



РАСШИРЕННЫЕ МЕТОДЫ СНЯТИЯ ТУРНИКЕТОВ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Фаза 1 - ОЦЕНКА	6
Фаза 2 - КОНВЕРСИЯ	10
Фаза 3 - СМЯГЧЕНИЕ РИСКОВ	15



Расширенные методы снятия турникетов

Дисклеймер : В этом документе содержится перевод нескольких статей Патрика Вайнрауха, хирурга-ортопеда Сил обороны Австралии, опубликованных [на платформе профессионального развития Армии Австралии](#)

В статье описываются различные методы проведения конверсии наложенных турникетов.

Литературный перевод статьи сделан [TCCC RUS](#) Использование, обсуждение и преподавание этих методов должно выполняться исключительно опытными медицинскими работниками и боевыми медиками. Материал предлагается воспринимать в качестве информации для размышлений, а не как замену руководящим принципам или стандартным операционным процедурам.

Вступление

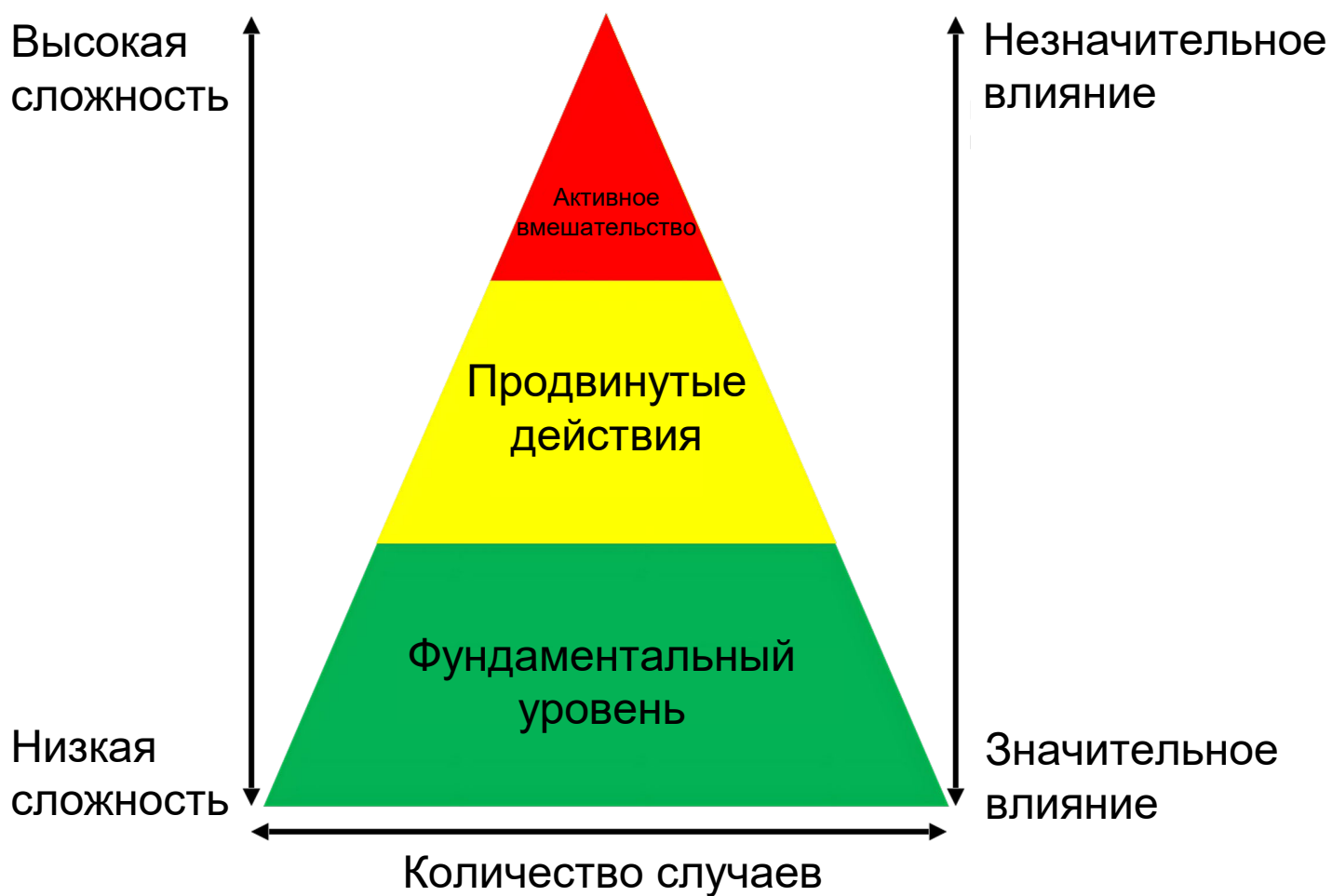
Использование турникетов во время действующей специальной военной операции на Украине привело к тревожно высоким показателям ятрогенного вреда, которого можно было избежать. Жесткие решения по наложению турникетов, предложенные принципами TCCC, привели к масштабным ампутациям конечностей и гибели раненых. В боевых условиях на Украине распространены задержки эвакуации, а возможности для конверсии применяемых турникетов ограничены.

