

瓦礫の下の医療

井上潤一 小井土雄一*

IRYO Vol. 64 No. 7 (483-489) 2010

キーワード：瓦礫の下の医療，都市型搜索救助活動，安全確保

はじめに

瓦礫の下の医療 (confined space medicine : CSM) を広く世に知らしめたのは2005年のJR福知山線脱線衝突事故における救出活動である。マンションに激突し原形をとどめないほどに損壊した車両内という困難な現場から消防と医療が協力してCSMを実施し5名の負傷者を救出するという画期的な成果をあげるに至った。本稿ではCSMの特徴，活動の実際と注意点などについて解説する。

CSMとは

confined space medicine (CSM) を直訳すると「閉鎖空間の医療」になるが，これを山田は「瓦礫の下の医療」という見事な意識でわが国に紹介した²⁾。CSMは通常の消防力では対応困難な事故災害に対応する都市型搜索救助活動 (urban search and rescue : USAR) において行われる現場医療活動の一つで，長時間にわたる救助活動と並行して高度な医療活動を実施することで傷病者の救命ならびに予後改善をめざしている。

USARを体系的に確立したのは米国である。1989年にわが国の中央防災計画に相当する連邦災害対応

計画の主要緊急支援機能の一つとしてUSARが規定されたことをうけ，連邦緊急事態管理庁 (Federal Emergency Management Agency : FEMA) が主管庁としてそのシステムの運用からトレーニングコースの開催までさまざまな活動を展開している。1993年のオクラホマ連邦ビル爆破事件，2001年同時多発テロ，2005年のハリケーンカトリーナ等でのUSARチームの活躍は人々の記憶に新しいところである。

CSMにおける彼らのモットーは“Bring ER to the trapped victims”すなわち“瓦礫の下の負傷者のもとへ緊急治療室を”であり，医療者自身も現場最前線の瓦礫の下で活動することから“究極のプレホスピタルケア”ともいわれている。

一方，USARにおいては余震等により隊員自身が2次災害に遭遇するリスクも高いため，医療部門の治療最優先順位は隊員とそのスタッフとされている。チーム活動としては瓦礫の下の負傷者を対象にしつつ，医療活動の対象としてはスタッフを最上位におくことで，危険を伴う活動に従事する隊員に対し最大限の配慮を示している。このような考え方もUSARシステムを推進させる要因の一つとなっている。現在全米に計28チームがあり，地域の消防組織を核に救助救出活動に必要な様々な職種 (重機オ

国立病院機構災害医療センター 救命救急センター *臨床研究部・救命救急センター

別刷請求先：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 〒190-0014 東京都立川市緑町3256

(平成22年8月12日受付，平成22年9月10日受理)

Confined Space Medicine

Junichi Inoue and Yuichi Koido, National Hospital Organization Disaster Medical Center

Key Words : confined space medicine (CSM), urban search and rescue (USAR), safety first

ペレーター、建造物構造、危険物取り扱い、救助犬、医師など）のボランティアが登録され、災害時には大統領の発令と同時に臨時の連邦政府職員となり実働部隊（Task Force）が結成され発災後6時間以内に出勤する。1チームは7部門62名で編成され、捜索・救助部門と医療部門が一体となった構成が特徴である。対象患者数はその特殊性から重症10名、中等症15名、軽症25名の計50名と限定しているが、捜索用の重機まで含む携行資機材の総重量27トン（1億5,000万円相当、うち医療部門は約2,000万円）にのぼる。これら資機材はすべて空軍輸送機に積載可能な規格で統一されており、現場への迅速な投入を可能にしている。

医療部門は6名で2名の救急医と4名の救急救命士（paramedicまたはemergency medical technician：EMT）からなる。米国の救急救命士は静脈路の確保や気管挿管などの医療処置が実施可能なため瓦礫内での活動は主に救急救命士が行い、医師はその統括・調整にあたる。

Confined Space と活動の特異性

“confined space（閉鎖空間）”には、トンネル、マンホールや下水溝、各種タンクや排気ダクト内など元来狭隘な空間と、ビル倒壊や列車衝突など結果として生じた狭隘な空間があり後者のほうが困難な活動となる場合が多い。さらに瓦礫の下の活動が通常の現場活動と異なる最大の要因は、種々の危険物（ハザード）が存在すること、および活動が長時間にわたることである。危険物に対しては、それを認知・理解・回避する能力の修得、危険から身を守る防護具の装着が必須である。活動は短くて数時間、長ければ一昼夜を超える活動になることから、医療側も交替チームの確保や現場での活動拠点の確立などそれを見越した活動体制を構築することが必要である。このように極限的な環境下での確に活動するには、十分な知識と技術、高い身体能力と精神力、総合的な判断力が要求されるとともに、各人の人間性までも試される場となる。

