

厚生労働行政推進調査事業費補助金
(厚生労働科学特別研究事業)

2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けての
救急・災害医療体制の構築に関する研究

平成 29 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 横田 裕行
(日本医科大学大学院医学研究科救急医学分野)

平成 30(2018) 年 3 月

目 次

I. 総括研究報告

2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会 に向けての救急・災害医療体制の構築に関する研究	3
横田 裕行	

II. 分担研究報告

銃創、爆傷等における外傷医療体制の構築に関する研究	151
木村 昭夫	
ICUにおける多数傷病者対応の現状に関する研究	216
西村 匡司	
テロ等における医療体制の構築に関する研究	221
小井土 雄一	
テロ時の急性中毒に対する対応に関する研究	226
須崎 紳一郎	
災害・テロ時の熱傷に対する対応に関する研究	234
齋藤 大蔵	
開催地の救急医療体制の構築に関する研究	245
坂本 哲也	
開催地域の救急医療体制の構築とリスク評価に係る研究	251
森村 尚登	
東京都医師会と連携した医療体制の構築： ロンドンオリンピックのテロ対応準備に係る調査・研究	254
山口 芳裕	

III. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表	261
----------------	-----

I . 総括研究報告書

厚生労働行政推進調査事業費（厚生労働科学特別研究事業）
総括研究報告書

2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けての
救急・災害医療体制の構築に関する研究

研究代表者 横田 裕行 日本医科大学大学院医学研究科外科系救急医学分野 教授

研究要旨：

平成32年に本邦で開催される国際的イベントある東京オリンピック・パラリンピックが開催される予定である。各国の関係者や観客等が多数集まることによる開催会場周辺の救急医療体制の整備や、昨今、国外におけるテロに関する情勢も考慮し、本研究では、東京オリンピック・パラリンピックにおける救急・災害医療体制整備について検討しモデル案を提示することを目的とした。本年度は研究初年度であり、全ての成果物が完成したわけではない。したがって、今後ブラッシュアップしなければならない成果物も存在する。一方、コンソーシアムと密接な連携を取りつつ、着実に成果物も蓄積されつつあり、その一端はコンソーシアムHPに既にアップをされている。次年度以降は今年度に検討された、作成された成果物をさらにブラッシュアップを行い東京オリパラだけではなく、その後に行なわれるであろうmass gathering eventにも有用な成果物を提供したいと考えている。

研究分担者

木村 昭夫 国立国際医療研究センター病院
救命救急センター長

西村 匡司 徳島大学大学院救急集中治療医学
教授

小井土雄一 独立行政法人国立病院機構
災害医療センター 臨床研究部長

須崎紳一郎 武蔵野赤十字病院 救命救急セン
ター長

齋藤 大蔵 防衛医科大学校防衛医学研究
センター外傷研究部門 教授

坂本 哲也 帝京大学医学部救急医学講座 教授

森村 尚登 東京大学大学院医学系研究科
救急科学 教授

山口 芳裕 杏林大学医学部救急医学 教授

研究協力者

川前 金幸 山形大学医学部麻酔科学講座
主任教授

A. 研究目的

平成32年に本邦で開催される国際的イベントある東京オリンピック・パラリンピック（以後、東京オリパラ）が開催される予定である。各国の関係者や観客等が多数集まることによる開催会場周辺の救急医療体制の整備や、昨今、国外におけるテロに関する情勢も考慮し、本研究では、東京オリパラにおける救急・災害医療体制整備について検討しモデル案を提示することを目的とした。また、本研究班の成果物が東京オリパラ後に行なわれる様々なmass gathering eventの災害医療対応の資料としても広く活用することも

想定して検討をすることとした。

これらの目的を達成するために本研究班の構成員（研究代表者、分担研究者）は関連学会や委員会の代表とした。すなわち、研究代表者横田裕行は日本救急医学会、研究分担者の木村昭夫は日本外傷学会、西村匡司は日本集中治療学会、小井土雄一は日本集団災害医学会、須崎伸一郎は日本中毒学会、斎藤大蔵は日本熱傷学会、坂本哲也は日本臨床救急医学会の代表である。また、森本尚登は日本救急医学会が事務局機能を果たしている2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る救急・災害医療体制を検討する学術連合体（以後、コンソーシアム）の合同委員会委員長、また山口芳裕は東京都医師会救急委員会において東京オリンピック・パラリンピックに関する小委員会の代表である。