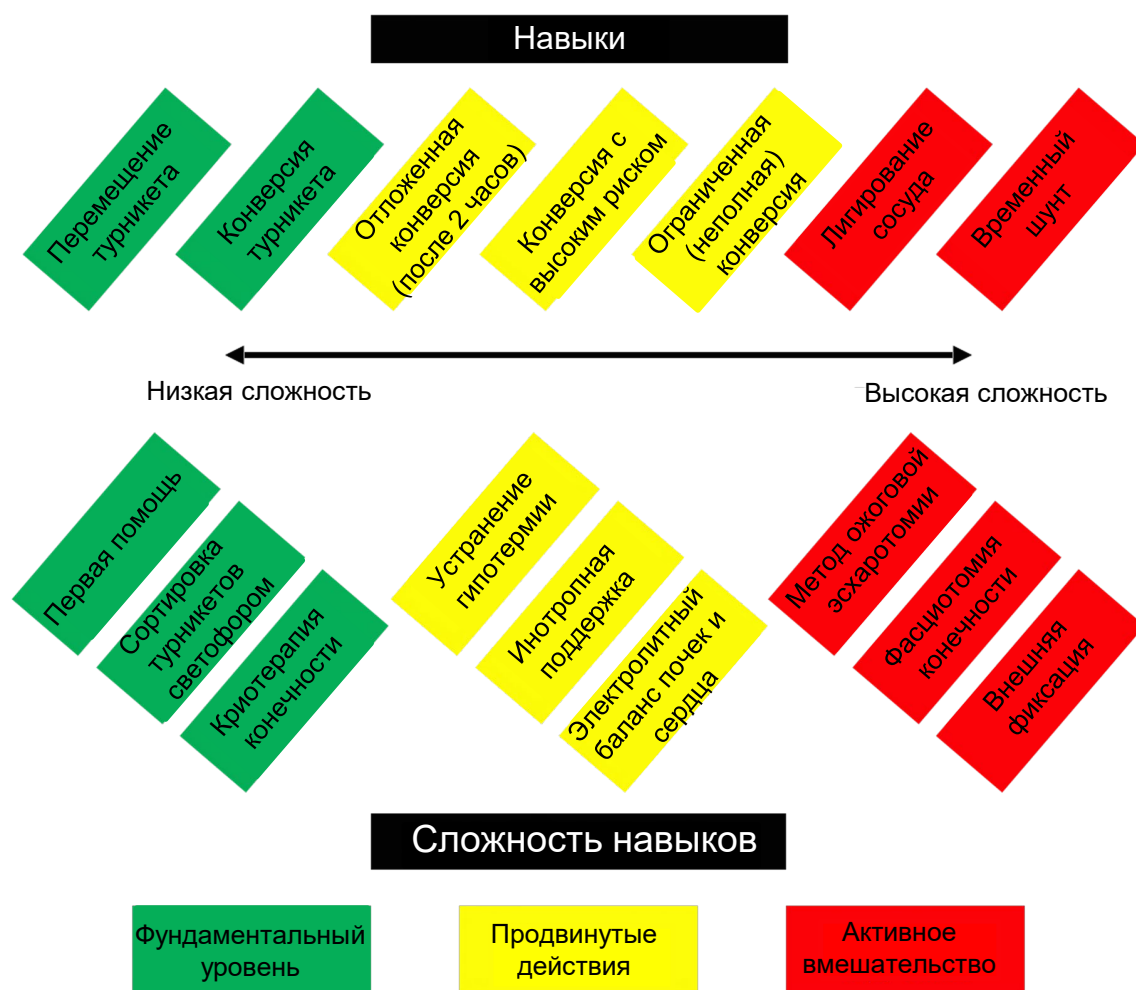
Учитывая эти наблюдения, Силы Обороны Австралии нуждаются в серьезном и срочном пересмотре того, как будут применяться турникеты во время будущих боевых операций.

