

Криохирургия

В практике подиатрии

Д-р Грэм Колвер – консультант-дерматолог Королевского госпиталя Честерфилд

Криохирургия – это целенаправленное и контролируемое разрушение нездоровой ткани холодом. Преимущества и недостатки повреждения тканей холодом известны уже давно. Успешная криохирургия требует понимания последствий замораживания живой ткани для того, чтобы увеличить терапевтический эффект. Если недооценивать разрушительную силу низкотемпературных жидкостей, это может причинить пациентам вред, тогда как разумное использование этого метода приносит значительные выгоды.

Ключевой момент

Несмотря на всю простоту метода, очень важно избежать недооценки разрушительной силы криохирургии

История криохирургии

Холод понижает чувствительность кожи, и этот эффект с успехом использовался столетиями для уменьшения боли. Более 4000 лет назад древние египтяне знали, что холод ослабляет боль при травмах и уменьшает воспаление. Гиппократ рекомендовал гипотермию для уменьшения опухолей, кровотечений и боли. Джеймс Арнотт изучал в Лондоне местные обезболивающие свойства холода для облегчения боли при последней стадии рака. Он смог достичь температуры -25°C , используя смесь льда и соли. В конце 19-го столетия произвели опыт по сжижению кислорода, а немного позже этого Линде приготовил коммерчески значимую партию жидкого азота. Дьюар получил жидкий водород в 1898 году и вскоре изобрел сосуд с вакуумной защитой для его хранения и транспортировки. Это немедленно дало возможность терапевтического применения низкотемпературных жидкостей вне лабораторий.

Холод использовался в основном для повреждения нервов, чтобы ослабить боль при патологических состояниях. Его способность разрушения опухолей используется сейчас во многих медицинских специальностях – от хирургии грудной клетки и печени до болезней уха, горла и носа, а также в дерматологии и подиатрии (см. Таблицу 1).

Биология

Повреждение клеток в результате замораживания может быть вызвано образованием льда как внутри клеток, так и снаружи, а также разрушением клеточных мембран и нарушением обмена веществ в коже во время замораживания. Через 30 минут после замораживания капиллярные эндотелиальные клетки разбухают, и формируются микротромбы. На фоне

Таблица 1. Криохирургия в различных специальностях

Специальность	Использование
Хирургия грудной клетки	Разрушение опухолей лёгких
Болеутоляющая терапия	Парез чувствительных нервных окончаний
Офтальмология	Извлечение хрусталика
Проктология	Лечение геморроя
Кардиохирургия	Терапия дефектов электропроводимости

нарушения обмена веществ развивается гипоксия. Самую большую травму клетка получает во время оттаивания. Критические условия, которые определяют степень повреждения, – это глубина замораживания, самая низкая достигнутая температура, продолжительность замораживания и оттаивания. Повторение циклов замораживания-оттаивания даёт большее разрушение тканей, чем однократный цикл. Температуры, необходимые для разрушения клеток кожи, зависят от морфологии клеток, но большинство клеток погибает при температурах от -25°C до -30°C . Такая температура достигается уверенно на глубине до 3-4 мм от поверхности кожи при использовании техники спрея жидкого азота. В сравнении с этим методом, нанесение жидкого азота ватным тампоном менее эффективно.

Меланоциты наиболее чувствительны к холоду, и клинически это проявляется в виде гипопигментации после криохирургии, иногда даже после очень краткого замораживания. Фибробласты, в противоположность этому, хорошо сопротивляются холоду и могут пережить глубокое замораживание. Коллаген более устойчив и структурно не повреждается после гибели клеток. Это объясняет, почему следы после криохирургии обычно плоские, и почему анатомическая структура не нарушается даже после глубокого замораживания, а также почему гипертрофические рубцы и келоиды особенно упорно сопротивляются лечению.

Хладоагенты

В подиатрии чаще всего применяются жидкий азот (как в виде спрея, так и с помощью контактных зондов) и окись азота (с помощью контактных зондов). Нужно отметить, что окись азота, хотя метод её применения такой же, не позволяет достичь таких же низких температур. К другим хладоагентам относятся перфторуглеродородные аэрозольные спреи.

В настоящее время практически нет сведений, позволяющих утверждать, что достигаемые с их помощью температуры также эффективны, как воздействие жидкого азота или окиси азота.

Форма замораживаемой области

Когда струя жидкого азота или зонд соприкасаются с поверхностью кожи, температура в эпицентре падает очень быстро. Тёплый окружающий воздух уменьшает этот эффект и способствует расширению кровеносных сосудов. Температура падает не так быстро вглубь дермы и по периметру места воздействия. На рисунках справа показаны изотермические линии и форма ледяного образования в коже. Подобный эффект можно воспроизвести на опыте, если воздействовать струёй на прозрачную пластину из подходящего материала. Сначала замораживаемая область имеет форму, близкую к шаровидной, но когда холод распространяется глубже, в центре этой области образуется выступ. Такая форма области имеет критическое значение для планирования терапевтических процедур. Было бы проще представить, что под местом процедуры образуется замороженная область цилиндрической формы, но на практике по краям места процедуры воздействие холода гораздо менее интенсивно (см. Рис. 1).

Организационные аспекты криохирургии

Необходимо обеспечить несколько условий, чтобы использование криохирургии в клинике не вызывало никаких проблем. Приводим список таких условий:

- Компетентность и надлежащее обучение,
- Правильный выбор пациентов,
- Выбор оборудования и поставщика жидкого азота,
- Удобный кабинет с кушеткой,
- Информированность пациента,
- Тщательный учёт,
- Выписки,
- Амбулаторное наблюдение.

