

**Handlungsempfehlung des Wissenschaftlichen Arbeitskreises Notfallmedizin
der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin***

**Handlungsempfehlung
zur prähospitalen Anwendung von Tourniquets**

Björn Hossfeld^{1,8}, Florent Josse^{1,8}, Martin Kulla^{1,8}, Michael Bernhard^{2,3}, Matthias Fischer⁴, Bernd W. Böttiger⁵, Jan-Thorsten Gräsner⁶, Felix Walcher⁷, Lorenz A. Lampl^{1,8}, Matthias Helm^{1,8}

1. Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Sektion Notfallmedizin, Bundeswehrkrankenhaus Ulm (Direktor: Prof. Dr. L. Lampl)
2. Zentrale Notaufnahme, Universitätsklinikum Leipzig AöR, (Direktor: Prof. Dr. A. Gries)
3. Arbeitsgruppe „Trauma- und Schockraummanagement“ des Arbeitskreises Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin
4. Klinik für Anästhesiologie, Operative Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie, Klinik am Eichert, Göppingen (Chefarzt: Prof. Dr. M. Fischer)
5. Klinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Universitätsklinikum Köln (AöR) (Direktor: Prof. Dr. B.W. Böttiger)
6. Institut für Rettungs- und Notfallmedizin (IRuN), Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Kiel (Direktor: PD Dr. J.T. Gräsner)
7. Universitätsklinik für Unfallchirurgie, Universitätsklinikum Magdeburg (Direktor: Prof. Dr. F. Walcher)
8. **Arbeitsgruppe „Taktische Medizin“ des Arbeitskreises Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin**

Korrespondierender Autor:

Dr. Björn Hossfeld
Oberarzt
Klinik für Anästhesiologie & Intensivmedizin
Sektion Notfallmedizin
Bundeswehrkrankenhaus Ulm
Oberer Eselsberg 40
89081 Ulm
Tel.: +49(0)731-1710-26501
eMail: bjoern.hossfeld@extern.uni-ulm.de

Ziel

Die Anlage eines Tourniquets erfolgt, um eine lebensbedrohliche Blutung an einer Extremität zeitnah und temporär durch Abbindung der arteriellen Blutzufuhr zu stoppen, wenn Kompression der Wunde nicht ausreicht oder in der gegebenen Situation nicht praktikabel ist [1]. Hierdurch wird ein fortdauernder und unkontrollierbarer Blutverlust vermieden, bis eine suffiziente Blutstillung auf andere Art und Weise möglich ist.

Einleitung

Die Abbindung ist keine neu entwickelte notfallmedizinische Maßnahme, sondern vielmehr wurde diese Notfalltechnik bereits 200 v. Chr. von den Römern beschrieben, um Blutungen zu behandeln. Seit dem Jahr 1718 wurden der Begriff „Tourniquet“ verwendet und erste technische Geräte zur differenzierteren Anlage des Tourniquets entwickelt. Während der großen militärischen Auseinandersetzungen des 20. Jahrhunderts wurde das Tourniquet noch eher zurückhaltend eingesetzt (2). Erst eine Untersuchung von Bellamy 1984 über die Todesursachen im Vietnamkonflikt zeigte, dass 9% der Todesfälle durch ein potentiell vermeidbares Verbluten aus Extremitätenverletzungen bedingt waren (3). Im Jahr 1996 wurde die Versorgung von lebensbedrohlichen Extremitätenblutungen mittels Tourniquet als Maßnahme in militärischen Einsätzen im Rahmen des Algorithmus zur notfallmedizinischen Versorgung während militärischer Kampfhandlungen „Tactical Combat Casualty Care“ (TCCC) etabliert (4). Die Erfahrungen aus den aktuellen Konflikten in Afghanistan und Irak haben im vergangenen Jahrzehnt zu einem Umdenken in der Indikationsstellung und Anlage des Tourniquets geführt: Galt die Anwendung eines Tourniquets zunächst wegen des Risikos einer kritischen Ischämie der abgebundenen Extremitäten noch als Ultima Ratio, wenn eine Blutstillung mit anderen Mitteln nicht möglich war (5), ist die Anlage eines Tourniquets inzwischen ein gängiges Mittel zur initialen, temporären Erstversorgung von lebensbedrohlich blutenden Verletzungen einer Extremität im militärischen Einsatz geworden (6). International ist ein industriell gefertigtes Tourniquet (**Abb. 1 a-c**) Bestandteil der persönlichen sanitätsdienstlichen Ausstattung, auch bei der Bundeswehr gehört das Tourniquet zur Standardausrüstung eines jeden Soldaten im Einsatz.