Конверсия турникета направлена на минимизацию или устранение вреда, связанного с ишемией, вызванной турникетом. Говоря о конверсии, давайте построим трехуровневую структуру в соответствии со сложностью процедуры и возможностями медицинского персонала.



На рисунке изображена концепция «светофор». Больше о ней можно почитать [здесь](#). Зеленый цвет отвечает за фундаментальный уровень. Желтый цвет отвечает за продвинутые действия. Красный цвет отвечает за активное вмешательство, интервенционный уровень.





Навыки конверсии направлены на непосредственное восстановление кровоснабжения, устранение сосудистых нарушений, оптимизацию оксигенации тканей, контроль последствий ишемической реперфузии. Ранее опубликованные на The Cove статьи рассматривали различные аспекты ишемии, вызванной турникетом, и длительного применения турникета в условиях боевых действий. Эта статья объединяет несколько таких концепций, чтобы предоставить комплексный обзор процедур Расширенной конверсии турникета. Описанные в ней учебные и информационные инструменты предназначены для медицинских специалистов высокого уровня подготовки и базируются на принципах Базовой конверсии. Расширенная конверсия турникета может быть разделена на три фазы :

- 1. Оценка**
- 2. Конверсия**
- 3. Смягчение рисков**

ФАЗА 1: ОЦЕНКА

Светофорная схема конверсии турникетов предоставляет общее представление о последствиях ишемии, возникающих в зависимости от продолжительности его применения. Кроме прогнозирования ишемического поражения, время пребывания турникета также влияет на риск развития гемодинамической нестабильности после снятия и системных синдромов реперфузии.

Находясь на фазе оценки риска мы должны оценить риски от проведения попытки конверсии турникета. Если турникет был наложен более 2 часов назад, то следует выбирать метод «осуществление отложенной конверсии», поскольку повышен риск клинически значимых нарушений сосудистого тонуса и гипотонических состояний. Метод «Конверсия с высоким риском» будет использоваться для снятия турникета после 4 часов применения, когда, кроме риска повторного кровотечения и нарушения сосудистого тонуса, могут также наблюдаться опасные для жизни метаболические эффекты. Конверсия после 6 часов «теплой» ишемии является относительным противопоказанием, и в большинстве случаев рекомендуется ампутация.



Светофор	Риски при конверсии	Тип конверсии
Травма -----		
2 часа ----- Безопасно	▪ Оптимальная помощь; ▪ Минимальный риск; ▪ Риск в виде кровотечения.	Осуществление обычной конверсии
4 часа ----- Небезопасно	▪ Повреждение прогрессирует; ▪ Частично обратимое; ▪ Замедленное выздоровление; ▪ Нарушение вазомоторной функции/	Осуществление отложенной конверсии (после 2 часов)
6 часов ----- Критично	▪ Необратимое повреждение; ▪ Потеря функций; ▪ Возможна ампутация; ▪ Метаболическое воздействие.	Осуществление конверсии с высоким риском (после 4 часов)
Терминальная стадия	▪ Рекомендована ампутация.	

Рисунок выше описывает взаимосвязь между временем наложения турникета, патофизиологией после конверсии и подходящим методом конверсии.