Компетентность

Разные профессиональные группы устанавливают свои собственные стандарты уровня образования и практических навыков. Некоторые модели обучения до сих пор используют метод наставничества или специальные учебные семинары. Самым важным фактором в любом случае является то, что сам обучающий должен быть способен продемонстрировать владение техникой криодеструкции.

Ключевой момент

Криохирургия – это сумма практических навыков, которые нуждаются в основополагающих знаниях и в обучении под руководством опытных наставников. Это должно быть неотъемлемой частью любого обучения

Выбор пациентов

Взрослые хорошо переносят криотерапию. Но для детей младше 10 лет она подходит меньше, хотя некоторые дети старше 5 лет могут вытерпеть краткое замораживание (5 – 10 секунд) пары-тройки новообразований. Перед процедурой пациенты должны быть проинформированы о послеоперационных последствиях, и нужно также принять во внимание индивидуальные особенности, так как у людей с тёмной кожей может образоваться заметная гипопигментация.

Оборудование и техника

Нужно обеспечить надёжную поставку жидкого азота или другого криогена. Может быть, это возможно будет сделать через какую-то местную больницу или же путём личного контакта с местным поставщиком. Сильно облегчает жизнь, если у вас будет свой сосуд Дьюара, который нужно будет

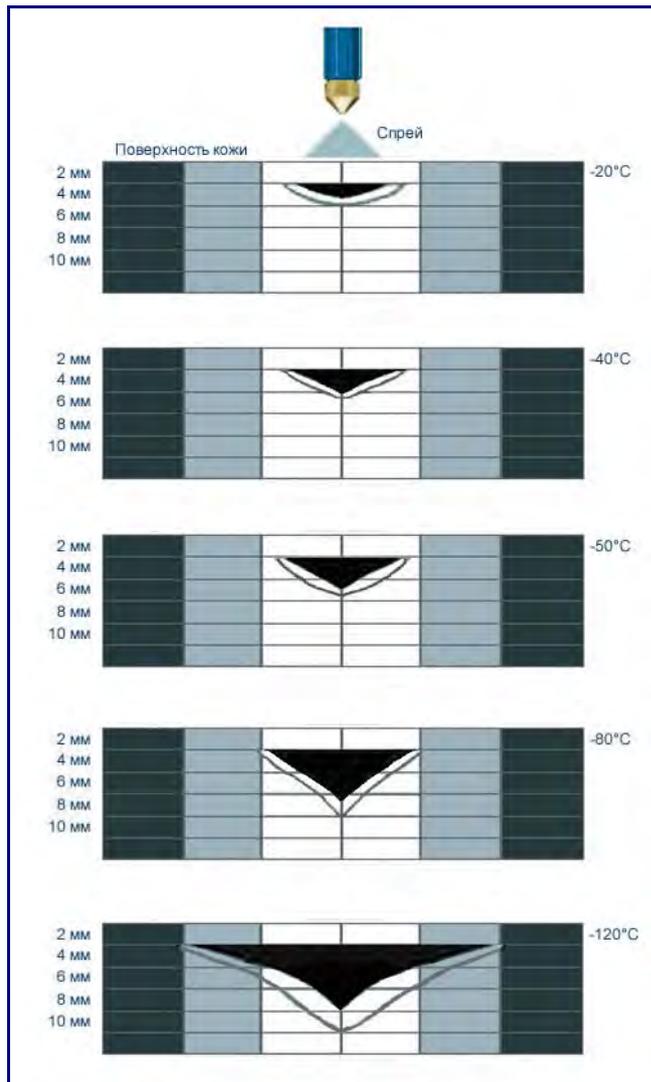


Рис. 1. Форма замороженной области.

(Рисунок воспроизводится с разрешения авторов П. Р. Добера, Г. Б. Колвера и А. Джексона из книги «Криохирургия кожи. Принципы и клиническая практика», Лондон, изд-во Мартин Дунитц, 1997 г.)

просто наполнять два-три раза в год у поставщика. Самый простой метод – это нанесение жидкого азота ватным тампоном. Для этого обычно наливают немного жидкого азота в небольшую металлическую чашечку, меняя его после каждого пациента. Это предупредит заражение жидкости вирусом папилломы человека, что может случиться при постоянном обмакивании в неё тампона. Тампон не должен быть слишком плотным. Его погружают в жидкий азот и затем плотно прижимают к новообразованию. Большие новообразования нужно обрабатывать в несколько приёмов. Ватные тампоны бывают разного размера и плотности. Это разнообразие приводит к неточностям и меньшей эффективности в работе, за исключением только очень маленьких новообразований (например, маленьких бородавок). Самой большой деталью криодеструктора является баллончик с вакуумной защитой. На его основную подающую трубку накручиваются струйные наконечники или контактные зонды разных размеров (см. Рис 2). Объём подаваемого криогена зависит от диаметра наконечника – для криодеструкторов Cryo-Ac компании Cryomill это апертуры размеров А, В, С, D (из них В и С наиболее часто используются в клинической практике). Конец наконечника при выполнении процедуры держат на расстоянии около 1 см от кожи. Обработке



Рис. 2. Криодеструктор с подающей трубкой и апертурным наконечником

некоторых плохо доступных мест помогают удлинители с изгибом, позволяющие поменять положение наконечника. Струю жидкого азота можно сконцентрировать на строго определённой площади, используя неопределённые конусы или прозрачную пластину с коническими углублениями и отверстиями разного диаметра (см. Рис. 3). Важно помнить, что данный метод усиливает разрушительное воздействие процедуры, и поэтому время воздействия нужно сократить.