Die positiven Erfahrungen im militärischen Umfeld mit dieser schnellen, sicheren, effektiven und komplikationsarmen Blutstillung durch Anwendung des Tourniquets versprechen einen ebenso großen Nutzen in der zivilen prähospitalen Versorgung von lebensbedrohlich blutenden Verletzungen einer Extremität (7,8). In diesem Bereich gibt es zwar bisher kaum Daten über Vorhaltung und Einsatz von Tourniquets, allerdings werden der Nutzen und die potentiell lebensrettende Anwendung eines Tourniquets in einzelnen Fällen beschrieben und retrospektiv betrachtet (9): Aus den Ergebnissen einer Studie aus Texas über zivile Patienten mit penetrierenden Verletzungen der Extremitäten folgern Dorlac et al. (10), dass die Letalität um mehr als die Hälfte gesenkt werden könnte, wenn Tourniquets konsequent eingesetzt würden. Entsprechend fordern Doyle et al. (11) den Einsatz von Tourniquets auch im zivilen Rettungsdienst, allerdings verbunden mit klaren Algorithmen für Indikationen und mögliche Alternativen. Kleber et al. (12) beschreiben in einer rechtsmedizinischen Begutachtung aller im Jahre 2010 in Berlin prähospital verstorbenen Traumapatienten Exsanguination in 67,5% der Fälle als potentiell oder gar definitiv vermeidbare Todesursache. Dabei kann nicht angenommen werden, dass alle Patienten aus schweren Verletzungen der Extremitäten verblutet sind. Zumindest bei einigen Unfallopfern hätte jedoch die Verwendung eines Tourniquets den Blutverlust deutlich minimieren können. Die vorliegende Handlungsempfehlung der Arbeitsgruppe „Taktische Medizin“ des Arbeitskreises Notfallmedizin der Deutschen Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin beschreibt die Indikationen und einen Algorithmus zum Einsatz von Tourniquets im Bereich der zivilen Notfallmedizin.

Indikationen und Komplikationen

Eine kritische Blutung aus einer Extremitätenverletzung muss nicht auf den ersten Blick als solche wahrgenommen werden. Oft wird der Blutverlust aus nicht spritzend (arteriell) blutenden Verletzungen unterschätzt, doch gerade bei großen Wundflächen (z.B. nach Decollement) kann ein stetiger Blutverlust ein relevantes Ausmaß annehmen.

In der Regel reicht es bei diesen Verletzungen aus, einen Druckverband anzulegen. Nur wenn ein lege artis angelegter Druckverband nicht ausreicht und die Blutung nicht gestoppt werden kann, ist die Anlage eines Tourniquet indiziert (13).

Des Weiteren gibt es Situationen, in denen das Rettungsteam die kritische Blutung (z.B. am Unterschenkeln beim eingeklemmten Patienten) nicht unmittelbar erkennen oder zum Zweck der Behandlung erreichen kann. Solche Blutungsquellen können ggf. erst zu einem späteren Zeitpunkt untersucht und beurteilt werden. Bis eine Blutstillung (z.B. durch einen Kompressionsverband möglich wird, muss frühzeitig an die Anlage eines Tourniquets gedacht werden, um unnötigen Bluverlust zu vermeiden..

Eine besondere Indikation entsteht, wenn der verletzte Patient neben einer kritischen Extremitätenblutung weitere vitalgefährdende Verletzungen aufweist: ein kritischer Blutverlust (<C>-Problem) kann suffizient mit der schnellen Anlage eines Tourniquets durch Rettungsfachpersonal gestoppt werden, während sich der Notarzt parallel anderen Aufgaben [z.B. der Atemwegssicherung oder Entlastung des Pleuraraums (A/B-Problem)] widmen kann (horizontales Arbeiten, Delegation). Unter diesem Aspekt hat das frühzeitige Stillen von bedrohlichen Blutungen aus Extremitäten auch mit höchstem Empfehlungsgrad Eingang in die S3-Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenbehandlung (14) und in die europäische Leitlinie zur Behandlung von Blutungen und Gerinnungsstörungen nach schwerem Trauma gefunden (15).

Schließlich kann, bei der Versorgung von mehreren Patienten gleichzeitig (z.B. Bombenattentat auf den Boston-Marathon 2013 (16) oder die Anschläge in Paris im November 2015 (17)), die Blutsstillung mit einem Tourniquet ebenso sinnvoll erscheinen, wie bei einer Versorgung unter extrem abgelegenen Bedingungen und langen Transportzeiten (z.B. Rettung in Off-Shore Windparks oder im Gebirge),.