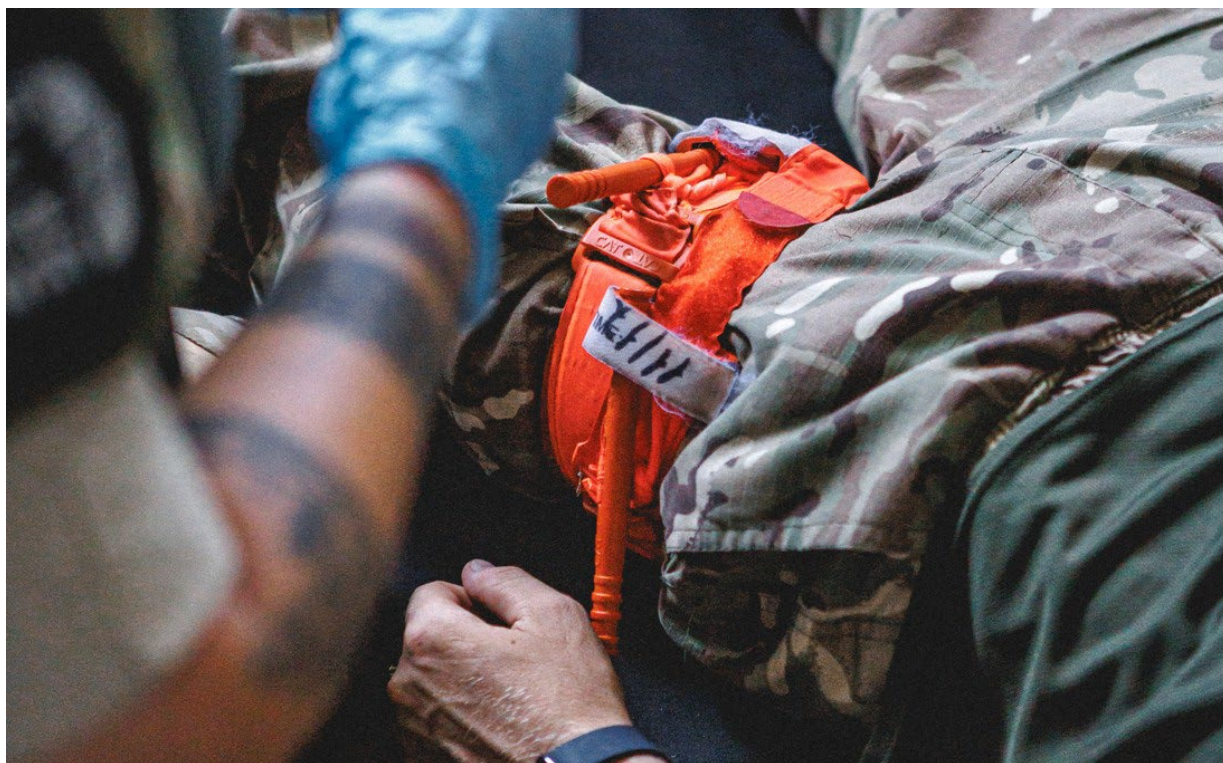
Осуществление «Отложенной конверсии» и «Конверсии с высоким риском» требуют способности управлять гипотензией и реперфузионными синдромами.

Реперфузионный эффект	Патофизиология эффекта
Быстрое развитие гипотензии.	• Восстановление массивного кровотечения; • Снижение вазопрессорной активности, опосредованной болевыми механизмами; • Нарушение симпатического вазомоторного тонуса конечности; • Секвестрация объема крови;
Нарушение сердечного ритма.	• Гиперкалиемия; • Метаболический ацидоз;
Метаболический ацидоз.	• Вымывание молочной кислоты и ишемических побочных продуктов из конечности в системный кровоток;
Гипотермия.	• Возвращение охлажденной крови из конечности; • Холодная конечность действует как постоянный теплоотвод;
Острое поражение почек.	• Накопление метаболических побочных продуктов клеточного повреждения; • Миоглобинурия.

Оценка пострадавшего относительно возможности конверсии турникета после длительного периода его применения требует баланса между минимизацией времени ишемии и надлежащей помощью, с учетом гемодинамических и метаболических последствий реперфузии.