В контактных зондах (см. Рис. 4) жидкий азот проходит через головку зонда, прежде чем выйти в атмосферу через пластиковый отвод, а с кожей контактирует только поверхность головки. Зонды имеют немало сторонников, они позволяют врачу оказывать давление на место процедуры. Это создаёт более глубокое замораживание, и некоторые специалисты считают, что это самый верный способ лечения бородавок. Контактные зонды обычно используются с некоторым количеством специального геля, чтобы обеспечить более плотный контакт. Это не только даёт равномерное замораживание ткани, но и позволяет немного приподнять замороженную область над более глубокими слоями кожи, оттягивая зонд на себя, как только образовался надёжный контакт. Это не требуется на поверхности стопы, но помогает в области спины, чтобы избежать повреждения холодом сухожилий, нервов и кровеносных сосудов.



Рис. 3. Прозрачная пластина (крио-плата) с отверстиями разного диаметра



Рис. 4. Использование криодеструктора для процедуры на подошвенной бородавке

Во всех описанных методах для получения более стойкого терапевтического результата можно использовать повторные циклы замораживания после полного оттаивания предыдущего. После первой процедуры количество жидкости внутри оттаявшей области возрастает, и это позволяет производить более быстрое замораживание в последующих процедурах. Особенно эффективны повторные замораживания при злокачественных поражениях, но некоторые специалисты находят, что они помогают и при доброкачественных новообразованиях. Исключительно важно, однако, приобретать опыт, используя более консервативные методы перед тем, как использовать более агрессивные. Каждая деталь оборудования и обстановки - например, размер наконечника, температура воздуха и т.д., оказывает влияние на клинический результат, а целью должно быть обеспечение предсказуемого ответа.

Ключевые моменты

Ватные тампоны, крио-спрей и контактные зонды являются обоснованными методами применения жидкого азота. Самый важный аспект при этом: уверенно владеть какой-либо техникой, чтобы получить надёжные и безопасные результаты. Повторные циклы замораживания после полного оттаивания предыдущего могут использоваться для получения более эффективного терапевтического результата. Исключительно важно приобретать опыт, используя более консервативные методы лечения перед переходом к более агрессивным

Кабинет

Обычная обстановка кабинета подиатра вполне подходит для осуществления криохирургии. При лечении ног пациент должен находиться в удобном положении лёжа. Освещение должно быть достаточным, в идеале это потолочный светильник на регулируемой подвеске. Лучше, если кабинет не слишком маленький и имеет вентиляцию, так как всегда существует небольшой риск разлива жидкого азота.

Информированность пациента

Существует всеобщее согласие относительно того, что пациенты должны быть как можно лучше проинформированы обо всех методах лечения их проблемы, об относительных преимуществах, побочных эффектах и осложнениях выбранного метода лечения. Но консенсус по вопросу о том, нужно ли документировать согласие пациента на лечение, и как это делать, пока не достигнуто. Некоторые организации довольствуются кратким письменным протоколом обсуждения, другие же требуют, чтобы под детальным документом стояла подпись пациента. Идёт юридический спор о том, может ли осознанное согласие быть получено в тот же день, когда должна быть проведена процедура, не требующая срочного вмешательства. Выдвигаются аргументы, что каждый должен иметь время и возможность обдумать детали обсуждения. Тем не менее, существует почти всеобщее согласие, что в случае простых процедур – таких как криохирургия – вполне разумно, если лечение будет произведено немедленно, и обычно это же ожидается и самим пациентом.

Тщательный учёт

Должны производиться записи о согласии на лечение, о выбранном методе лечения (спрей или зонды, диаметр наконечника, время воздействия и число циклов). Неплохой практикой является фиксирование беседы об осложнениях, о шансах на успешный результат и о том, была ли дана выписка.

Выписки

Детальное описание часто встречающихся побочных эффектов должно содержаться в выписке, чтобы пациент знал, что следует иметь в виду. Она должна также включать рекомендации по уходу за местом процедуры и содержать контактный телефон на случай возникновения проблем. Пример выписки приведён на Рис. 5.

Ключевой момент

Документация должна отражать обсуждение вопросов осложнений и шансов на успешный результат

Амбулаторное наблюдение

Здесь достаточно простая ситуация, но она также зависит от соглашения, достигнутого с пациентом по поводу целей и конечной точки лечения. Если лечение позволяет избавиться от симптомов за один визит, то скорее всего нет необходимости возвращаться к лечению, даже если новообразование исчезло не вполне. Вы можете, также, договориться, что в случае, если не будет улучшения после трёх визитов, дальнейшие попытки предприниматься не будут.

Циклическая терапия

(ЦЗО – цикл замораживания-оттаивания)

Многие практикующие врачи воздействуют на новообразования ватными тампонами или спреем до тех пор, пока замороженная область не распространится на 1 мм за границу новообразования, а затем поддерживают замораживание ещё несколько секунд. Если у пациента будет чрезмерная реакция, или же, наоборот, не будет никакой, то врач не будет иметь надёжных критериев для определения дальнейших действий. Поэтому так важно ход лечения фиксировать письменно. Это можно делать несколькими методами, один из которых подходит для новообразований диаметром до 1 см. Спреем или зондом воздействуют по центру новообразования до тех пор, пока не образуется необходимая область замораживания.

Информационная выписка после криохирургии

Вам было проведено криохирургическое лечение по поводу подошвенной бородавки. Болевые ощущения обычно проходят в течение 10 минут, но через несколько часов они могут возобновиться, и тогда Вам следует принять парацетамол или аспирин для их успокоения. Уменьшению боли будет способствовать, если поддержать ногу в приподнятом положении.

В течение нескольких дней место процедуры будет припухшим, и из него может выделяться немного жидкости. Если образуется волдырь, Вы можете проколоть его стерильной иглой, но не отрывайте его от кожи.