In Anbetracht der beschriebenen Situationen wird deutlich, dass die indizierte Anwendung eines Tourniquets in zivilen Rettungsdienst eine seltene Maßnahme bleibt (18). Keinesfalls sollte in Hinblick auf mögliche Komplikationen die Indikation unkritisch gestellt werden; in einer militärischen Untersuchung aus Israel waren nahezu die Hälfte von 110 angelegten Tourniquets klinisch nicht indiziert (19), allerdings kann unter taktischen Bedingungen das Tourniquet die einzige und schnellste Möglichkeit der Blutstillung bedeuten.

Die möglichen Komplikationen beschränkten daher lange Zeit die Anwendung des Tourniquets auf anderweitig nicht beherrschbare Extremitätenblutung als „Ultima

Ratio“-Lösungsstrategie. Folgende mögliche Komplikationen einer Tourniquetanlage sollten in Betracht gezogen werden:

- Ischämie des nicht verletzten Gewebes distal der Abbindung mit der Möglichkeit von Nekrosen vor allem im Bereich der Muskulatur, und
- Entstehung eines Kompartmentsyndroms (20) durch Initiierung einer Ischämie mit nachfolgendem lokalem Reperfusionssyndrom
- Systemisches Reperfusionssyndrom
- Nervenläsionen (21) und/oder
- Gefäßverletzungen.

Bei Vorliegen einer anderweitig nicht unmittelbar zu stoppenden Extremitätenblutung, treten diese Komplikationen jedoch in den Hintergrund.

Neben den Ergebnissen aus militärischen Konflikten besteht die meiste Erfahrung mit Tourniquets bei elektiven Eingriffen in der Unfallchirurgie, denn dort werden Ischämien mittels Tourniquet i.S. einer pneumatischen Blutsperre für einen Zeitraum von bis zu 120 min als gut verträglich beschrieben: Horlocker et al. (21) zeigten retrospektiv an 1.155 Patienten, bei denen der Zeitraum von 120 min für ein geschlossenes Tourniquet im Rahmen von endoprothetischen Eingriffen am Knie überschritten wurde, dass die Inzidenz für Nervenläsionen erst nach dieser Zeit zunimmt. Im zivilen Rettungsdienst sind deutlich kürzere prähospitalen Versorgungszeiten und damit Tourniquetzeiten zu erwarten, denn die durchschnittliche prähospitalen Verweildauer von Traumapatienten im TraumaRegister DGU® liegt seit Jahren stabil bei 72 min (22). Dies entspricht auch der durchschnittlichen Dauer einer für den zivilen Rettungsdienst beschriebenen Tourniquetanlage (23), da diese während der prähospitalen Versorgung angelegten Hilfsmittel in der Regel im Schockraum oder unmittelbar während der ersten operativen Versorgung abgenommen werden. Eine zehnjährige Untersuchung aus Boston beschreibt sogar 95 Anwendungen eines Tourniquets mit einer durchschnittlichen Dauer von lediglich 15 min (24). In dieser Untersuchung wurden eine möglicherweise durch das Tourniquet bedingte Gefäßschädigung und eine Parästhesie am Unterarm beschrieben (24). Solche Läsionen als Nebenwirkung eines Tourniquets stehen in der Nutzen-Risiko-Abwägung deutlich hinter dem Überlebensvorteil (7), vor allem da bei 428 nachuntersuchten Anwendungen eines Tourniquets im Irak-Konflikt keine Amputation der betroffenen Extremitäten nötig

wurde (25), und bei 24 Tourniquet-Anwendungen im zivilen Rettungsdienst in North Carolina (USA) keine Komplikationen beschrieben wurden (23).

Indikation und Komplikationen für den Einsatz eines Tourniquets sind in **Tabellen 1 und 2** zusammengefasst.

Tabelle 1:

Beispiele für lebensbedrohliche Blutungen mit Indikation zur Anlage eines Tourniquets

Indikationen zur Anlage eines Tourniquets
• Amputationsverletzung proximal des Handgelenkes oder Fußes
• Multiple Blutungen an einer Extremität, die in der Summe einen relevanten Blutverlust bedeuten können
• Schwere Blutung der Extremitäten bei gleichzeitigem kritischen A-, B- oder C-Problem
• Schwere Blutung einer Extremität bei Unerreichbarkeit der Verletzung (z.B. eingeklemmte Person)
• Unmöglichkeit der Blutstillung durch Druckverbände o.ä.
• Versorgung einer stärkeren Blutung an einer Extremität bei Dunkelheit
• Schwere Blutungen an Extremitäten bei MANV
• Schwere Blutungen an Extremitäten bei Zeitdruck unter Gefahrensituationen