Поэтому «отложенную конверсию» следует рассматривать как вынужденную плановую процедуру, которую желательно проводить в контролируемых условиях после внедрения активных реанимационных мероприятий.

Лечение более приоритетных травм у гемодинамически нестабильного пациента с политравмой может потребовать отсрочки снятия турникета. Однако, наряду со стремлением к идеальным условиям реанимации, необходимо учитывать прогрессирующий риск, связанный с дальнейшим промедлением. Важно применять клиническое суждение для определения момента, когда созданы достаточные (но не обязательно идеальные) условия для снятия турникета. Если снятие турникета не может быть выполнено в течение шести часов ишемии «теплого» типа из-за клинических или тактических ограничений, турникет следует оставить на месте, с последующим планом проведения первичной ампутации выше уровня его наложения.



ФАЗА 2: КОНВЕРСИЯ

Методы, используемые для смягчения гемодинамических и метаболических эффектов ишемической реперфузии конечностей, описаны ниже. Не все описанные элементы потребуются каждому пострадавшему.

Реанимационные мероприятия, начатые перед конверсией турникета, будут определяться индивидуальными потребностями пострадавшего и продолжительностью ишемии конечности.

* На английском языке описанные методы формируются в акроним ABCDE, где :

A – Alkalosis - Алкалоз

B - Blood Pressure – Артериальное давление

C – Calcium - Кальций

D – Defibrillation - Дефибрилляция

E - Electrolytes, Electrocardiography, Environment - Электролиты, Электрокардиография, Окружающая среда



Подробное описание каждого этапа в инструментарии реперфузии :

Алкалоз	- Создание умеренного респираторного и метаболического алкалоза с помощью гипервентиляции (если используется аппарат искусственной вентиляции легких,); - Внутривенное введение гидрокарбоната натрия (0,5-1 ммоль/кг или 1 мл/кг 8,4% раствора гидрокарбоната натрия); Типичная доза для взрослого: 1 ампула (50 мл) 8,4% гидрокарбоната натрия, введенная за 5-10 минут до снятия турникета. Минимизация метаболического ацидоза у пострадавших с политравмой важна для предотвращения сердечной дисфункции и нарушением свертываемости крови. Щелочная реакция мочи в сочетании с адекватной гидратацией и нормальным диурезом уменьшает опасное влияние миоглобинурии на почки ;
Артериальное давление	Систолическое давление должно быть соответственно скорректировано перед снятием турникета, поскольку возможно резкое и значительное снижение из-за: • продолжающегося кровотечения; • потери вазопрессорного эффекта, опосредованного болевыми механизмами; • секвестрации объема крови в конечности; • нарушения симпатической вазомоторной регуляции, вызванного ишемией нервов;
Кальций	- Введение глюконата кальция (10 мл 10% раствора внутривенно в течение 2-3 минут) для стабилизации сердечной деятельности в связи с риском аритмий, вызванных гиперкалиемией; - Играет важную роль в коррекции нарушений свертываемости крови при массивном кровотечении;
Дефибрилляция	Перед снятием турникета накладываются дефибрилляционные электроды, а медицинский персонал должен быть готов к экстренной дефибрилляции.
Электролиты	- Уровень калия в сыворотке крови перед снятием турникета желательно поддерживать в нижней границе нормы ($\approx 3,5$ ммоль/л); - для активного снижения уровня калия можно рассмотреть введение инсулина с декстрозой (10 ЕД инсулина в 50 мл 50% раствора, внутривенно в течение 2-3 минут);
Электрокардиография	Постоянный мониторинг ЭКГ для раннего выявления аритмий, вызванных гиперкалиемией.
Окружающая среда	Из-за прогрессирующего нарушения терморегуляции после реперфузии необходимо: • Регулярно отслеживать внутреннюю температуру тела; • Контролировать температуру окружающей среды; • Использовать системы принудительного обогрева; • Подогревать инфузионные растворы для предотвращения гипотермии.

Осуществление «отложенной конверсии» (2-4 часа ишемии)

Легкая транзиторная гипотензия после снятия турникета является относительно распространенным явлением, даже после сравнительно короткого периода применения (более 30 минут).

