

「CSM の実施にかかわる研究」

研究分担者 井上 潤一(国立病院機構災害医療センター救命救急センター)

研究要旨

震災時に倒壊した建物等の下に閉じ込められた負傷者に対する医療活動（Confined Space Medicine ; CSM がれきの下の医療）の実施方策について研究した。初年度は DMAT の機能高度化の一環として、都市型捜索救助活動(Urban Search and Rescue ;USAR)を可能にするための体制と研修訓練プログラムについて研究した。次年度は東日本大震災が発生したことを受け、同震災で行われた救助と医療が連携した USAR 活動について調査し、瓦礫の下の医療 Confined Space Medicine(CSM)の安全かつ効果的な普及に向けた課題を検討した。とくに東京都の大型小売店舗立体駐車場スロープ崩落現場で 26 時間にわたり展開された活動は、わが国で震災下に行われた初めての CSM であり、多くの貴重な経験と教訓が得られた。最終年度はこれらを総括するものとして、CSM を安全かつ適切に実施するための現場治療指針を策定した。今後は研修と活動体制を構築するとともに、今回策定した治療指針の妥当性を検証して行くことが必要である。

A. 研究目的

阪神淡路大震災では倒壊した建物等の下敷きになり多くの死者、負傷者が発生した。これ以降建物の耐震化が大きく進み、先の東日本大震災では内陸で震度 7 を記録したものの、圧死者や負傷者はわずかであった。しかし今後想定される東南海南海地震等では下敷きにより多数の負傷者が発生すると想定されている。本研究では、将来の震災に備え CSM を安全かつ適切に実施する方策を研究した。

B. 研究方法

初年度は国内外の研修体制について調査した。次年度は東日本大震災における DMAT の現場活動を中心に調査した。最終年度はこれまでの研究結果を踏まえたうえで国内外の現場治療ガイドラインを調査し、わが国の現場治療指針を策定した。

C. 研究結果

研修体制については、救助現場で救助隊と連携して活動するための専用の研修（R 研修）を実施し、消防との実地訓練を修了した者を「R 隊員」、R 隊員 2 名以上（うち 1 名は医師であること）を要する隊を DMAT-R 隊とする案を作

成した。東日本大震災の調査では、津波被災エリアでは CSM は行われなかったが、東京で 26 時間にわたり頻発する余震下に CSM が行われた。活動の実際と実施する際の難しさが改めて明らかとなった。本現場では圧挫(クラッシュ)症候群に対する現場治療がきわめて困難な状況のもと展開されたが、治療指針の必要性が明らかとなった。これを受け最終年度は「CSM における現場診療指針」を策定した。

D. 考察

救助現場で救助隊と連携して活動する DMAT-R 隊（仮称）体制とその研修案を策定したが、実際に養成し体制をつくり上げることは、DMAT 本隊の養成と維持だけでも多くの日数と労力を要している現状から考えると、実現は容易ではないとも考えられる。当面は USAR と CSM を国内で唯一体系的に実施している JICA 国際緊急援助隊で養成された人的リソースを核として、今後に向けた検討を開始することをめざしたい。

東日本大震災で行われた現場からは、多くの貴重な経験と教訓が得られた。CSM についてはその困難さが改めて詳細に判明したが、一方日常の救急医療でドクターカーやドクターヘリ

などのプレホスピタル活動を積極的に行なっている施設の人員にとっては、震災時の現場活動と現場診療に関する指針があれば、それをもとに適切な活動を行うことが十分可能と考えられた。

そこで最終年度に CSM における現場診療指針を策定した。その中では CSM の特徴を示すとともに、なるべく具体的な診療手順を記載した。とくに圧挫（クラッシュ）症候群に対する標準的な現場輸液療法を国際的な指針をもとに示した。今後は本指針をもとにした現場診療のシミュレーションを各チームごと各都道府県ごとに行ってもらい、DMAT ブロック訓練等でそのパフォーマンスを検証したり、必要な講義や実地研修を行うことを考えたい。またこの指針をもとに、DMAT が使用する輸液、薬剤の標準化を行うことも必要で

ある。さらに救出された圧挫症候群に対する SCU や広域搬送中に行う治療の標準化も必要である。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

CSMにおける現場診療指針

(第1版)

平成25年3月

平成24年度厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)
自然災害による広域災害時における効果的な初動期医療の確保及び改善に関する研究