Tabelle 2:

Komplikationen und Nebenwirkungen bei der Anlage eines Tourniquets

Komplikationen und Nebenwirkungen
• Venöse Stauung mit verstärkter Blutung bei insuffizienter Knebelung
• Schmerzen
• Haut-, Nerven-, Gefäß- und Muskelschädigung
• Kompartmentsyndrom durch postischämische Reperfusion
• Systemische Reperfusionssyndrom
Nebenwirkungen abhängig von:
• Anlagedauer
• Anlageort
• Aufgewendeter Druck
• Tourniquet Design
• Fehlerhafter Anwendung (z.B. insuffiziente Knebelung – s.o.)

Modifiziert nach [7]

Design/Aufbau

Die in **Tabelle 2** beschriebenen Komplikationen sind unter anderem durch Bauart und Design des Tourniquets bestimmt (26). Deshalb sollen nur kommerziell hergestellte Tourniquets verwendet werden, die den in **Tabelle 3** aufgeführten Charakteristika entsprechen. Auf dem Markt werden verschieden konstruierte Tourniquets mit mehr oder weniger guter Funktionalität und Anwendbarkeit angeboten, von denen aus Sicht der Arbeitsgruppe „Taktische Medizin“ in Anlehnung an das Committee on Tactical Combat Casualty Care (CoTCCC), welches für das US-Militär regelmäßig Empfehlungen zur sanitätsdienstlichen Versorgung im Einsatz erarbeitet, derzeit drei empfohlen werden können (**Abb. 1 a-c**).



Abb. 1:

- a) (oben links) Combat Application Tourniquet (C.A.T.)
- b) (oben rechts) Special Operations Forces Tactical Tourniquet (SOF-TT)
- c) (unten) Emergency and Military Tourniquet (EMT) pneumatisch

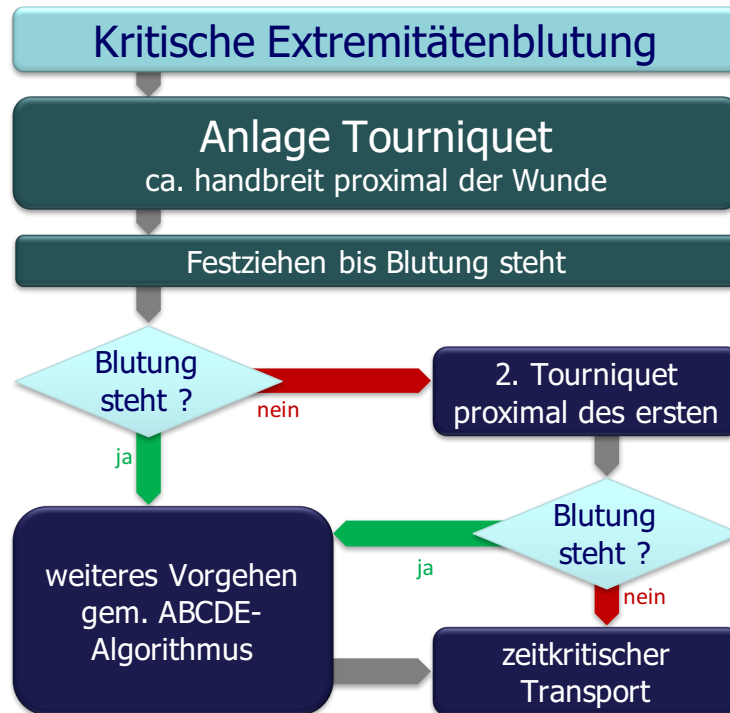


Abb. 2
Algorithmus zur Tourniquetanlage im Rettungsdienst

Anwendung

Der in **Abbildung 2** dargestellte Algorithmus beschreibt das Vorgehen zur Tourniquet-Anlage.

Grundsätzlich sollte ein Tourniquet so distal wie möglich jedoch mindestens 5 cm (etwa handbreit) proximal der Wunde platziert werden. Einschränkend gilt zu bedenken, dass vor allem bei stumpfen Amputationsverletzungen (z.B. nach Explosionen) die Blutungsquelle tief im Gewebe und weit proximal des Amputationsstumpfes liegen kann. In solchen Fällen oder wenn mangels Sicht auf die Wunde (beim Eingeklemmten oder in Dunkelheit) nicht eindeutig abgegrenzt werden kann, kann es sinnvoll sein, den Ort für die Anlage des Tourniquets entsprechend weit proximal zu wählen. Schließlich gilt es zu beachten, das Tourniquet nicht über Gelenken, Wundtaschen, Fremdkörpern oder offenen Frakturen zu platzieren (**Tab. 4**).