Типичная пост-реперфузионная гипотензия проявляется снижением систолического артериального давления на 10-30 мм рт. ст. в течение 1-2 минут после снятия турникета, самостоятельно возвращаясь к норме без необходимости вмешательства.

Однако, реперфузионная гипотензия становится более угрожающей, если:

- Пациент недостаточно реанимирован перед снятием турникета;
- Применяется гипотензивная тактика реанимации;

Если после снятия турникета возникает потребность в инотропной поддержке для временного удержания целевого систолического давления (≥ 80 мм рт. ст. или ≥ 110 мм рт. ст. при сопутствующей черепно-мозговой травме), обычно достаточно разового болюсного введения:

- Метараминол 0,25-0,5 мг в/в;
- Эфедрин 9-12 мг в/в;

При подготовке к осуществлению «Отложенной конверсии» необходимо оптимизировать инфузионную терапию и подготовить медикаменты для инотропной поддержки.

При длительной ишемии конечности, возможны стойкие вазомоторные нарушения, которые могут потребовать пролонгированной инотропной поддержки в виде инфузии.

Медицинские мероприятия при конверсии турникета в промежутке до 4 часов ишемии направлены на подготовительную реанимацию и на коррекцию пост-реперфузионной гипотензии.

Осуществление «Конверсии с высоким риском»

Снятие турникета в этот период значительно повышает риск развития реперфузионного синдрома, поскольку:

- Чем дольше ишемия, тем больше клеток погибло;
- Метаболические эффекты реперфузии минимальны при ишемии до 2 часов (отсутствует некротизация клеток), но максимальны через 6 часов (массивный некроз);

Поскольку мышечная ткань особенно чувствительна к ишемии, реперфузионный синдром сильнее выражен в нижних конечностях из-за большего объема мышц.

При подготовке к конверсии турникета с высоким риском необходимо принять дополнительные меры для профилактики гиперкалиемии, ацидоза, миоглобинурии, гипотермии и сердечной дисфункции. А также использовать все меры, описанные в «Инструментарии реперфузии».

При наличии соответствующей квалификации медицинский персонал может применять интервенционные мероприятия для улучшения перфузии конечности и оксигенации.

Если турникет успешно снят, но циркуляция остается под угрозой из-за полного циркулярного некроза кожи или глубоких ожогов, необходимо провести эсхаротомию. Эсхаротомию можно выполнить на догоспитальном этапе, даже если процедуру проводит не хирург.

Синдром сдавления (компаратмент-синдром) после ишемии.

Риск компартмент-синдрома значительно возрастает после 3 часов применения турникета. Диагностика базируется на клинических симптомах:

- Непропорциональная боль, не соответствующая степени повреждения;
- Усиление боли при растяжении пораженных мышц;

При длительной ишемии порог подозрения на компартмент-синдром должен быть снижен, поскольку промедление может привести к некрозу мышц.

Единственный эффективный метод лечения - ранняя открытая фасциотомия всех пораженных мышечных компартментов ниже уровня турникета.

Если необходимы как фасциотомия, так и эсхаротомия, линии фасциотомических разрезов должны соответствовать карте эсхаротомии, чтобы избежать излишнего повреждения тканей.

Промедление или нехирургическое лечение компартмент-синдрома не могут быть применены в случае проникающей травмы, поскольку ишемические компартменты будут инфицированы.

Контроль кровотечения

Лигация (перевязка) крупных сосудов может позволить снять турникет и восстановить перфузию конечности через коллатеральные артериальные сосуды. Лигация сосудов не восстанавливает прямой артериальный кровоток, как сосудистый шунт или сосудистый анастомоз, но является более простой и быстрой процедурой, которая может сохранить жизнеспособность конечности в условиях пролонгированной полевой медицины.

ФАЗА 3: СМЯГЧЕНИЕ РИСКОВ

Если снятие турникета невозможно, тогда вред, вызванный ишемией через турникет, все еще можно уменьшить, а результаты улучшить с помощью специальных мероприятий.

Прежде всего следует попробовать метод перемещения турникета. Замена турникета на самый низкий возможный уровень наложения, что позволяет сохранить длину конечности.