安全確保

活動の大原則は「安全第一」であり、なによりも安全確保が優先される。

1. 個人防護具（personal protective equipment：PPE）

災害現場で活動する際はヘルメット、ライト、ゴーグル、防塵マスク、手袋、安全靴は必須であり、これらを装着していない者が現場活動を行うことは許されない。さらに瓦礫内に進入する際は耳栓、肘・膝プロテクターを追加装着する。女性の場合、髪型等によりヘルメットがずれやすいので注意する。ライトはヘルメット装着用と手持ち用の2種類を携行する。ゴーグルとマスクは防塵に必須である。911テロの世界貿易センタービル倒壊現場で活動した関係者の7割近くに呼吸器系の後遺障害が発生しているとの報告もあり、アスベスト等の有害粉塵を除去できる機能が必要である。手袋はラテックス製のものを下につけ、その上から革もしくはケブラー製のものを着用する。PPEを装着すると安全は保たれる反面、動きや視野が制限される、細かい作業ができない、季節により非常に暑いなどのマイナスも生じる。日頃からその特徴を十分理解し使いこなせるようにしておく必要がある。瓦礫内の傷病者に対してもヘルメット、ゴーグル、マスク等可能な限りの個人防護策を講じる。

2. 進入の判断と退路の確保

まず始めにその現場に自分が安全確実に対応できるか冷静に判断する。瓦礫内では救助隊員のサポートはあるが“自分の身は自分で責任をもつ”が基本である。次いで本当に進入が必要な状況か、ハザードをクリアし到達可能か、内部で医療処置可能かという点を総合的に判断する。“消防から要請されたから”、“そこに傷病者がいるから”といった理由で条件反射的に進入してはならない。無理な進入は必ず2次災害を誘発し、自分のみならず傷病者や救助隊員など内部のすべての人間を危険に晒すことになる。自分では対応が難しいと思われた場合は正直にその旨を救助サイドに告げ、瓦礫外で待機するなど次善の対応をとればよい。進入する際は必ず退路の確保を念頭におく。

そのほか、低酸素状態と有毒ガス・有毒物質への注意、火災・漏電・爆発のほか、その施設特有の危険物・有毒物質を有している場合もある。血液・体液に対する標準的予防策も実施する。

CSMで見られる特徴的な病態

1. 低体温

閉じこめられた要救助者の90%に発生する。低体温は体力の消耗とともに出血傾向を増悪させる。コンクリートやステンレス等に直接身体が接した際の体温喪失は非常に大きい。上からは保温用フィルムシートをかけ、身体と接触物の間には毛布等を遮蔽材として入れるようにする。

2. 脱水

長時間の経過による脱水に加え、打撲・浮腫による体液の移動、出血、嘔吐、イレウス状態などから傷病者は多くの場合脱水状態にある。原則静脈路確保による輸液を行う。困難な場合は経口的な補給も考慮するが嘔吐による誤嚥のリスクに十分注意して行う。

3. 粉塵障害

前述したように倒壊時に発生した粉塵は気道に吸入され呼吸障害を、また目に入り眼障害を引き起こす。さらにいったん落下・沈静下した粉塵が救助活動による振動等により再度舞い上がることに留意する。安全の項でも触れたように、粉塵吸引による後遺障害の発生率は高く、様々な呼吸器系の症状とともに、アスベストは発がん性を、コンクリートは気道内結石を生じる。

4. クラッシュ症候群（前号参照）

5. ハザードによる汚染・障害

がれきからの直接的な損傷とともに、流出した燃料、排水、漏電、その施設が本来有する工業物質や毒劇物などによる汚染や障害も発生しうる。事前の情報収集や現場での測定を行い、医療側も2次災害に十分注意して活動するとともに、がれき内からの脱出後はそれらへの曝露を想定した除染活動が必要となる。