研究分担者 井上 潤一

研究代表者 国立病院機構災害医療センター 小井土 雄一

はじめに

阪神淡路大震災では倒壊した建物等の下敷きになり多くの死者、負傷者が発生した。これ以降建物の耐震化が大きく進み、先の東日本大震災では内陸で震度7を記録したものの、圧死者や負傷者はわずかであった。しかし今後想定される東南海南海地震等では下敷きにより多数の負傷者が発生するとも想定されている。

これまでDMAT研修会ではCSMを想定した体験訓練を行ってきたが、実際に現場で処置等を行うにあたっての具体的な活動指針は策定されていなかった。

今回活動の標準化を念頭に、現場診療に関する指針を策定した。内容は震災を想定しているが、日常の事故災害におけるCSMに対しても適用できるものである。いざというときにこの指針が少しでも役に立ち一人でも多くの命が助かることを願うものである。

目次

本指針について	p.202
1. 指針の目的 2. 指針作成の基本方針 3. 指針の構成 4. 指針の利用	
第1章 がれきの下の医療活動	p.203
1. 活動原則	
2. 要救助者発見から到達まで	
3. 要救助者到達後	
4. 気道と呼吸(Airway and Breathing)	
5. 循環(Circulation)	
6. 麻痺と薬(Disability and Drug)	
7. 環境(Environment and Exposure)	
8. 要救助者保護(Patient Personal Protective Equipment)	
9. 圧迫物の除去	
10. 傷病者固定と救出、搬送管理	
第2章 圧挫(クラッシュ)症候群に対する現場治療	p.207
1. 圧挫(クラッシュ)症候群の定義	
2. 病態	
3. 診断	
4. 治療	
第3章 現場四肢切断	p.211
1. 前提	
2. 切断の決定プロセス	
3. 準備	
4. 手術準備	
5. 麻酔	
6. 実施	
7. 切断後の処置と対応	
付 図表	p.213
表1. 圧挫(クラッシュ)症候群 現場治療のまとめ	
表2. 救助隊と医療チームとの CSM 実施確認チェックリスト	
表3. 救助隊向け CSM 活動チェックリスト	
表4. CSM Dos and Don't	
図1. 静脈路刺入部の固定方法	
図2. 加圧バッグを使用した輸液療法	

本指針について

1. 指針の目的

本指針は倒壊建造物等により挟圧された負傷者に対応することが想定される医療関係者を対象として、Confined Space Medicine (CSM)の標準的な現場診療活動指針を示すことで、危険度の高い環境下、遭遇する機会の稀な圧挫(クラッシュ)症候群などに対し、安全かつ適切な対応を可能とし一人でも多くの命が助かることを目指すものである。

2. 指針作成の基本方針

本指針では、CSM における現在の標準的な医療対応法について記載した。わが国で文献的に報告された CSM の実施例は、JR 福知山線脱線事故、東日本大震災での東京町田コストコ立体駐車場崩落現場等々合わせて少ないことから、本指針では捜索救助活動の国際標準化を進める国際捜索救助諮問委員会 (International Search and Rescue Advisory Group ; INSARAG) の医療検討部会 (Medical Working Group ; MWG) が作成したガイドラインに準拠した。またこの分野で我が国の先端をゆく JICA 国際緊急援助隊救助チームの現場活動指針(Field Operation Guide:FOG)も参考とした。最終的に我が国の医療体制、救命救急士制度に即した内容となるようにした。

3. 指針の構成

全体で3章からなる構成とした。

第一章ではがれきの下での医療活動全般について、その特徴と活動のポイントについて記載した。

第二章ではCSMの治療ターゲットの代表である圧挫(クラッシュ)症候群に対する現場治療について、具体的な治療方法を記載した。

第三章では救出に際して緊急的に行う現場四肢切断について記載した。

4. 指針の利用

本指針は震災時の活動を念頭において作成されているが、日常の事故災害における CSM においても適用可能な内容となっている。災害訓練等において本指針をもとにした現場診療のシミュレーションをチーム単位で繰り返し行い、実際の場面で滞りなく実施できる体制をめざしていただきたい。

なお記載した治療法のエビデンスレベルに関してはいずれもケースコントロールレベル以下のものである。したがって本指針は対応や治療の目安を示すものであり、記載された治療方法を強制したり、これ以外の治療法を規制するものではない。使用にあたっては現場の状況と負傷者の容態に応じて適宜変更調整が必要である。