Если у Вас появятся опасения, что процесс идёт неправильно, пожалуйста, позвоните в офис по телефону:

Рис. 5. Информационная выписка для пациента

Затем эту область поддерживают в течение определённого времени (обычно это 5 – 30 секунд, в зависимости от особенностей новообразования). Отсчёт нужно начинать только тогда, когда получена необходимая область замораживания, но не с начала процедуры. Когда «ледяной шарик» образовался, ему не нужно позволять расти, так как это может вызвать нежелательное повреждение прилегающих тканей. Нужно просто периодически выпускать струю, чтобы поддерживать достигнутый размер шарика. Желательно, также, не забывать, что можно использовать наконечники и зонды другого диаметра, можно варьировать расстояние от наконечника до кожи (обычно оно равно 1,0 – 1,5 см). Цикл замораживания-оттаивания (ЦЗО) – это термин, который следует использовать во всех записях для обозначения цикличности терапии. Если новообразование заморожено до необходимого размера шарика, а обработка продолжается ещё 5 секунд, лечение называется «5-ти-секундный цикл замораживания-оттаивания (ЦЗО 5 секунд)». Время замораживания должно быть зафиксировано в записях для последующих ссылок.

Ключевой момент

Изучение и выполнение плана циклической терапии приносит пользу клиенту и вводит стандартную терминологию

Доброкачественные новообразования

Бородавки

Эти новообразования возникают из-за заражения вирусом папилломы человека (ВПЧ). Подошвенные бородавки локализуются на подошве ступни (см. Рис. 6). Существует более 50 подтипов ВПЧ, которые характеризуются своей особой анатомической локализацией и морфологией. Другими словами, нет вероятности, что один и тот же подтип вызовет образование кондиломы и мозаичной бородавки. Со стороны

Рис. 6.
Подошвенная бородавка



Таблица 2. Крихирургия доброкачественных новообразований с помощью криодеструктора Сту-Ас с наконечником (апертурой) С

Патология	Время обработки после образования ледяного шарика	Ширина закраины заморажив.
Бородавка на спинке подошвы	5 - 10	1 мм
Мозаичная подошвенная бородавка	5 - 30	1 мм
Контагиозный моллюск	Только до образования шарика	Нет
Себоррейный кератоз	5 – 20	1 мм
Миксоидная киста	30	2 мм
Грануляционная ткань с вросшим ногтем	30	1 мм

кожи может быть различным ответ, определяющий степень гиперкератоза и воспалительную реакцию. Полезно объяснить пациенту, что вирус обитает (как показывает цепная реакция полимеразы) в эпидермальных клетках, находящихся на расстоянии до 1 см от новообразования. Это объясняет, почему иногда после того, как воспаление прошло, появляется несколько новых бородавок по периферии места процедуры. Обсуждение того, что следует реально ожидать, может пройти долгий путь, прежде чем уменьшит разочарование результатами неудачного лечения.

Посмотрите Таблицу 2, содержащую некоторые вопросы лечения. Срезание гиперкератозного новообразования перед лечением обычно всегда помогает. Перед процедурой можно применить местную анестезию, и некоторые врачи полагают, что с ней можно использовать более высокую дозу жидкого азота, чем без неё. Применять адреналин нет необходимости.

Контагиозный моллюск

Они бывают одиночные и множественные и часто имеют вдавленный центр. Эта оспенная инфекция не располагается на ногах. Нужно отметить, что эти новообразования особенно чувствительны к криотерапии. Обработка поверхности новообразования спреем жидкого азота в течение нескольких секунд, как правило, вполне достаточна для обеспечения успеха.

Грануляционная ткань

Основным методом облегчения симптомов при вросших ногтях является удаление ответственной части ногтя хирургическим вырезанием. В то же время, грануляционная ткань имеет густую сеть кровеносных сосудов, и поэтому хорошо поддаётся криотерапии. Как правило, однократная обработка спреем в течение 30 секунд даёт хороший результат (см. Рис. 7).

Противопоказания

Не существует абсолютных противопоказаний, но всё же некоторые пациенты могут иметь повышенную реакцию на холод – например, такие, у кого из-за холода случается крапивница, или те, кто имеет в анамнезе криоглобулинемию. Криоглобулинемия – это редкое состояние, характеризующееся присутствием в кровотоке необычных протеинов, именуемых криоглобулинами. При воздействии холода они теряют растворимость и оседают в капиллярах, вызывая ухудшение кровообращения в охлаждённой области.

Послеоперационный уход

Рекомендуется носить повязку на месте процедуры, если



Рис. 7а. Грануляционная ткань с вросшим ногтем



Рис. 7б. Непосредственно после замораживания

оно подвергалось более длительному замораживанию. Некоторое количество экссудата будет выделяться в первые несколько дней, и антисептическая повязка может предупредить вторичное инфицирование.

Обработка раны

Её можно промывать, и также важно периодически удалять корочку и экссудат. Могут быть предписаны анальгетики. Пациентов нужно предупредить, что они могут испытывать боль, дискомфорт, а место процедуры может в первое время опухать. Подошва ступни может испытывать зуд в течение нескольких дней после процедуры с множественными бородавками.

Осложнения крихирургии

Если процедура была более длительной, могут появиться боль, припухлость и волдырь. У людей с тёмной кожей может случиться гипопигментация места процедуры, но с течением времени она должна пройти. Парестезия случается, но, как правило, кратковременная. Продолжительное нарушение чувствительности встречается редко. Крихирургия в области ногтя может привести к дистрофии ногтя и к повреждению сухожилий пальца. Мириа – это маленькие, наполненные кератином эпидермальные кисты, они могут появиться после операции и держаться месяцы, но затем обычно самопроизвольно исчезают. Тонкий гипертрофический шрам также может появиться, но исчезнет в последующие месяцы. Пациенты, принимающие антикоагулянты и кортикостероиды, как правило, лучше переносят крихирургию.