現場での活動

1. 体制

必要な役割は、①瓦礫内での処置実施②その介助③瓦礫外での物品準備調達等の支援④記録⑤全体の統括、である。①と⑤は基本的に医師であり、②は

医師・看護師・救急救命士のいずれか、③④は看護師か事務スタッフとなる。したがって最低限医師2名と看護師2名か看護師1名・事務1名の計4名のチーム体制で臨むことが必要である。また①の医師には難しい現場で医療処置が実施できる技量が、⑤の医師には適切な判断や消防その他他機関との調整ができる上級医師が、②③には救急領域の経験があるものがふさわしい。

2. 医療処置

現場における医療活動の基本は通常のプレホスピタルケアと同じくいわゆるABC（気温・呼吸・循環）の確認と確保である。さらにCではクラッシュ症候群への対応、Dではペインコントロールとしての薬剤（drug）、緊張性気胸に対するドレナージ（drainage）、急変に対する除細動（defibrillation）を考慮する。

- 1) バイタルサインの安定化：活動の基本であり、いわゆるABCといわれる気道確保・呼吸管理・循環維持（脱水補正）に加え保温に努めることが重要である。とくに低体温は挟まれた傷者のほぼ全例に発生し病態を悪化させる。瓦礫と身体の間への毛布等の挿入、アルミシートによる被覆等を行い体温喪失の防止に努める。
- 2) 骨折部の固定：固定により疼痛を緩和し、救出活動に伴う体位の変化や移動に備える。
- 3) ペインコントロール：挟まれによる疼痛を鎮痛薬、麻酔薬の使用でコントロールする。要救助者に対する治療的側面とともに、救助者が活動に専念できる環境を作り出すためにも必要であり、医師が行うべき重要な処置である。現場では呼吸循環抑制の少ないケタミンを使用するが多い。
- 4) 精神的サポート：暗い瓦礫の下に長時間肉体的苦痛をともなって閉じこめられている負傷者は、強い不安感、恐怖感、無力感に襲われている。したがってたとえ姿がみえなくても声による接触、すなわちボイスコンタクトが可能になり次第、安心させ励ますようなコミュニケーションをとるように努める。また2次災害等の危険によりやむを得ず救助者が緊急退避する際も「必ず戻るから」というような支持的な声かけを行うべきである。トラップされている要救助者が何を感じ何を求めているのかについて、実際に福知山事故で先頭車両に乗り合わせCSMを受けた方による大変貴重な記録がある（吉田恭一著「1両目の真実」エクスナレッジ、著者のホームペ

ー ジ <http://www.kysd.net/fuku42501a.html> でも一部閲覧可能)。CSMに係わる方はぜひ一読いただき、活動する際の参考にさせていただきたい。

5) 特殊な医療処置の施行:

a) 気管挿管: 喉頭展開できない状況下ではラリングマスクやWBチューブを用いたり用指挿管、外科的な気道確保(輪状甲状靱帯切開法)を行う。

最近発売されたPentax社製Airwayscopeは喉頭鏡グリップ手前のモニターを観察しながら挿管できるため、このような状況下で有用である。b) 輸液路確保: 末梢静脈, 中心静脈のほか, 緊急的には骨髄内輸液を行う。瓦礫内では高低差を利用した圧差による輸液滴下ができないため, 動脈ライン用の加圧バッグやスチールバネ板式の加圧輸液装置を用いて行う。

c) 現場四肢切断: 基本はあくまでも温存であり最終手段である。救助に長時間を要し, その間に負傷者の生命が危機的な状態に陥ることが避けがたい場合や, 二次災害が切迫する状況下で緊急避難的に行う。その際は清潔操作を意識し関節を避け可能な限り温存部を長く残し, 救出後病院で再度断端形成を行う。

6) 解剖学的・生理学的アドバイス: 医学的知識に基づき傷病者に少しでも負担の少ない救助方法をアドバイスするとともに荷重・移動等の安全限界を指示する。またバイタルサインを継続的にモニターし障害物を除去するタイミングやスピードについてアドバイスを行う。

7) 現場での死亡確認: 医師により黒タッグ相当のトリアージや死亡確認が行われることで救助活動を迅速化することができる。死亡確認の際は, 時刻と診断医師名を確実にしておく。

活動のポイント

1. 進入前の徹底した計画と準備, 緊密な連携

活動成功の鍵は進入前の瓦礫外での準備と計画にある。瓦礫内外の行き来は二次災害のリスクを増すため, 医療側の進入は原則1回, 内部に進入する人数も原則1名を前提とする。瓦礫内に進入する前に, 消防側から内部の状況, 要救助者の位置・体位・容態等を聴取し可能な限り詳細かつ正確に把握する。状況の図示や内部のデジカメ画像等で視覚的にイメージを共有することも役立つ。次いで救助隊と協議し, 内部での位置取り, 行う処置と手順等を詳細に