I. がれきの下の医療活動

1. 活動原則

- ・ 医療活動を行う際は、DMAT チーム内、統括 DMAT、救助隊と綿密な活動計画を建て共有すること
- ・ 医療処置を行う場合は、繰り返し以下の点を自問し、検討すること
 - Q) 安全にできるか？
 - Q) 行った結果何を期待するのか？
 - Q) 必要な機材を持っているか、手に入るか？
 - Q) 傷病者と接し続けることはできるか？
 - Q) 傷病者の状態は？トリアージカテゴリでは、黒、赤、黄、緑？
 - Q) 実施するのに何分要するか？
 - Q) 行った処置は、その後の活動や救出時にどんな影響を及ぼすか？
 - Q) 行おうとすることが、自分自身や、チーム、要救助者に危険を及ぼすことはないか？
 - Q) 一番安全な方法は？
 - Q) 一番侵襲の少ない方法は？
 - Q) 一番資機材を使わなくてできる方法は？
 - Q) 救助救出資機材で要救助者の状況、容態評価はできないか？

2. 要救助者発見から到達まで

出来る限り声かけを行う(ボイスコンタクト)。要救助者の声から、気道の開通状態、男女別、おおよその年齢、「声の張り」からわかる衰弱の程度などを推定する。可能ならば、閉じ込められている体位や受傷部位、訴えなどを聴取確認する。

3. 要救助者到達後

当初は身体の一部にしか接触できないスーパーシャルアクセスとなることが多い。観察要領としては可能ならば頸椎保護に心がけつつ、JPTEC の初期評価(C,A,B,C:意識・気道・呼吸・循環)に加え、体温の確認を行う。続いて外傷の程度、挟まれ状況などを全身にわたって視診・聴診・触診にて確認する。外傷、挟まれ状況などは、出来ればデジタルカメラなどで撮影し、情報を共有する。

4. 気道と呼吸(Airway and Breathing)

- ・ その状況下で最もふさわしい気道確保の方法は何か？
- ・ 気管挿管できない状況下では、それに準じた手段(ラリングアルマスク、ラリングルチューブ、WB チューブ)に切り替える
- ・ その方法は救出過程においても安全に管理できるか？
- ・ 必ずしも頭側に立って気道管理ができるとは限らない
- ・ 手動の吸引装置は持っているか？
- ・ ポータブルの SpO2 モニタは使えるか？
- ・ 救出活動終了までの間、気道管理に必要な物品や薬剤はあるか？
- ・ ずっとバッグバルブマスクで用手換気するのか？
- ・ 外科的気道確保として輪状甲状靭帯法を行う場合は、穿刺法のキットがよい
- ・ 閉鎖空間での酸素の使用は引火、爆発の危険があるので、使用する場合必ず救助隊に使用の可否を確認する

- ・ 被災地では、酸素は必ずしも手に入らない状況がある
5. 循環(Circulation)
- 5.1 輸液管理
- 輸液ルート
 - ・ 末梢、中心静脈路以外に、骨髄内輸液、カットダウン法を実施できる能力が必要
 - ・ 中心静脈は合併症の危険が、カットダウン法には出血や感染の危険がある
 - ・ 静脈路がどうしても確保できない場合は、経口摂取や胃管、経直腸法などがある
 - 輸液量
 - ・ 輸液製剤の確保: 圧挫(クラッシュ)症候群対応では10Lを超える場合もある
 - ・ 輸液速度とタイミング
 - ・ がれき除去前に急速輸液
 - ・ 尿量が得られていることを把握する＝排尿回数の把握
 - ・ 排尿があった場合は知らせるよう伝える
 - ・ 積極的に排尿させる
 - ・ 可能なら尿の色調を観察(ミオグロビン尿かどうか)
 - ・ 膀胱カテーテルは物理的に留置できない場合や、挿入時の疼痛が要救助者からの協力を阻害する場合がある。コンドームカテーテルや尿瓶で代用することも考える
 - 輸液製剤の種類
 - ・ 圧挫(クラッシュ)症候群が疑われる場合は、カリウムと乳酸が含まれないもの、もしくは低濃度で、等張性の製剤を用いる
 - ・ 製剤種類の交替も考慮(例 Naclと糖製剤)
 - その他
 - ・ できるだけ清潔操作で行う
 - ・ 輸液の保温、加温を工夫する
 - ・ ポンプを使えない環境では加圧バッグを利用した輸液も考える。その際は輸液の入り過ぎに注意
 - ・ 輸液刺入部の固定は簡単に抜けないよう確実に行う
 - ・ 離れた地点からの輸液や薬剤投与ができるように、延長ルートを用意しておく
 - ・ トラブルに備え、可能であればもう1ルート確保する
- 5.2 蘇生
- ・ 心肺蘇生をがれきの下で行うかどうかは、救助者の安全性確保、蘇生法の有効性の点から慎重に判断する
 - ・ 除細動も同様に慎重に判断する: 可燃性、感電の危険、安全実施に必要な要救助者の確保が困難
 - ・ 2次救命処置 ACLS を行う場合は、安全に実施できる地点までの救出を優先する
- 5.3 止血とタニケット(もしくはエスマルヒ駆血帯)
- ・ 救出活動を妨げず、かつ適切な止血方法を選択する
 - ・ 要救助者への接触が困難な状況では、タニケットの使用や、止血剤(ヘムコンバンテージ®)の使用を考慮する
 - ・ タニケットは必ずしも使用出来るとは限らない
 - ・ 四肢切断を行う場合はタニケットをその中枢に用いる