Следующий шаг - [криотерапия конечности](#) для уменьшения метаболической активности тканей.

Риски для конечности после травмы и наложения турникета зависят не только от времени, а и от многочисленных модифицирующих факторов:

- характер ранения конечности;
- общее состояние раненого;
- эффективность реанимационных мероприятий;
- тип вмешательств, проведенных во время начального хирургического лечения;

В части исследований временные промежутки рекомендуемой продолжительности наложения турникетов касаются времени «теплой» ишемии. Термин теплой ишемии означает продолжительность, в течение которой температура конечности остается на уровне тела или близкой к нему, уже после прекращения кровоснабжения вследствие наложения турникета.

Криотерапия упоминается в рекомендациях гражданской медицины, где низкая температура является условием для транспортировки ампутированных частей тела, например пальцев, что дает возможность их реимплантации даже через десятки часов.

Для тактических условий применения криотерапии конечностей после наложения турникета уменьшит скорость метаболизма тканей и потребление кислорода с потенциалом для поддержания функций и жизнеспособности конечности.

Криотерапии конечностей в тактической среде достичь сравнительно легко. Поскольку эффективный турникет устраняет циркуляцию крови ниже уровня наложения, поврежденная конечность таким образом отсоединяется от согревания телом. И со временем может спонтанно остыть до комнатной температуры.

Мы предлагаем профилактику гипотермии для раненого с исключением пораженных конечностей, обеспечит одновременную защиту внутренней температуры от окружающей среды и, одновременно, позволяет проводить криотерапию конечности после наложения турникета.

Предложенную «профилактику гипотермии для раненого с исключением пораженных конечностей» можно применять с любой конструкцией для предотвращения гипотермии.

Продemonстрированный метод предотвращения гипотермии обеспечивает:

- Дополнительное содействие криотерапии конечности;
- Облегчает надзор за пораженной конечностью;
- Тепловая энергия организма или энергия средств согревания не тратится на подогрев пораженной конечности;
- Визуальное напоминание медицинскому персоналу о факте применения турникета;



Поскольку терапию травмированной конечности можно проводить без нарушения гипотермической обертки, то нежелательная потеря тепла сведена к минимуму (например при длительном шинировании ноги не будет увеличен риск гипотермии для раненого).

Применение ограниченной (неполной) конверсии (LTC)

Доктрина длительного ухода в полевых условиях (PFC) в Силах Обороны Австралии требует постоянного развития для того, чтобы соответствовать современным вызовам: тактические ограничения, маневрирование в условиях противоречивого доступа к эвакуации, увеличение дистанций и времени эвакуации.

Традиционный подход к использованию турникетов является бинарным :

- Или турникет наложен для полного прекращения кровоснабжения
- Или турникет полностью снят после достижения гемостаза другими методами

В большинстве случаев длительное наложение турникета является оправданным, например:

- если время до хирургической помощи <2 часов;
- если другими методами остановить кровотечение невозможно;
- если даже минимальный риск повторного кровотечения является неприемлемым (при нестабильной гемодинамике);

Однако даже при полном перерезании артерии комбинированный эффект артериального спазма, дозированной гипотензии и тампонады раны может значительно уменьшить или остановить кровотечение. В таких случаях частичное или периодическое снятие турникета [может улучшить кровоснабжение конечности](#) благодаря коллатеральному кровотоку.

Если предполагается длительное использование турникета, ограниченная (неполная) конверсия турникета (LTC) может быть альтернативным подходом, имеющим как клинические, так и тактические преимущества.

При применении ограниченной (неполной) конверсии (LTC) предполагается, что оценка состояния пациента продолжается постоянно. Давление наложения турникета постепенно меняется в пределах от полного зажима артерии до его снятия.

Особенности ограниченной (неполной) конверсии (LTC):

Кровотечение сведено к минимуму благодаря тампонированию ранения, артериальному вазоспазму и перmissive гипотензии.