計画する。必要な物品をすべて準備し, 救出後の対応や急変時の対応まで準備万端整えて, はじめて瓦礫内に進入する。消防隊員, 医療者, そして負傷者の三者が瓦礫の内外で緊密に連携し活動することが重要である。表1に医師等が閉鎖空間に進入する際に消防側と確認すべきチェック項目を示す。

2. 資機材・薬品の準備

瓦礫内部に持ち込む資機材は, 傷病者の置かれている状況や容態, 推定される病態, そして救助に要する時間などから推測し必要最低限とする。さらに瓦礫内で使いやすいようにあらかじめセッティングし使用する順番にそって取り出しやすいように収納しておき, 瓦礫内で“店をひろげる”ことのないようにする。瓦礫内では高低差による輸液滴下ができないため, 動脈ライン用の加圧バッグ等用いて行う。長時間の活動が予想されれば, 輸液や薬剤, 酸素の補充調達を早い段階から手配する。

3. 瓦礫外からのサポート

瓦礫内の活動が円滑に行われるには瓦礫外からの適切なサポートが非常に重要である。無線等で情報交換しながら行われている活動を推測し, 常に“先読み”し必要な資機材等を準備しておく。また瓦礫外の災害現場全体の活動状況・安全情報等を適宜内部に送る。活動が長時間及ぶようであれば, 交替要員の確保, 休息スペースの設置, 水分・軽食やリフレッシュメント(飴, チョコ等)の調達, 保温・冷却といった環境対策, トイレ・手洗い・洗面・うがい等の衛生対策についての手配も行う。

4. 医療処置実施の原則

活動全体の目的は瓦礫内からの救出であり, それが迅速安全に実施できるために必要な最低限の医療処置のみを行う。余計な処置・過大な処置は時間を浪費し, 救助活動自体の妨げとなる。救助活動の進行とそれに必要な医療のバランスを総合的に考慮した判断力が不可欠となる。表2に活動時のポイントを示す。

5. 記録

時系列での活動記録とともに, 傷病者と接触後はバイタルサインの変化や実施した処置について記録していく。これらの情報は傷病者を医療機関へ引き継ぐ際に必要であり, また事後に活動の検証を行う

表1 医療を要する救助活動における活動指針

<p>基本原則</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 救助活動の主導権、医療班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。 2. 医療班の進入が最善かを常に検討すること。 3. 救助側は、医療班が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、医療班に対しては確認の意味も含めて十分に説明すること。 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。 5. 救急救命士を十分に活用すること。 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、救助用ファイバースコープ等を十分に活用し視覚的に共通認識をもつこと。 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・処置管理は救急救命士を中心に行うこと。 8. 必要であれば、瓦礫外で実際の内部状況に即したシミュレーションを行うこと。 	
<p>●瓦礫外より目視可能</p>	<p>隊長判断で進入し処置可</p>	
<p>●瓦礫外より目視不可能</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><救助側></p>	<p><医療側></p>
<p>①経路把握</p>	<p>進入口から要救助者にアクセス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>医療班を進入させるにあたり、内部の安全は確保されているか？支柱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・・・</p>	
	<p>(医療班に) 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・・・</p>	
	<p>(医療班に) 提示できるか？</p>	<p>把握しているか？</p>
<p>⑤進入手順</p>	<p>医療班進入のタイミング、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>医療班の使用する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・交換分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>* 医師進入後の瓦礫外の準備・対応ができていないか？医師1名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？ * 上記の項目について医療班全員で協議のうえ、進入可否を判断すること * 必要であれば、支援スタッフと協議し決定すること</p>	