- ・ タニケットは駆血開始時間をタニケット自体に明記する
 - ・ 60分を超える使用は阻血障害を起こす場合がある
 - ・ 緊急救出の際、出血防止の観点からタニケットを圧迫部より中枢に使用する場合もある
6. 麻痺と薬(Disability and Drug)
- 6.1 麻痺
- ・ 臨床症状から脊髄損傷か圧挫(クラッシュ)症候群による運動感覚障害かの鑑別は困難である
 - ・ 鑑別がつかない場合は圧挫(クラッシュ)症候群として輸液処置等の対応を取り、救出時には脊椎保護に留意して対応する
- 6.2 薬剤
- ・ 鎮痛及び麻酔目的にケタミンを携行する
 - ・ 圧挫(クラッシュ)症候群の高カリウム血症治療薬を携行する
7. 環境(Environment and Exposure)
- ・ 環境危険因子 Hazards として、粉塵、騒音、異臭悪臭、振動、暗闇、水濡れ、漏電、ガス漏れ、遺体
 - ・ 環境因子として、温度(高温、低音)、湿度(高湿度)があり、活動時は注意する
 - ・ 要救助者が低体温化に陥らないよう、保温シート、加温パック、加温輸液により保温に務める
8. 要救助者保護(Patient Personal Protective Equipment)
- ・ 救助活動中の環境危険因子(前述)から要救助者を保護する
 - ・ 可能な限り早期から装着させる
 - ・ ヘルメット、ゴーグル、耳栓、マスク、毛布(周囲がれきや落下物から保護)
9. 圧迫物の除去
- ・ 救助隊員と綿密に連携し計画を立案、除去前に十分な輸液の実施と、除去後の急変に備えた体制を確保する
 - ・ 除去のタイミングには細心の注意を払う
 - ・ 可能であれば、除圧前に障害物の少ない救出ルートを確認しておく
 - ・ 除去前に2ルート目の静脈路を確保しておき、除去直前にはボラス注入など急速輸液を行っておく。バイタルサインを確認し記録しておく
 - ・ 高カリウム血症とアシドーシス対策に重炭酸ナトリウムの投与を考慮する
 - ・ 輸液の予備、緊急薬剤を確保しておく
 - ・ 安定しているように見えても、除圧時に急変する危険ある
 - ・ 急変に即応できる体制を敷いておく:緊急薬剤、気道確保セット
 - ・ 解除中に状態が急変した場合は、救肢より救命を優先し、直ちに緊急救出に切り替える
10. 傷病者固定と救出、搬送管理
- ・ 固定した状態で救出できるか、経路を確認
 - ・ クランクなど通過できない場合は、通過できるよう一旦固定を解除し、通過後再度固定する
 - ・ 再固定などの処置は、がれき内での活動のリスクを最小限にするよう、できるだけ速やかに行う
 - ・ 救出中、可能な範囲での脊椎固定を行う。

- 気道や静脈路がしっかりと確保されるよう注意する
- 使わない資機材等は早めにかれきにの外に運び出す
- チーム全員で救出中の要救助者をモニターする

II. 圧挫(クラッシュ)症候群に対する現場治療

1. 圧挫(クラッシュ)症候群の定義

- ・ 時間の圧迫と虚血により障害された骨格筋に、圧迫解除後の再灌流障害が加わることで生じる横紋筋融解 (rhabdomyolisi) が原因。
- ・ 急性期には相対的低容量性ショック、高カリウム血症を代表とする電解質異常、代謝性アシドーシスが生じ時に致命的となる。
- ・ ひき続いて、急性腎不全、急性呼吸障害 (ARDS)、DIC、敗血症といった全身症状を呈する
- ・ 圧迫解除前に十分な輸液を行わないと、救出直後に心停止を来す危険がある。