1. Целью является минимизация кровопотери и одновременно возобновление перфузии в конечности в длительном уходе в полевых условиях (PFC).
2. Допустимое и прогнозируемое кровотечение может быть приемлемым в контролируемых условиях (или компенсирована инфузионной терапией).
3. Обеспечивает ограниченную перфузию конечностей путем коллатерального кровообращения.
4. Направлена на минимизацию как локального ишемического поражения конечностей, так и системного реперфузионного воздействия.
5. Давление турникета изменяется под наблюдением и обеспеченной переоценкой.

Ограниченной (неполная) конверсия (LTC) позволяет одновременно контролировать кровотечение, сохранять дистальную перфузию, уменьшать ишемическое повреждение тканей, снижать риск реперфузионного синдрома.

Ограниченную (неполную) конверсия (LTC) можно рассматривать после тяжелого сосудистого повреждения, если соблюдены соответствующие клинические, логистические и тактические условия.

Вы можете использовать LTC как с помощью периодического наложения турникета, так и через уменьшение давления турникета, который уже находился на раненом. Главный принцип LTC заключается в том, что контроль массивного кровотечения конечности имеет приоритет («жизнь важнее конечности» - life over limb). Поскольку клиническая и тактическая ситуация постоянно меняется, давление наложенного турникета корректируется в соответствии с потребностями.

Пример 1 :

- Если эффективная тампонада раны позволяет контролировать кровотечение, давление турникета можно уменьшить, что позволяет сохранить дистальную перфузию через коллатеральные сосуды.
- После проведения реанимационных мероприятий и восстановления артериального давления кровотечение может возобновиться, что потребует повторного затягивания турникета для адекватного контроля кровотечения.
- Однако время, в течение которого турникет был ослаблен, потенциально улучшил клинические результаты, уменьшив ишемическое повреждение тканей.

Показания и предостережения относительно LTC

LTC является продвинутой техникой, требующей соответствующей подготовки и клинического опыта. При ее применении необходимо оценивать многочисленные факторы, связанные с :

- Турникетом (место наложения, давление, продолжительность применения);
- Пострадавшим (стабильность гемодинамики, общее состояние, тип ранения);
- Операционной средой (тактическая обстановка, доступ к медицинским ресурсам).

LTC не требуется, если общее ожидаемое время наложения турникета менее 2 часов.

LTC противопоказана, если:

- Дистальная часть конечности нежизнеспособна (некроз, отсутствие кровообращения) ;
- Травматическая ампутация, особенно в случае взрывных ранений.

В полевых условиях турникет не следует снимать после 2 часов непрерывного наложения, поскольку риск тяжелых метаболических и гемодинамических осложнений при реперфузии значительно возрастает.

Пример 2:

- Если у раненого, который уже прошел полную конверсию турникета, возобновилось значительное кровотечение после исчезновения артериального спазма, контроль над ситуацией может быть восстановлен периодическим наложением турникета, адаптируя его использование к изменениям кровяного давления.
- Основной принцип: все состояния наложения турникета требуют частой переоценки.

Предпосылки для безопасного проведения LTC

Из-за потенциального риска кровотечения после снятия турникета, прежде чем рассматривать конверсию, необходимо обеспечить относительную стабильность гемодинамики пострадавшего, наличие необходимых ресурсов для экстренной реанимации и соответствующую подготовку медицинского персонала.

Врач или медик с глубокими анатомическими знаниями и хирургическим опытом может дополнить меры локального гемостаза непосредственным лигированием сосудов, что значительно меняет необходимость и способ применения турникета в условиях PFC.

Балансировка рисков и пользы LTC

Преимущества LTC (за счет баланса времени и давления) должны быть сбалансированы и с риском кровопотери, особенно в условиях ограниченных ресурсов.

Минимальная продолжительность реперфузионного интервала для уменьшения ишемического риска остается неопределенной, но, вероятно, должна превышать 10 минут.

Эффективность будет зависеть от типа сосудистого повреждения, состояния коллатерального кровоснабжения и общего клинического состояния пострадавшего.

Периодическое снятие турникета может повторяться каждые 90 минут для верхних и 120 для нижних конечностей, если кровопотеря при этом минимальна и позволяет поддерживать дистальную перфузию через коллатеральные сосуды.



Расширенные методы снятия турникетов