Ключевой момент

Боль, появляющаяся после крихирургии, может быть значительной, и её нельзя недооценивать. Пациенту нужно дать информационную выписку, которая объяснит ему некоторые вопросы

Читайте также

Dawber RPR, Colver GB, Jackson A. Крихирургия кожи. Принципы и клиническая практика. Изд-во Martin Dunitz, London, 1997.

После чтения статьи...

Краткий вопросник

1. Каковы принципы криохирургии?
2. Какие последствия вызывает повреждение клетки в результате её замораживания?
3. Каковы критические показатели степени этого повреждения?
4. При какой температуре погибает большинство клеток?
5. Каковы противопоказания для криохирургии?
6. Каковы потенциальные осложнения криохирургии?
7. Почему важны схемы циклической терапии?
8. Если в истории пациента записан «5-секундный ЦЗО», как Вы воспроизведёте это лечение?
9. Какие аспекты лечения должны отражаться в истории пациента?
10. Почему несколько новых бородавок могут вырасти по периметру удалённой подошвенной бородавки?

Время поразмыслить

После чтения этой статьи поразмыслите некоторое время о криохирургии. Темы для примера:

Как часто я использую криохирургию в своей практике? Использую ли я её вообще?

Применяю ли я криохирургию наиболее эффективно? Обеспечиваю ли наилучшие условия для пациента?

Как я оцениваю результаты своей лечебной практики?

Изменит ли эта статья что-то в моей практике? И если да, то что?

Общество хироподов и подиатров – серия «Продолжаем профессиональное образование», брошюра 4. Криохирургия.

Редакционная и экспертная коллегия:

Иван Бристов – Университет Саутгемптона; Майк Поттер – декан факультета подиатрической медицины; Джил Гранди – директор серии, Media-Fx; Энн Стрингер – директор серии, Media-Fx; Клэр Ричардс – Общество хироподов и подиатров.

© 2005 Media-Fx Limited

Криохирургия (SCPod CPD series No4) спонсируется грантом на развитие образования компании Brymill UK

Данные, мнения и утверждения, содержащиеся в данной статье, принадлежат указанному автору (авторам). Издательство, Общество хироподов и подиатров, редакционная коллегия, спонсоры и их сотрудники, служащие и агенты не несут ответственности за последствия, которые могут вызвать любые неточные или неверные данные, мнения или утверждения. Медицинская наука постоянно развивается. Как только появляется новая информация, становятся необходимыми изменения в лечении, процедурах, оборудовании, использовании лекарств. Читателям настоятельно рекомендуется проверять информацию, особенно связанную с использованием лекарств, что должно соответствовать самому новейшему законодательству и стандартам лечения.



Cryosurgery in podiatric practice

Dr Graham Colver – Consultant Dermatologist, Chesterfield Royal Hospital

Cryosurgery is the deliberate destruction, in a controlled manner, of diseased tissue by cold. The benefits and hazards of tissue injury from cold have been recognised for many years. Successful cryosurgery requires an understanding of the effects of freezing living tissue in order to optimise the therapeutic benefit. Failure to appreciate the destructive power of very cold liquids will result in harm to patients whereas prudent use of this treatment modality will bring significant benefit.

Key Point

For all the simplicity of its use it is important not to underestimate the destructive power of cryosurgery

HISTORY OF CRYOSURGERY

Cold has a numbing effect on the skin and for centuries this fact has been used beneficially to reduce pain. Over 4000 years ago the Egyptians were aware that cold minimised the painful effects of trauma and reduced inflammation. Hippocrates advocated hypothermia to reduce swelling, haemorrhage and pain. James Arnott, in London, investigated the local anaesthetic properties of cold to palliate the pain of cancers in the terminally ill. He managed to achieve temperatures as low as minus 25°C with a solution of ice and saline. At the end of the 19th century oxygen was liquefied experimentally and a little later a small commercial preparation of liquid nitrogen was made by Linde. Dewar liquefied hydrogen in 1898 and soon developed the Dewar vacuum flask for the storage and transport of these fluids. This had the immediate benefit of allowing therapeutic use of cold liquids away from the laboratory.

Cold has been used specifically to damage nerves in malignant conditions for pain relief. The ability to destroy tumours is now employed across many specialities from thoracic surgery and liver surgery, to ear nose and throat, as well as dermatology and podiatry (see Table 1).

BIOLOGY

Cellular injury following freezing may be brought about by both intra- and extracellular ice formation, disruption of cell membranes and changes in cutaneous circulation during freezing. Within 30 minutes of freezing, the capillary endothelial

Table 1. Cryosurgery in various specialities

Speciality	Therapeutic use
Thoracic surgery	Destruction of lung tumours
Pain relief	Sensory nerve paresis
Ophthalmology	Lens extraction
Proctology	Haemorrhoid therapy
Cardiac surgery	Conduction defect therapy

cells swell and microthrombi form. Hypoxia develops as the circulation is impaired. Much cellular injury occurs during thawing. The critical determinants of the extent of this injury are the rate of freezing, the lowest temperature reached, the duration of the freeze and the rate of thawing. Repetition of the freeze-thaw cycle produces greater tissue destruction than a single freeze-thaw cycle. Temperatures necessary to produce cell death in skin vary according to cell morphology, but most cells are killed at -25°C to -30°C. This temperature can be readily achieved at 3-4 mm depth from the skin surface using appropriate liquid nitrogen spray techniques. In contrast, the cotton wool bud method tends to be less effective.