2. 病態

- ・ 局所の病態としては1) 骨格筋の圧伸障害(stretch myopathy)、2) 骨格筋の虚血 3) 圧迫解除後の再灌流、からなる。
- ・ 筋細胞は外力と虚血でその細胞膜が障害され、細胞内に大量に存在するKの流出、Caの細胞内への流入、そして細胞性浮腫が生じる。
- ・ とくにカリウムは骨格筋細胞内には全体量の75%が存在するため、高カリウム血症が発生することになる。
- ・ 再灌流障害では生じた活性酸素が細胞をさらに障害するとともに、白血球と内皮細胞の相互作用が微小循環を障害することになる。
- ・ 圧迫解除後には様々な全身性の病態が連続的に発生する。まず圧迫解除直後の急性期には障害された筋細胞から流出したカリウムによる高カリウム血症、細胞内へのCaと大量の外液流入による低Ca血症及び相対的低容量性ショック、そして代謝性アシドーシスが短時間のうちに発生し、致命的不整脈から心停止に至る場合がある。
- ・ ついで急性腎障害が発生する。筋細胞から流出したミオグロビンによる腎尿細管障害、大量の体液シフトによる脱水、アシドーシスが加わり急性腎不全に至る。
- ・ 救出直後の病態を乗り切ると、急性腎不全とともにDICや呼吸不全、肝障害などの遠隔臓器障害、そして敗血症を併発し多臓器不全へと進行する。局所では筋浮腫によるコンパートメント症候群が発生する

3. 診断

- ・ なによりも重要なことは受傷状況からその存在を疑うことである。重量物の下敷き、挟まれ、閉じこめ・生き埋め等の状況で一定時間以上経過している場合は必ず圧挫症候群を疑う。
- ・ 4~6時間以上での発生が多いが1時間でも発生したという報告もあるため、時間で判断するのは危険である。
- ・ 救出直後の急変がなく搬送されてきた場合は所見に乏しいことも多い。すなわち全身的には意識清明で呼吸・循環動態は安定しており、圧迫された部位も腫脹は軽度で圧痕や水疱形成、表皮剥離を認める程度である。
- ・ 圧挫肢では運動知覚障害を認めることから脊髄損傷と誤る場合も多い。したがって本人や救急隊から状況を詳細に確認することが重要である。
- ・ ミオグロビンによる赤褐色尿は数少ない特徴的所見であるため可能となり次第必ず膀胱カテーテルを留置し尿を確認する。尿試験紙による検査ではミオグロビンとヘモグ

ロビンを区別して検出することができないため潜血反応は陽性となるが、尿沈渣で赤血球が認められない場合はミオグロビン尿が疑われる。

- 血液検査ではCPK 高値、代謝性アシドーシス、ヘマトクリット上昇、高カリウム血症、低カルシウム血症等を認める。K 値は7～9mEq に及ぶ場合もある。
- 重症度は損傷された筋の容積と相関するといわれる。全骨格筋容量の30%以上が障害されると重症度が高くなるといわれる。
- 時間でみると2時間以上の圧座で発生するケースが多いが、痩身や高齢者などではそれ以下の時間で発生することもある。
- CPK 値は損傷を受けた筋肉の量を反映し、1 損傷肢ごとに5万 u/L 程度増加するとの報告がある。

4. 治療

4.1 救助隊との連携

- 救助隊に治療前にかれきを除去することの危険性を十分に理解してもらう
- がれき除去の方法とタイミングについて、救助隊と医療側で十分に打ち合わせを行う
- その救出プランに基づき、事前にかれき外で十分なリハーサルを行う。
- がれき除去前に、がれき外への脱出経路を確保する
- また搬送手段と搬送先医療機関も予め確保しておく

4.2 治療の準備

- がれき除去前には、十分な輸液を行うとともに、除去後の急変に備えた薬剤や除細動、気道呼吸管理機材を準備しておく

4.3 輸液療法

- 救出直後の急変を防ぐための現場での救出前の治療と、医療機関での集中治療が救命の鍵となる。
- 一方治療法とりわけ輸液療法のほとんどが動物実験や後ろ向き研究によるものであり、急性腎不全に対する透析以外、エビデンスレベルの高いものはない
- しかしながら現場でのがれき除去前に行う十分な量の輸液治療が最も重要となる
- 小児、高齢者、心疾患の既往のある患者では、輸液過剰にならないよう注意する