Die häufig angeführte Aussage, an Unterarmen/Unterschenkeln sei eine Abbindung nicht möglich, da die Arterie durch zwei Knochen geschützt sei, kann nicht bestätigt werden (27). Einer Befragung operativ tätiger Chirurgen zufolge bevorzugen 92% für Eingriffe am Oberen Sprunggelenk oder Fuß ein Tourniquet am Unterschenkel (28). Zudem beschreiben Shaw et al. (29), dass mit zunehmendem Umfang

(Oberschenkel vs. Unterschenkel) auch ein höherer Druck auf das Gewebe nötig wird, um eine Kompression der Arterie zu erreichen. Schlussendlich muss bei so weit distal gelegenen Verletzungen immer hinterfragt werden, ob es sich dabei wirklich um eine kritische, lebensbedrohliche Blutung handelt.

Tabelle 4:

Hinweise für Anlageorte bei prähospitalen Einsatz eines Tourniquets

Hinweise für Anlageorte bei präklinischer Anlage eines Tourniquets
• So distal wie möglich – jedoch ausreichend proximal (min. 5 cm / handbreit) der Blutungsquelle
• Nicht über Gelenken
• Nicht über Wundtaschen, Fremdkörpern und offenen Frakturen
• Bei Gefahrensituationen, Dunkelheit, multiplen Blutungen an einer Extremität, MANV, Explosionsverletzungen und offenen Frakturen so proximal wie möglich

modifiziert nach [7,36]

Praktische Vorgehen am Beispiel des Combat Application Tourniquet (C.A.T.):

Das Tourniquet wird um die Extremität gelegt, das Klettband durch die Schnalle gefädelt, zurückgeführt (v.a. am Oberschenkel durch beide Ösen), festgezogen und geschlossen. Dabei sollte der Knebel lateral bis ventral der Extremität platziert werden, um diesen jederzeit kontrollieren zu können. Das Tourniquet sollte fest an der Haut anliegen, um anschließend mit dem Knebel eine ausreichende Wirkung zu erzielen (Abb. 3a-e / 30).

Schließlich wird der Knebel des Tourniquets fest zuge dreht, eingehakt und gesichert. Die Drehrichtung ist bei den derzeitigen Produkten irrelevant. Wichtig ist jedoch, dass das Tourniquet so weit angezogen wird, bis die Blutung durch Unterbrechung des arteriellen Blutflusses zum Stillstand kommt.



Abb. 3: (a-e) (v.r.n.l.) Anlage eines Tourniquets

Merke: Ein insuffizient angelegtes Tourniquet führt bei erhaltener arteriellen Blutversorgung zu einer venösen Stauung und kann dadurch die venöse Blutung einer Verletzung noch erheblich verstärken und den beabsichtigten Effekt einer Blutstillung konterkarieren.

Eine Abbindung der arteriellen Blutzufuhr mittels Tourniquet ist äußerst schmerzhaft und erfordert in jedem Fall eine adäquate Analgesie [31].

Merke: Das Knebeln des Tourniquets verursacht **starke Schmerzen**. Schmerzangaben des Patienten dürfen jedoch keinesfalls dazu führen den Knebel nicht bis zum Sistieren der Blutung „zuzudrehen“; statt einer Abbindung würde so lediglich eine **venöse Stauung mit konsekutiv verstärktem Blutverlust** provoziert. Deshalb muss stets auf eine ausreichende Analgesie geachtet werden.

Sollte mittels Tourniquet an einem zunächst hypotensiven Patienten eine Blutstillung erzielt worden sein, kann durch die Stabilisierung im Rahmen einer Volumentherapie der Blutdruck über den Verschlussdruck des Tourniquets steigen und die Blutung erneut einsetzen. Deshalb ist eine ständige Re-Evaluation der Blutstillung unerlässlich, um den Druck des Tourniquets in Bedarfsfall zeitnah erhöhen zu können (32). Beschreibungen von zum Zeitpunkt des Eintreffens im Schockraum insuffizienten Tourniquets lassen durchaus den Schluss zu, dass solche Tourniquets die betreffende Blutung zunächst gestillt haben, der Kreislauf des Patienten dadurch und z.B. durch Infusionstherapie stabilisiert und ein Wiedereinsetzen der Blutung während des Transports nicht bemerkt wurde.