Melanocytes are most sensitive to cold temperatures and clinically this is seen as hypopigmentation after cryosurgery – sometimes after very short freezes. Fibroblasts, in contrast, are resistant to cold and may survive deep freezes. Collagen is itself even more hardy and remains structurally intact after cellular death. This explains why cryosurgery scars are usually flat, the anatomical configuration is undisturbed even after a profound freeze, and why hypertrophic scars and keloids are remarkably resistant to treatment.

REFRIGERANTS

Within podiatry, the most commonly used refrigerants are liquid nitrogen (as a direct spray method or through a probe) and nitrous oxide (through a probe). It should be remembered that with the latter, although the techniques of application are similar to that of a liquid nitrogen probe, the temperatures attained are not as low. Other refrigerants that are available include fluorocarbon liquids in aerosol spray preparations.



Currently, there is little evidence to demonstrate that the temperatures attained by these are as effective as those from liquid nitrogen or nitrous oxide.

SHAPE OF CRYOINJURY

When a liquid nitrogen spray or probe is applied to the skin surface the temperature drops quickly. Warm air temperature reduces the effect directly and produces vasodilatation. The temperature drop is less in the deeper tissues and laterally. Accurate temperature mapping shows the isotherms and the shape of the iceball. The effect can be visualised *in vitro* by freezing a transparent disc of suitable material. Initially the shape is nearly that of a hemisphere but when the freeze is more protracted the deeper part of the iceball becomes more pointed. The importance of these shapes is critical to planning therapeutic procedures. It is easy to assume that beneath the surface ice field there is a destructive cylinder of ice but in fact, under the lateral part of the surface ice there is little effect at all (see Figure 1).

ORGANISATIONAL ASPECTS OF CRYOSURGERY

There are several components needed to ensure the safe use of cryosurgery in the clinic. This is a useful checklist:

- Competency – proper training
- Patient selection
- Equipment purchase and supply of cryogen
- Room – comfortable with couch
- Consent
- Keep good records
- Use information handouts
- Follow-up policy.

COMPETENCY

Different professional bodies set their own standards for knowledge and practical skills. In some the model of learning still includes an apprenticeship or training component. The overriding factor in any case is that the practitioner must be able to demonstrate competence in this technique.

Key point

Cryosurgery is a practical skill that needs background knowledge and supervised practice. These should be part of a learning package

PATIENT SELECTION

Cryotherapy is well tolerated in adults. It is not usually suitable for children under 10 years of age, although some young children over five years of age may tolerate single freeze times of 5–10 seconds to a few lesions only. Patients should be warned, before treatment, about post-operative effects and individual susceptibilities should be taken into account, *eg* anyone with dark skin may develop marked hypopigmentation.

EQUIPMENT AND TECHNIQUE

A supply of liquid nitrogen or other cryogen must be secured. This may be *ad hoc* from the local hospital either by agreeing to delivery or collecting it personally. Ownership of a storage tank makes life easier and this can be refilled, two or three times per annum, by an industrial supplier.

The cotton wool bud is the simplest method of application. Ideally an amount of liquid nitrogen should be decanted into a metal gajipot for each patient. This will prevent contamination

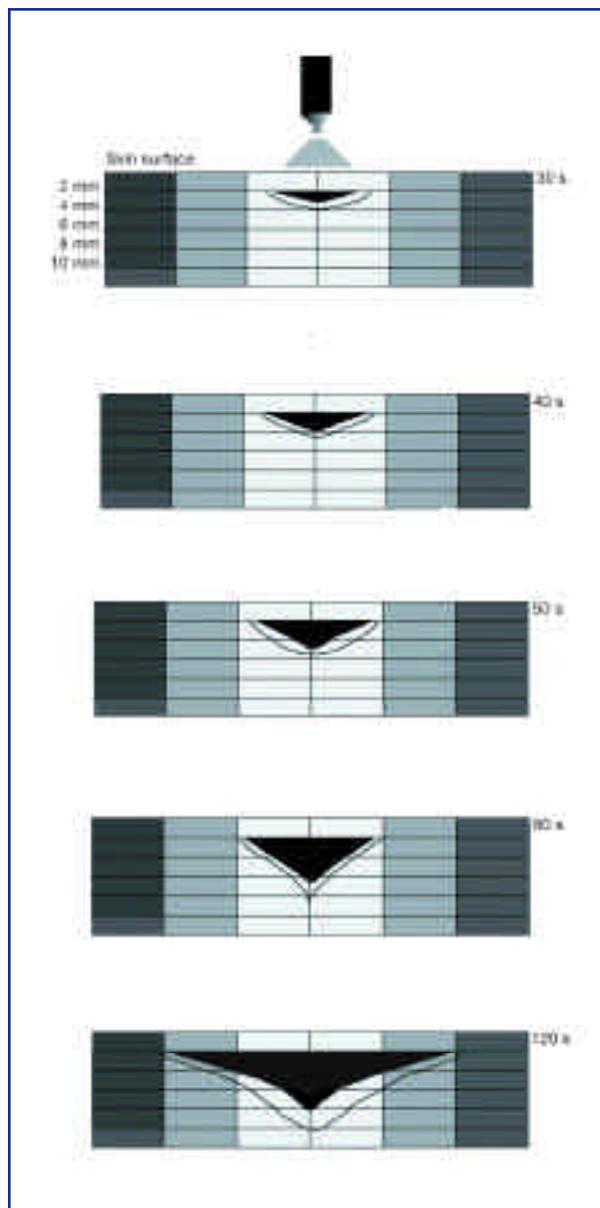


Figure 1. Shape of the icefield

(Reproduced with permission from Dawber RPR, Colver GB, Jackson A. *Cutaneous Cryosurgery. Principles and Clinical Practice*. London: Martin Dunitz, 1997.)

of the main supply with human papilloma virus, which could occur if buds are repeatedly dipped into it. A bud, not too tightly packed, is dipped into the nitrogen and applied firmly to the lesion. Larger lesions may require several applications. Cotton wool buds vary in their volume, compactness and the pressure exerted by them. These variables lead to a lack of precision and less reproducible results except in very small lesions, *eg* warts.