4.3.1 輸液の選択

- 原則としてカリウムの入らない等張液、すなわち生理食塩水が基本となる。可能であれば37度程度に加温されたものを用いる。

4.3.2 輸液の量

- 1000～1500ml/hr を基本に輸液し、循環動態や心不全のリスクを考慮しながら調節する
- がれき除去前には急速輸液できる準備をする

4.3.3 その他

- 静脈路刺入部は可能な限り清潔操作とし、確実に固定する(図1)
- 閉鎖空間では高さによる滴下が十分得られないことがあるため、動脈圧測定用の加圧バッグなどを用いる(図2)
- 可能であれば2ルート確保する。
- 尿量から循環動態をモニターすることは難しい。排尿知らせてもらい回数を記録する、可能であれば色調と量を確認する。

- ・ 膀胱カテーテルの留置は必須ではない。状況から挿入できなかつたり、挿入時の疼痛が患者からの協力を難しくする可能性もある。かわりに尿瓶等への排尿や男性ではコンドームカテーテルを使用する。

4.4 薬剤

a. 重炭酸ナトリウム:尿をアルカリ化することによる腎保護作用を目的に投与される。一般的には病院で尿 pH を測定しながら pH>6.5 となるよう投与する。輸液 1L ごとに 100mEq/l または 2~3L ごとに 50mEq/l を投与する。現場で行う場合は、成人で 8.4%重炭酸ナトリウム 50ml を緩徐に静注する。

b. 鎮痛剤:疼痛を緩和し救助活動を円滑に進めるために使用する。鎮痛作用としてはフェンタニル、モルヒネが強いが呼吸抑制が生じる可能性がある。呼吸循環抑制の少ないブプレノルフィン(レペタン®)、ケタミンを用いる。

ケタミンには気道分泌を増す作用、幻覚・悪夢などがある。

レペタン®は初回 0.1mg を静注、ケタミンは筋注用では 5mg/kg、静注用で 1mg/kg を投与する。

c. 抗生剤:広域スペクトラムの抗生剤を点滴静注または筋注する。

d. 高カリウム血症の治療薬

i. 重炭酸ナトリウム(メイロン®) 50~100ml 点滴静注

ii. 塩化カルシウム(カルチコール®) 10% 20ml 静注

iii. Glucose-Insulin(GI)療法:ブドウ糖5gにインスリン 1 単位(5%500mlに 5 単位)

iv. ポリスチレンスルホン酸ナトリウム:(ケイキサレート®) 注腸またはドライシロップ製剤の経口投与。即効性はないので、長時間搬送や病院での治療がすぐに受けられない場合に使用する。内服 1 日量30gを 2~3 回に分け、1 回量を水50~150mlに溶いて投与する。注腸の場合は 30g を水 100ml に溶いて使用する。

e. 現場では原則として使用しない薬剤

マニトール:無尿状態での禁忌

アロプリノール:外傷でのエビデンスなし

アセタグラミド:血液データをもとに投与

フロセミド:尿の酸化を来す(尿のアルカリ化が望ましい)

スキサメニウム(サクシニルコリン、サクシン®):高カリウム血症の増悪

4.5 タニケット

- ・ タニケットによる圧迫駆血が、圧迫解除後の圧挫(クラッシュ)症候群の増悪を防ぐという科学的エビデンスはない。
- ・ 四肢からの動脈性出血を止血することに関してはきわめて有用である。

4.6 圧迫解除後の対応

- ・ 解除中から容態が進行性に悪化することが多い。意識レベルと ABC(気道、呼吸、循環)を繰り返し評価する。
- ・ 計画段階から搬送手段と搬送先を決めておく
- ・ 心電図モニターにより高カリウム血症の発生を継続的にチェックする

4.7 コンパートメント症候群

- ・ 圧迫解除後、圧迫された部位はコンパートメント症候群を来しやすい。通常の骨折に伴うコンパートメントは筋膜切開(減張切開)を行うが、圧挫(クラッシュ)症候群の場合は感

染や出血、体液の過剰漏出を来し致死的になる危険があるため、原則として行わない。文献的にはマニトールがコンパート内圧を下げるという報告がある。

III. 現場四肢切断

1. 前提

- ・ 現場切断は救出の最終手段であり、実施にあたっては慎重のうえにも慎重を期す
- ・ 適応は、以下の3項となる。
 1. 救出困難な状況下で、進行性に生命に危機的な状態に陥った場合
 2. 火災や崩落等の危険が差し迫った状況にもかかわらず救出できない場合
 3. 切断以外に救出が不可能な場合