Merke: Durch die Stabilisierung des Patienten und dem damit verbundenen Blutdruckanstieg, kann der initial ausreichende Verschlussdruck eines Tourniquets zu gering werden und die Blutung wieder einsetzen. Für eine stetige Re-Evaluation der Blutung sollte die Wunde im Blickfeld der Behandler bleiben.

In dem seltenen Fall, dass ein Tourniquet nicht ausreicht, um eine suffiziente Abbindung herzustellen, kann die additive Anlage eines zweiten Tourniquets, direkt proximal der ersten Abbindung, helfen. Wenn dies nicht zum Erfolg führt, bleibt als

einzigste Option der zeitkritische Transport in eine operative Versorgung, um eine chirurgische Blutstillung zu erreichen.

Merke: Gerade beim Massenanfall von Patienten sollte der **Zeitpunkt der Tourniquetanlage dokumentiert** und bei der Patientenübergabe benannt werden. Neben dem Notarztprotokoll kommen dafür auch Patientenanhängekarten/ Triagekarten oder die Beschriftung der Haut des Patienten mit einem wasserfesten Filzstift proximal des Tourniquets in Betracht.

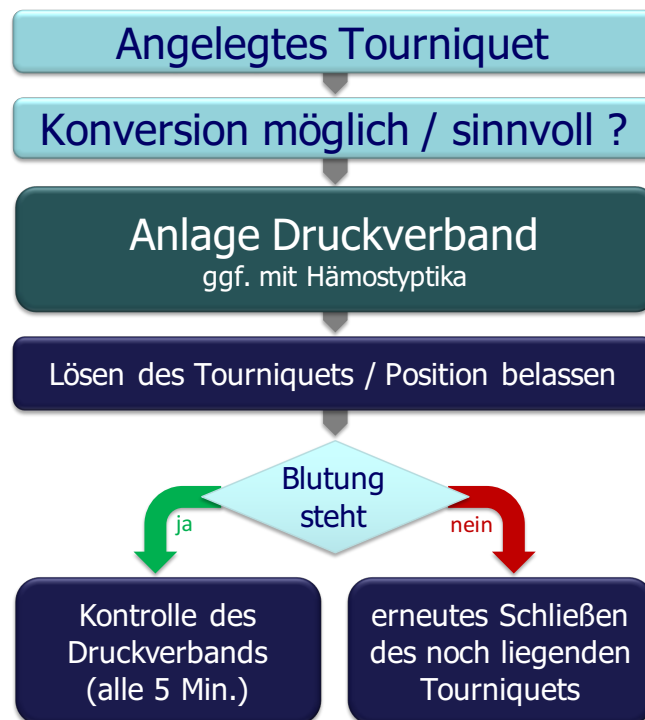


Abb. 3
Algorithmus zur Konversion eines Tourniquets

Konversion

Die Anlage eines Tourniquets ist lediglich als temporäre Maßnahme anzusehen, um initial eine schnelle und effektive Blutstillung durchzuführen.

Ziel sollte stets die Konversion eines Tourniquets sein; dies bedeutet, die Abbindung zeitnah durch andere blutstillende Maßnahmen zu ersetzen. In Anbetracht der kurzen prähospitalen Versorgungszeiten im hiesigen zivilen Rettungsdienst sollte die Konversion nur in Ausnahmefällen prähospital erfolgen (z.B. bei langen Transportzeiten in der Bergrettung). Vielmehr sollte die Konversion zu Gunsten einer frühen definitiven chirurgischen Versorgung bis in den Schockraum bzw.

Operationsaal verschoben werden. Alternativ zum Tourniquet finden Kompressionsverbände mit besonders saugfähigen Kompressen, elastische Verbände und Hämostyptika Anwendung (33,34). Die Indikationen und Kontraindikationen zur Konversion sind in **Tabelle 5** sowie ein mögliches Vorgehen in **Abbildung 4** dargestellt.

Tabelle 5:

Indikationen und Kontraindikationen zur Konversion eines angelegten Tourniquets

Indikationen zur Konversion eines angelegten Tourniquet durch andere blutstillende Maßnahmen
• Hämodynamisch stabiler Patient
• Blutungsstopp durch weniger invasive Maßnahmen möglich
• Transportzeit > 30 min
Kontraindikationen zur Konversion
• Hämorrhagischer Schock
• Akutes A-, B-, oder C- Problem
• Amputationsverletzungen
• Blutungsstopp mit anderen Mitteln nicht wahrscheinlich
• Limitiertes Personal/Material
• MANV

modifiziert nach [7,36]