表 2 CSM の鉄則（医療者向け）

1. 現場では救助隊長の指示に従うべし。
2. 到着後まず到着報告し、互いの意志疎通をはかれ。
3. まず現場の状況と hazards を確認せよ。
4. ついで負傷者の容態と正確な挟まれ等の状況を確認せよ。
5. さらに消防の救出プランと救出所要時間を確認せよ。
6. 以上に基づき、医療側の活動プランを決定し、消防のプランとすりあわせよ。
7. 活動中は常に負傷者とボイスコンタクトをとれ。
8. 活動の成否は事前の計画で決まる。位置取り、行う処置とその手順、急変時の対応等すべて消防と検討し、決定してから取りかかれ。無闇に開始すれば混乱をきたすだけである。
9. それでも開始後は状況・容態は変化しているものである。消防と連携し臨機応変に対応せよ。
10. 進入は原則 1 名、処置が必要な場合のみ 2 名。それ以上は必要も効果もなく 2 次災害のリスクのみが増す。
11. 負傷者にとって安全に、また救助隊にとって迅速に救出活動ができるための、必要最低限の医療処置のみ行うべし。
12. できること・できないこと、やるべきこと・やらなくてもよいこと、そしてやってはいけないことを的確に判断せよ。できないこと、やらなくてもよいことにこだわり、時間を浪費するな。
13. 使用する資機材はすべて開始前に準備せよ。現場で“店”をひろげるな。
14. 処置が終わり次第、やむを得ない場合を除き、現場から離脱せよ。長居は無用、救助活動の妨げになる。
15. 救出時には直近に待機し、容態変化に対応せよ。
16. 現場離脱時には、消防隊員に適切な申し送りをせよ。
17. 瓦礫の内と外との連携、医療チームと消防との連携、そして要救助者との連携、これら 3 つの緊密な連携が成功へのカギである。

うえでも大切である。

6. 救出後の対応調整

瓦礫内で行う活動だけが CSM ではない。救出された傷病者に再度評価し、必要な処置を追加するとともに、搬送手段の確保と搬送先医療機関の選定について活動の初期段階から消防側と連携して調整しておく。

7. 多数傷病者対応における CSM

前述したように CSM は瓦礫救助活動（confined space rescue）の一部であり、活動の主体は救助救出活動である。したがって災害対応の初動期で医療が圧倒的に不足している状況下では、数少ない医療チームを最前線で CSM にあたらせるよりも、まずはトリアージや重症患者の現場救護所活動に向けるほうが現場活動全体としては有効である。現場の医療が充足しトリアージや救護所活動、搬送トリアージもある程度収束に向かうことが明らかとなったところでなお CSM が必要な状況があれば、その時点

で医療チームを向かわせても遅くはない。

8. 救助者のストレス

救助現場では苛酷な活動環境に加え多数の遺体などにより救助者にも強い肉体的・精神的ストレスが加わるため、組織として適切なストレス対策が必要となる。チームリーダーは隊員に対し事前にストレスが高い活動になる旨の十分なブリーフィングをすることがストレスの予防・軽減につながる。なお日本トラウマティックストレス学会では「遺体が救援者に引き起こす気持ちの変化：救援者向けパンフレット」を学会ホームページ上 http://www.jstss.org/topic/disaster/disaster_10.html に公開しているので参考にされたい。

● おわりに

先の JR 福知山線脱線事故により、震災時のみならず日常の都市災害においても CSM を必要とする状況が容易に出現することが明らかとなった。しか

しCSMが非常に危険かつ困難な活動であることにかわりはなく、そこに傷病者が閉じこめられているからといって安易に行ってはならない活動でもある。安全に実施するには救助隊・救急隊・医療者の緊密な連携が必要であり、そのためにも日常的な訓練は欠かせない。兵庫県三木市の兵庫県広域防災センター内にある「がれき救助訓練施設」は世界屈指の施設であり、関係諸機関が訓練を積むことで今後のわが国のCSMの発展に大きく寄与することが期待される。

また震災時には医師が病院を離れ現場に向かうことは難しいため、それにかわる救急救命士による輸液や気道確保、薬剤投与がぜひとも必要である。災害時に限定した処置拡大や処置可能な手技と対象を拡げた上級救急救命士制度等を早急に導入すべきである。

[文献]

- 1) National Urban Search and Rescue Response System Medical Team Training Student Manual, 2005 FEMA/DHS.
- 2) 山田憲彦. 第3回全国消防救助シンポジウム記録集 p1-6, 総務省消防庁. 2001.
- 3) Hogan DE, Burstein JL. Disaster Medicine. Philadelphia; London: Lippincott Williams & Wilkins; 2002: p112-22.
- 4) Gonzalez D. Crush Syndrome. Crit Care Med 2005; 33 (1 suppl): s34-41.
- 5) Yokota J. Crush Syndrome in Disaster. Jpn Med Assoc J. 2005; 48: 341-52.