The base unit of the cryospray is a vacuum flask. The treatment arm will receive either screw-on spray nozzles or probes of varying dimensions (see Figure 2). The rate of delivery of cryogen depends on the nozzle size – in the Cry-Ac unit (Brymill UK®) these range from A to D but B and C are most used in clinical practice. The tip is held about 1 cm from

Continuing Professional Development



Figure 2. Cryospray base unit with treatment arm and spray nozzle

the skin for treatment. Spray tips bent at right angles can be very helpful to reach certain sites. The nitrogen can be concentrated onto a small area by delivery down neoprene cones or a plastic shield with apertures of different sizes (see Figure 3). It is important to remember that this method increases the destructive power of the treatment and shorter application times will be needed.

Cryoprobes (see Figure 4) allow the nitrogen to circulate around the treatment tip but it is then vented through a plastic tube and it is only the metal tip that contacts the skin. Probes have their advocates and they allow the operator to apply pressure during the procedure. This gives a deeper freeze and some authors feel this is the treatment of choice for verrucae. When used in this way it is common to apply lubricant jelly first to obtain good contact. Not only does this ensure even freezing of the tissues but allows the frozen skin to be lifted off deeper structures by elevating the probe once ice has formed. This is not necessary on the plantar surface but is helpful on the dorsal surface to avoid cold injury to tendons, nerves and blood vessels.



Figure 3. Plastic shield with holes of varying diameter



Figure 4. Cryoprobe being used to treat a verruca

For any of the techniques described a second treatment cycle following complete thawing can be used for a greater therapeutic effect. The quantity of interstitial fluid increases following the initial freeze and allows a more rapid iceball formation on subsequent freezing. Double freezes are more useful for malignant disease but some specialists find them helpful for benign lesions. It is absolutely vital to gain experience using more conservative treatment schedules before progressing to more aggressive ones. Each piece of equipment, nozzle size, air temperature, etc, has an impact on the clinical effect and the goal should be to provide a predictable response.

Key points

Cotton bud, cryospray and cryoprobe are all reasonable ways to apply liquid nitrogen

The most important aspect is to become familiar with one or more techniques to ensure safe practice

A second treatment cycle following complete thawing can be used for a greater therapeutic effect

It is absolutely vital to gain experience using more conservative treatment schedules before progressing to more aggressive ones

THE ROOM

The normal clinical setting for podiatry is well suited to the practice of cryosurgery. When treating the feet the patient should be comfortable in a recumbent position. The lighting should be good, ideally with a ceiling-fixed cold-tip light on a rotating arm. It is best not to work in a very small room without ventilation because of the risks, however slight, of a significant nitrogen spillage.



CONSENT

There is general agreement that patients must be properly informed about the treatment options for their condition, the relative merits of each and the side-effects and complications of the treatment chosen. There is not a consensus on whether or how the consent to treatment should be documented. Some organisations are satisfied with a written summary of the discussion while others require the patient's signature at the end of a detailed document. There is a legal argument that valid consent cannot be taken on the same day as a non-urgent procedure – arguing that everyone should have an opportunity to reflect on the discussion. However there is almost universal agreement that in the case of simple procedures such as cryosurgery it is reasonable, and usually expected by the patient, to proceed immediately with treatment.

RECORDS

There should be notes to record the choice of treatment, the method used, *ie* probe or spray, nozzle diameter, application time and number of cycles. It is good practice to record discussion about complications, chance of a successful outcome and whether a handout was given.

HANDOUTS

Details of frequently occurring side-effects should be included in a handout so that the patient knows what to expect. It should include details on wound care and offer a contact number should a problem develop. An example of a handout is given in Figure 5.

Key point

Documentation should reflect a discussion about complications and the chance of a successful outcome

FOLLOW-UP POLICY

This is fairly straightforward but depends on reaching agreement with the patient about the goals and end point of treatment. If therapy succeeds in alleviating symptoms after one visit there may be no need to return even if the lesion has not fully resolved. Equally you may agree that if there has been no improvement after three visits that nothing further can be done.

REPRODUCIBLE TREATMENT SCHEDULES (FTC – FREEZE THAW CYCLE)

Many practitioners simply apply the bud or spray to the lesion until the ice field extends 1 mm beyond the lateral margin of the lesion, and maintain it for a few seconds. If the patient has a huge reaction or conversely there is no benefit, the operator will have no accurate way of determining how to proceed at the next visit. It is useful therefore to record the treatment in the notes. One method of doing this is the spot freeze method and this is suitable for lesions up to approximately 1 cm. The spray or probe is applied to the centre until ice has developed within the desired field. This field is then maintained for a given number of seconds (usually 5–30 depending on the pathology of the lesion). Counting begins only when the desired field has been achieved, not at the commencement of spraying. When the ice ball has been established it should not be allowed to continue growing to an ever-increasing diameter because this would cause unnecessary damage collaterally. It is best

Cryosurgery Information Leaflet

You have been treated with cryosurgery for your warts/verrucae. The initial pain usually settles within 10 minutes. However after a few hours it may begin again and you may need to take paracetamol or aspirin to relieve it. Putting your foot up may also reduce the pain.