Ausbildung

Grundsätzlich ist die Handhabung der industriell gefertigten Tourniquets einfach zu erlernen, trotzdem muss die Anwendung erläutert und geübt werden. Dabei ist es möglich die Anwendung am Simulator zu erlernen. Allerdings beschreiben King et al. (35), dass von 65 Patienten mit angelegten Tourniquets bei Eintreffen in einer militärchirurgischen Erstversorgungseinheit in Afghanistan nur 11 (17%) keinen Puls distal der Anlagestelle aufwiesen. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden die Soldaten, die das Tourniquet initial angelegt hatten, unter Supervision aufgefordert, den Knebel bis zum Pulsverlust zu schließen. Alle Betroffenen waren verwundert, wie viel Kraft erforderlich war, den arteriellen Blutfluss zu unterbinden. Um ein Gefühl dafür zu entwickeln, wie fest der Knebel zuge dreht werden muss, um eine Abbindung

zu erreichen, erscheint die kurzzeitige gegenseitige Anwendung bei Lehrgangsteilnehmern unter Supervision und pulsoxymetrischer Kontrolle sinnvoll (30,36).

Fazit

Das beschriebene Vorgehen ermöglicht eine schnelle, effektive und nebenwirkungsarme temporäre Blutstillung bei kritisch blutenden Verletzungen an Extremitäten. Die beschriebenen Algorithmen geben Handlungssicherheit für den Einsatz. Doch wie für andere Notfalltechniken gilt auch beim Tourniquet, dass die Anwendung nicht erstmals im Einsatz erfolgen sollte, sondern vielmehr unter Supervision zu erlernen ist und regelmäßig trainiert werden muss.

Conflict of interest:

Die Bilder wurden unter Verwendung eines C.A.T. (Composite Ressources, Rock Hill, SC, USA) aufgenommen; dieses Tourniquet findet in der Bundeswehr Anwendung und gehört zu den drei vom CoTCCC empfohlenen Tourniquets. Die Autoren haben keine finanziellen Vorteile durch die Verwendung dieses Modells.

Literatur

1. Bulger EM, Snyder D, Schoelles K et al. An evidence-based prehospital guideline for external hemorrhage control: American College of Surgeons Committee on Trauma. *Prehosp Emerg Care* 2014; 18: 163-73
2. Kragh JF, Swan KG, Smith DC, Mabry RL, Blackbourne LH. Historical review of emergency tourniquet use to stop bleeding. *AJS* 2012; 203: 242-252
3. Bellamy RF. The causes of death in conventional land warfare: implications for combat casualty care research. *Military medicine*, 1984; 149: 55–62
4. Butler FK, Hagmann J, Butler EG. Tactical combat casualty care in special operations. *Mil Med* 1996; 161 Suppl.: 3-16
5. Walter P, Hehrlein FW. Behandlungsgrundsätze und Prioritäten des Polytraumas in der vaskulären Chirurgie. *Unfallchir*; 1981; 7: 90–6
6. Kragh JF, Walters TJ, Westmoreland T et al. Tragedy into drama: an american history of tourniquet use in the current war. *J Spec Oper Med* 2013; 13: 5–25
7. Kragh JF, Walters TJ, Baer DG et al. Survival With Emergency Tourniquet Use to Stop Bleeding in Major Limb Trauma. *Annals of Surgery* 2009; 249: 1–7
8. Hauschild SW, Nöldge-Schomburg G, Hoitz J. Hemostasis with a tourniquet in preclinical emergency medicine. *Notfall Rettungsmed* 2013; 16: 291–304
9. Fludger S, Bell A. Tourniquet Application in a Rural Queensland HEMS Environment. *Air Med J* 2009; 28: 291–293
10. Dorlac WC, DeBakey ME, Holcomb JB et al. Mortality from Isolated Civilian Penetrating Extremity Injury. *J Trauma* 2005; 59: 217–222
11. Doyle GS, Taillac PP. Tourniquets: A Review of Current Use with Proposals for Expanded Prehospital Use. *Prehosp Emerg Care* 2008; 12: 241–256
12. Kleber C, Giesecke MT, Tsokos M, Haas NP, Buschmann CT. Trauma-related preventable deaths in Berlin 2010: need to change prehospital management strategies and trauma management education. *World Journal of Surgery* 2013; 37: 1154–1161
13. Navein J, Coupland R, Dunn R. The tourniquet controversy. *J Trauma* 2003; 54: S219–20
14. S3 Leitlinie Polytrauma/Schwerverletztenversorgung - AWMF-Register Nr. 012/019. 2011: AWMF. 445 Seiten
15. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V et al. Management of bleeding and coagulopathy following major trauma: an updated European guideline. *Critical Care* 2013; 17: R76
16. Biddinger PD, Baggish A, Harrington L et al. Be prepared--the Boston Marathon and mass-casualty events. *N Engl J Med* 2013; 368: 1958–1960
17. Hirsch M, Carli P, Nizard R et al. The medical response to multisite terrorist attacks in Paris. *Lancet* 2015; 386: 2535–2538
18. Lee C, Porter KM, Hodgetts TJ. Tourniquet use in the civilian prehospital setting. *Emerg Med J* 2007; 24: 584–587
19. Lakstein D, Blumenfeld A, Sokolov T, et al. Tourniquets for hemorrhage control on the battlefield: a 4-year accumulated experience. *J Trauma* 2003; 54: S221–5
20. Chidambaran V, Rosing J, Soler X, Sadhasivam S. Muscle trauma from tourniquet (mis)use.

