к сменному наконечнику подается только во время проведения криохирургической операции через запорный клапан посредством куркового механизма. Это особенно ценно для учреждений, где в течение дня проводится небольшое количество криохирургических операций, так как позволяет снизить до минимума количество переливаний азота из сосуда Дюара в криодеструктор и обратно. Возможность использовать подводящие трубки разной длины – как жесткие, так и гибкие, сменные наконечники любых размеров и любых форм рабочей поверхности – как для контактного метода деструкции, так и для бесконтактного, делает криодеструктор КМ-02 универсальным.

Канюля и сменный наконечник криодеструктора КМ-01 всегда контактируют с жидким азотом, пока в корпусе аппарата находится хладагент, что делает аппарат более производительным по сравнению с КМ-02. Сменный наконечник в течение всего времени работы имеет низкую рабочую температуру $-170\text{...}-150\text{ }^{\circ}\text{C}$, но при этом постоянно испаряется. Это

особенно ценно для учреждений, где в течение дня проводится большой объем криохирургических операций и где вопрос экономии хладагента не стоит так остро.

Оба криодеструктора предназначены для удаления небольших объемов патологически измененных тканей, инфильтратов, новообразований человека: кондилом, фибром, папиллом, гемангиом, кератозов, бородавок, старческого лентигио, капиллярных звездочек, татуировок, невусов, амелобластом, эпюлис, келоидных и других видов рубцов и т. д. Криодеструкторы КМ-01 успешно прошли испытания в Детской городской клинической больнице № 13 им. Н.Ф. Филатова, в Московском областном научно-исследовательском клиническом институте им. М.Ф. Владимирского, в ОАО «Медицина».

Результаты криогенного лечения патологических образований

Экспериментальные исследования, проведенные, в частности, в клинике детской хирургии 2-го МОЛГМИ им. Н.И. Пирогова, показали, что эффективность удаления поверхностных кожных новообразований методом криогенного воздействия достигает 98 %. При использовании жидкого азота в качестве хладагента эффективность аппаратного метода лечения простых ангиом достигает 98 % [1]. Проведенные исследования результатов лечения келоидов показали, что в 87 % случаев получен хороший результат и только в 3 % случаев отмечались рецидивы. При криохирургическом лечении сохраняется волокнистая сеть, вокруг которой впоследствии восстанавливаются клеточные компоненты [3], [4].

При любом варианте криовоздействия в лечении патологических образований трахеи, бронхов и пищевода (эндоскопическая хирургия) хрящевая основа трахеи и бронхов осталась неповрежденной. Ни в одном случае не развился стеноз трахеи и бронхов. Даже частично поврежденный хрящ восстанавливал свою структуру. Благодаря криометоду возникает реальная возможность избежать в ряде случаев тяжелых травматичных операций на трахее, бронхах, пищеводе. При лечении папилломатоза гортани, трахей и бронхов с помощью эндоскопической криохирургии при использовании температуры -60°C и времени воздействия 20...80 с с повторными циклами замораживания – оттаивания Д.Г. Чирешкин добился полного излечения в 70 % случаев. При сформированных тяжелых стенозах трахеи из 27 случаев восстановление просвета трахеи достигается у 20 больных [1].

Заключение

Исследования показали, что медицинские учреждения с отделениями хирургии, онкологии, гинекологии, офтальмологии, стоматологии, дерматологии, отоларингологии, косметологии проявляют большую заинтересованность в аппаратах КМ-01 и КМ-02.

Список литературы:

1. Бобрин А.Ф., Гудков А.Г., Цыганов Д.И., Шафранов В.В. Малогабаритные автономные криодеструкторы КМ-01 и КМ-02 // Технологии живых систем. 2012. Т. 9. № 8. С. 39-46.
2. Бобрин А.Ф., Гудков А.Г., Цыганов Д.И. Малогабаритные автономные криодеструкторы / Материалы 13-й научно-технической конференции «Медико-технические технологии на страже здоровья» «Медтех-2011», о. Майорка, кур-т Магалуф, 25 сентября-2 октября 2011 г. – М.: НИИ РЛ МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011.
3. Бобрин А.Ф., Цыганов Д.И., Шафранов В.В. Метод криохирургического лечения патологических образований с использованием современных криохирургических аппаратов / Международная научно-практическая конференция «Фармацевтические и медицинские биотехнологии» в рамках Московского международного конгресса «Биотехнология: состояние и перспективы развития». Москва, 20-22 марта 2012 г. С. 332-333.
4. Бобрин А.Ф., Гудков А.Г., Цыганов Д.И., Шафранов В.В. Криодеструкция патологических образований // Машиностроитель. 2015. № 1. С. 39-45.

*Александр Федорович Бобрин,
начальник отдела,
ООО «НПИ ФИРМА «ГИПЕРИОН»,
Александр Григорьевич Гудков,
д-р техн. наук, профессор,
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Дмитрий Игоревич Цыганов,
д-р техн. наук, профессор,
зав. кафедрой «Медицинская техника»,
ГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России,
Светлана Викторовна Агасиева,
канд. техн. наук, доцент,
Евгения Николаевна Горлачева,
канд. эконом. наук, доцент,
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
Виталий Юрьевич Леушин,
канд. техн. наук,
зам. генерального директора,
ООО «НПИ ФИРМА «ГИПЕРИОН»,
Василий Дмитриевич Шашурин,
д-р техн. наук, профессор,
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва,
e-mail: ooo.giperion@gmail.com*

И.В. Семерник, О.Е. Семерник, А.В. Демьяненко, А.А. Лебеденко

Методика неинвазивной диагностики бронхиальной астмы на основе микроволновых технологий

Аннотация

Рассматривается способ неинвазивной диагностики бронхиальной астмы (БА) и определения локализации патологических изменений в бронхолегочной системе на основе исследования особенностей распространения СВЧ-электромагнитного излучения через грудную клетку человека. Предлагаемая методика позволяет осуществлять диагностику заболеваний респираторной системы, в первую очередь бронхиальной астмы, у пациентов всех возрастных групп, в том числе детей раннего возраста, а также осуществлять мониторинг состояния пациента и динамику заболевания в течение всего периода лечения.

Введение

Бронхиальная астма – это хроническое заболевание респираторной системы, поражающее людей всех возрастных групп. Причем с каждым годом возрастает количество детей, страдающих БА, и уменьшается возраст впервые заболевших детей [1]. Заболевание может протекать в виде единичных, эпизоди-

ческих приступов удушья либо иметь тяжелое течение с развитием осложнений, например астматического статуса [1]. Поэтому одной из активно развивающихся областей на стыке медицины и прикладной радиоэлектроники является разработка электронных устройств, предназначенных для мониторинга жизнедеятельности пациента [2] и диагностики заболеваний бронхолегочной системы [3].