2. 切断の決定プロセス

- ・ 決定は必ず2名以上の医師(含上級責任医師、複数の統括 DMAT クラスの医師等)で行う
- ・ 消防隊の現場活動責任者の同意を得る
- ・ 患者本人と、可能な限り家族の同意を得る
- ・ 決定と同意の経緯を詳細に記録する

3. 準備

実施が決定され次第、直ちに以下の項目について手配する

- ・ 確実に実施できる術者、助手、
- ・ 必要な器械、器具、麻酔薬、感染防御具(ゴーグル、手袋、マスク、術衣)の手配
- ・ 切断後、直ちに搬送する手段
- ・ 治療対応可能な高度医療機関
- ・ がれき内で切断のサポートをする救命救急士の決定
- ・ 処置空間の確保、照明手配
- ・ 救助隊との活動手順確認、緊急時の対処法確認

4. 手術準備

- ・ 資機材を患者直近で展開。使用順にそって並べる。清潔第一。
- ・ 気道緊急への対応物品準備。
- ・ モニター装着
- ・ 可能であれば酸素投与

5. 麻酔

- ・ ケタミン投与:筋注用では5mg/kg、静注用で1mg/kgを投与する。15～20分ごとに追加する
- ・ 呼吸状態と心電図、SpO₂ モニターを確認する

6. 実施

- ・ 抗生物質と破傷風トキソイドの投与
- ・ 可能な限りでの清潔操作を心がける。
- ・ 出血予防措置:タニケットでの近位緊縛を行う。大腿・上腕の場合近位コントロールを行わないと大量の出血となる。切断開始後の締め直しは困難なことから、十分に駆血すること。
- ・
- ・ できるだけ温存をめざすなかで、圧挫肢をギロチン法で切断する
- ・ 骨の切断には線鋸を用いる。ノコギリは閉鎖空間では柄を動かすスペースがない。
- ・ 駆血開始時間、切断時間を記録

- ・ 狭い空間での作業となるため、機械の受け渡し時のケガ、切断骨断端によるケガ、血液の曝露に十分注意する
- ・ 切断後の断端は消毒し滅菌ガーゼと包帯で被覆する

7. 切断後の処置

- ・ 救出完了まで十分なレベルの麻酔と止血管理を行う
- ・ 安全な場所に救出完了後、タニケットを解除する。出血を認めた場合は、再度タニケットを装着する
- ・ 可能であれば、収容先医療機関までの搬送に付き添う。
- ・ 切断され現場に残った患肢の断端は、ケガや感染の予防、ならびに心理的影響を防ぐために適切に被覆しておく
- ・ 切断肢が回収された場合は、医療機関に持っていく
- ・ 術中、術後記録を記載する
- ・ この手技は現場関係者への心理的影響も大きいことから、必要なデブリーフィングを行う
- ・ 手技の終了を関係各所に連絡する
- ・

表1. 圧挫(クラッシュ)症候群 現場治療のまとめ

A	気道	エアウェイ>ラリngeアルチューブ>気管挿管
B	呼吸	バッグバルブマスク、酸素圧駆動の小型携帯用呼吸器
C	輸液	生理食塩水 1000~1500ml/hr 加圧バッグの使用
D	薬剤	<p>尿アルカリ化 鎮痛・麻酔</p> <p>8.4%重炭酸ナトリウム 50ml を緩徐に静注 レベタン 0.1mg 静注 ケタミン 静注用 1mg/kg、筋注用 5mg/kg</p> <p>抗生剤: 広域セフェム剤</p> <p>高カリウム血症対策 重炭酸ナトリウム(メイロン R) 50~100ml 点滴静注 塩化カルシウム(カルチコールOR 10% 20ml 静注 Glucose-Insulin(GI)療法 ブドウ糖5gにインスリン 1 単位(5%500mlに 5 単位) ポリスチレンスルホン酸ナトリウム:ケイキサレート: 内服 1 日量30gを 2~3 回に分け、1 回量を水 50~150mlに溶 いて投与。 注腸の場合は 30g を水 100ml に溶いて使用</p>
E	保温	積極的な保温と加温