Anesthesiology 2012; 117: 179

21. Horlocker TT, Hebl JR, Gali B et al. Anesthetic, Patient, and Surgical Risk Factors for Neurologic Complications After Prolonged Total Tourniquet Time During Total Knee Arthroplasty. *Anesth & Analg* 2006; 102: 950–955
22. Sektion NIS der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie (DGU), Akademie für Unfallchirurgie (AUC). TraumaRegister DGU® Jahresbericht 2015 für den Zeitraum bis Ende 2014. http://www.traumaregister-dgu.de/fileadmin/user_upload/traumaregister-dgu.de/docs/Downloads/TR-DGU-Jahresbericht_2015.pdf (Zugriff am 1.1.2016).
23. Ode G, Studnek J, Seymour R, Bosse MJ, Hsu JR. Emergency tourniquets for civilians. *J Trauma* 2015; 79: 586–591
24. Kue RC, Temin ES, Weiner SG, et al. Tourniquet Use in a Civilian Emergency Medical Services Setting: A Descriptive Analysis of the Boston EMS Experience. *Prehospital Emergency Care* 2015. doi:10.3109/10903127.2014.995842, published ahead of print
25. Kragh JF, Walters TJ, Baer DG et al. Practical Use of Emergency Tourniquets to Stop Bleeding in Major Limb Trauma. *The Journal of Trauma: Injury, Infection, and Critical Care* 2008; 64: S38–S50
26. Kragh JF, O'Neill ML, Walters TJ et al. The military emergency tourniquet program's lessons learned with devices and designs. *Mil Med* 2011; 176: 1144–1152
27. Swan KG, Wright DS, Barbagiovanni SS, Swan BC, Swan KG. Tourniquets Revisited. *J Trauma* 2009; 66: 672–675
28. McEwen JA, Kelly DL, Jardanowski T, Inkpen K. Tourniquet safety in lower leg applications. *Orthopedic Nursing* 2002; 21: 55–62
29. Shaw JA, Murray DG. The relationship between tourniquet pressure and underlying soft-tissue pressure in the thigh. *JBJS* 1982; 64: 1148–1152
30. Josse F, Hossfeld B, Lampl L, Helm M. Anwendung von Tourniquets zum Stoppen kritischer Extremitätenblutungen. *Notfallmed up2date* 2014; 9: 7-13
31. Hossfeld B, Holsträter S, Bernhard M, Lampl L, Helm M, Kulla M. Prähospital Analgesie beim Erwachsenen. *Notfallmedizin up2date* 2015; 10: 269–284
32. Starnes BW, Beekley AC, Sebesta JA, Andersen CA, Rush RM. Extremity Vascular Injuries on the Battlefield: Tips for Surgeons Deploying to War. *J Trauma* 2006; 60: 432–442
33. Fischer C, Josse F, Lampl L, Helm M. "Stop the bleeding!" *Notfall Rettungsmed*, 2010; 13: 384–392
34. Kulla M, Bernhard M, Hinck D, Schweigkofler U, Helm M, Hossfeld B. Die kritischen Blutungen nach Trauma im Notarztdienst. *Der Notarzt* 2015; 31: 47–53
35. King DR, van der Wilden G, Kragh JF, Blackbourne LH. Forward assessment of 79 prehospital battlefield tourniquets used in the current war. *J Spec Ops Med* 2012; 12: 33–38
36. TREMA e.V. Guidelines für TCCC. Tactical Rescue and Emergency Association e.V. Retrieved October 26, 2013, from <http://195.202.159.124/wp-content/uploads/2013/06/TREMA-e.V.-Guidelines-fuer-TCCC-1.2.pdf> (Zugriff am 1.1.2016)