It is common to get swelling and weeping from the treated area and this may persist for a few days. If a blister forms you should only prick it with a sterile pin but do not cut off the blister roof.

If you do not think that it is progressing as you expected then please contact the office on this telephone number.

Tel:

Figure 5. Information leaflet for patients

to then intermittently spray to merely maintain or "top-up" the ice ball to the chosen size. It is also desirable to have a constant approach to the other variables, *eg* spray nozzle or probe diameter, distance spray is held from the skin (best at 1.0–1.5 cm).

The terminology for accurate documentation and reproducibility of treatment is called the freeze-thaw cycle. If a lesion is frozen until the ice ball reaches the predetermined diameter and the spraying then continues for a further 5 seconds the treatment is called a 5 second freeze-thaw cycle or '5 sec FTC'. The freeze time used should be recorded in the notes for future reference.

Key point

Learning a reproducible treatment schedule is beneficial to the patient and allows a standard nomenclature for the clinical notes

BENIGN LESIONS

Verrucae and warts

These are synonymous and are lesions produced by infection with human papilloma virus (HPV). Verruca often refers to lesions on the sole of the foot or plantar warts (see Figure 6). There are more than 50 subtypes of HPV and the subtype usually determines the anatomical distribution and morphology of the lesion. In other words it would be unlikely that the same subtype would produce both a filiform wart and a mosaic verruca. There are varying host responses that



Figure 6. Verruca

Continuing Professional Development

Table 2. Cryosurgery for benign lesions using Cry-Ac® system (C nozzle)

Disease	Spray time (seconds) after formation of ice field	Lateral freeze
Wart, dorsum of foot	5–10	1 mm
Mosaic/plantar wart	5–30	1 mm
Molluscum contagiosum	Ice formation only	None
Seborrhoeic keratoses	5–20	1 mm
Myxoid cyst of digit	30	2 mm
Granulation tissue with ingrown toenail	30	1 mm

determine the degree of hyperkeratosis and inflammatory response.

It is helpful to explain to the patient that the virus has been shown (by the polymerase chain reaction) to reside in epidermal cells up to 1 cm distant from the clinical lesion. This explains why occasionally, after the inflammation has settled down, there will be growth of several new warts at the periphery of the treated area. Discussing realistic expectations will go a long way to reducing the disappointment of failed treatment.

See Table 2 for treatment details. Paring a hyperkeratotic lesion before therapy is usually helpful. Local anaesthesia can be utilised prior to freezing and some practitioners believe it enables a more effective dose of nitrogen to be delivered than would be possible without it. Adrenaline is not necessary.

Molluscum contagiosum

These are single and multiple and often have an umbilicated centre. This pox virus infection is uncommon on the foot. However the lesions are particularly responsive to cryotherapy. Spraying the surface for a few seconds is usually sufficient to ensure resolution.

Granulation tissue

The mainstay of relieving the symptoms of ingrown toenails rests with removal of the offending nail spike by conservative resection or matricectomy. However, granulation tissue is highly vascular and responds very well to freezing. The spray method is the easiest to apply and generally a single 30 second FTC is sufficient (see Figure 7).

CONTRAINDICATIONS

There are no absolute contraindications, but it is best avoided in patients who may react to cold temperatures, ie those patients with cold urticaria or a history of cryoglobulinaemia. Cryoglobulinaemia is a rare condition characterised by the presence of abnormal proteins called cryoglobulins in the bloodstream. These become insoluble at reduced temperatures and precipitate into the microvasculature on exposure to cold causing restricted blood flow in exposed areas.

POST-OPERATIVE CARE

A dressing is advisable for those lesions treated with longer freeze times. Some degree of exudation may be expected during the first few days and an antiseptic dressing such as



Figure 7a. Granulation tissue with ingrown nail



Figure 7b. Immediately after freezing

Povidone-Iodine helps prevent secondary infection. Wounds can be washed and it is important that crust and exudate is removed regularly. Adequate analgesics should be prescribed. Patients should be told to expect some pain, discomfort and swelling initially. Feet will feel sore for several days after treatment of multiple viral warts.

COMPLICATIONS OF CRYOSURGERY

Pain, swelling and blistering frequently occur when longer freeze times are used. Hypopigmentation of the treated area is seen in people with dark skin, but this may improve in time. Paraesthesia occurs but is usually temporary. Prolonged sensory abnormality is rare. Cryosurgery around the nails can lead to nail dystrophy and to extensor tendon injury.

Milia are small keratin filled epidermal cysts and formation may be seen months post-operatively but resolve spontaneously. A thin hypertrophic scar is also possible but will settle spontaneously in the following months. Patients on anticoagulants and corticosteroids tend to tolerate cryosurgery well.

Key point

Pain following cryosurgery can be considerable and should not be underestimated. An information leaflet is an additional benefit for the patient to take home

FURTHER READING

Dawber RPR, Colver GB, Jackson A. *Cutaneous Cryosurgery. Principles and Clinical Practice*. Martin Dunitz, London 1997.



Post-reading activity

Short Answer Questions

1. What are the principles behind cryosurgery?

2. What can bring about the cellular injury following freezing?

3. What are the critical determinants of the extent of this injury?

4. At what temperature are most cells killed?

5. What are the contraindications to use of cryosurgery?

6. What are the potential complications of cryosurgery?

7. Why are reproducible treatment schedules important?

8. If a 5 second freeze-thaw cycle was recorded in a patient's notes, how would you reproduce this treatment?

9. Which aspects of treatment need to be recorded in a patient's notes?

10. Why can several new warts grow on the periphery of a previously treated verruca?