図1. 静脈路刺入部の固定方法

Japan Disaster Relief team
外科外傷傷班

静脈ルート固定法

皮膚湿潤などの固定困難な状況では以下の手順で行う。

- 1.**
皮膚湿潤などがある場合は、アルコール綿やガーゼなどで極力**すべての水分を除去**。
- 2.**
フィルム材を刺入部に貼り、保護。
- 3.**
ループを作成し、3 M™ Coban™ 自着性弾力包帯で固定



Coban™ 使用時は、圧迫しすぎて虚血にならないように注意する。
可能な限り刺入部が観察できるように固定する。

図2. 加圧バッグを使用した輸液療法

Japan Disaster Relief team
外科外傷傷班

加圧バッグによる輸液療法

落差による輸液投与が困難な状況では以下の手順で輸液を投与する。

1. 滴下筒、輸液パック内、輸液ライン内の**すべての空気**を除去。
2. 加圧バッグに輸液をセットし最高圧に加圧。

輸液速度を特に調整する場合は、三方活栓より滴下させて速度を見る。
(三方活栓からの滴下12滴 \div 1ml)

ソフトパックに入った生理食塩水500mlを加圧バッグで40Kpaに加圧し、20滴1ml輸液ルート+18G静脈留置針を用いてクレンメ全開にした場合、**約6分でほぼ全量投与**。(留置針先端圧20cmH₂Oとして実験)



表2. 救助隊と医療チームとの CSM 実施確認チェックリスト

<p>基本原則</p>	<p>1.救助活動の主導権、医療チーム進入の可否の決定は救助側(隊長)にあることを認識すること。</p> <p>2.医療チームの進入が最善かを常に検討すること。</p> <p>3.医療チームは捜索救助活動の専門家ではないことを認識し、救助隊員間では”あたりまえ”の事項を含めて、医療チームに対しては確認の意味も含めて十分に説明すること。</p> <p>4.進入前の評価とプランニングを十分に行い活動プランを共有すること。</p> <p>5.救急救命士を十分に活用すること</p> <p>6.到達経路を含む詳細な見取り図を作成し、デジカメ画像、棒カメラ等を十分に活用し視覚的に共通認識をもつこと</p> <p>7.進入した医師は必要な処置終了後、可及的早期に瓦礫外に脱出させること。以後の継続観察・処置管理は救命士有資格隊員を中心に行うこと。</p> <p>8.必要であれば、瓦礫外で実際の内部状況に即したリハーサルを行うこと</p>	
<p>進入要件</p>	<p>以下の要件が満たされ、隊長が許可した場合は進入可とする。</p> <p style="text-align: center;"><救助> <医療></p>	
<p>1.経路把握</p>	<p>進入口から要救助者に到達するまでの内部の状態を完全に把握しているか？</p>	
<p>2.ハザードと安全確認</p>	<p>医療チームを進入させるにあたり、内部の安全は確保されているか？ショアリング等は十分に実施されているか？</p>	<p>Hazardsの有無、種類、切迫度を確実に把握しているか？</p>
<p>3.要救助者状況・容態</p>	<p>要救助者の人数・年齢・性別、要救助者の置かれている状況・体位・バイタルサイン・緊急度・重症度を正確に提示できるか？</p>	<p>把握しているか？</p>
<p>4.救出所要時間</p>	<p>救助方法、予想される救出所要時間を医療班に提示できるか？</p>	<p>救助方法、予想される救出所要時間を把握しているか？</p>
<p>5.進入手順</p>	<p>医療チーム進入のタイミング、医療処置に至るまでの、医師を含めた人員の入れ替わりの方法、その場所等は決定されているか？</p>	<p>自身の進入手順、内部での位置取り、脱出手順を理解しているか？</p>
<p>6.医療処置手順</p>	<p>医療処置の準備および内部での配置、手順確認が細部にわたるまで完全に詰められているか？</p>	
<p>7.資機材準備</p>	<p>医療班の使用資機材を把握しているか？搬入手順は決められているか？</p>	<p>使用する資機材は補充・交換も含めすべての準備は完了しているか？</p>
<p>8.瓦礫内外の連絡</p>	<p>瓦礫内部と外部のリアルタイムの通信手段は確保されているか？</p>	
<p>9.緊急脱出</p>	<p>緊急時の退避方法を確実に理解させているか？</p>	<p>緊急時の合図、安全確保、退避手順を確認しているか？</p>
<p>10.その他</p>	<p>医療チーム進入後の瓦礫外の準備・対応ができていますか？医療チームが進入しても瓦礫外の活動に大きな支障はきたさない態勢がとられているか？</p>	