B. 研究方法

班会議の議論の中から、各分担研究者には学会や委員会の代表として、それぞれ以下に記載するような担当を決定した。

1) 木村班（日本外傷学会）

銃創、爆傷、刺創等の特殊外傷に対する病院前の対応と院内対応についてのマニュアルを作成することとした。前者については特に救急現場で使用する一般医家向けの対応マニュアル作成も検討することとした。

2) 西村班（日本集中治療医学会）

会場周辺のICU病床の状況、設備、対応可能な傷病者数等を検討することとした。日本集中治療学会には傷病者の種類による病院の受入れキャパシティなどの状況調査を行うこととした。

2) 小井土班（日本集団災害医学会）

大会に向けて活用する標準的なオリパラ版診療録（J-SPEED）を提示した。また、次年度以降は実習を伴う標準コース展開も見据

えて検討することとした。

3) 須崎班（日本中毒学会）

専門家向けマニュアルは日本中毒情報センター（JPIC）が担当することで中毒学会とのコンセンサスが存在する。中毒情報センターからは厚生労働大臣と東京都に化学テロ対策についての要望書がすでに出されている。日本中毒学会は補完する立場として、まずは救急医療機関の化学テロへの体制を調査する。日本中毒情報センターとの役割分担が必要である。須崎班としては会場周辺の救命救急センターや災害拠点病院の中毒患者の受け入れ態勢、除染設備、防護設備、除染剤・解毒剤備蓄状況、訓練・人員配置の状況など医療資源の現状をアンケート調査から把握することとした。

4) 斎藤班（日本熱傷学会）

台北で起こった熱傷多数傷病者の事例を参考に、救急現場での対応マニュアル、院内対応マニュアルを作成する。活動を再開した日本スキンバンクとも連携し、広範囲熱傷患者に対する医療資源、治療体制を確認する。本邦における熱傷治療が可能な施設数、ベッド数の調査が20年前以降、更新されていないので、今回多数傷病者の分散搬送などのためにも調査を行うこととした。

5) 坂本班（日本臨床救急医学会）

周辺医療機関の受け入れ能力を想定し、それを超える傷病者が発生した時の対応について、特に救急隊との連携体制を考慮した体制を提案することとした。また、外国人患者の対応に関するポイント、熱中症に対する現場での対応法や搬送法も検討することとした。テロ等の多数傷病者発生以外の、日常の救急患者への対応を考えるのも重要である。

6) 森村班（日本救急医学会）

各会場における観客動員数から想定される医療ニーズの概算についての検討を行う。

また、本研究班の活動を上記コンソーシアムの活動と連携し、成果物の公表をHP等で行うこととした。また、過去のオリンピックで医療を担当した講師を招き、2017年11月3日にキックオフ・シンポジウムを企画した。さらに、コンソーシアムとして医療・救護計画に関する提案書を作成することとした。

7) 山口班 (東京都医師会)

海外の mass gathering event の医療体制を調査し、その結果からの検討と、東京都医師会との連携の為に会場周辺の医療活動に協力する一般医家の要望についての検討を行うこととした。

C. 結果

本研究班と連携して議論をし、本研究班の実質的な活動組織でもあるコンソーシアムのホームページ(HP)を立ち上げた

(<http://2020ac.com/>)。本研究班の議事録やニュースレター (参考資料1)、各研究班の成果物、コンソーシアムの成果物や様々な情報は本HPのアップロードし、かつ必要に応じて誰でもがダウンロードできるようにした。

1) 木村班 (日本外傷学会)

銃創や爆傷の診療マニュアル案を作成した。銃創に関しては初療、頭部、頸部、胸部、腹部、四肢を個別にその対応に関して記載し、爆傷に関しては病院前(救急現場から搬送まで)と病院内の対応に関して記載をした。今後は内容を再チェックして、ブラッシュアップを行い、次年度以降はHPにアップロード、あるいは日本外傷学会から冊子体として発表した(資料1)。

2) 西村班 (日本集中治療医学会)

今年度は3つのプロジェクトを立ち上げた。すなわち、①ICU管理のガイドライン案の作成、②会場周辺の医療資源調査のためのア

ンケート、③重症患者ICU対応のコース開催である。③のコース開催は傷病者数によりシナリオは3種類程度(域内搬送、都内搬送、広域搬送)必要と考えている。③に関しては次年度以降の2020年の開催を目指して準備を進めている(資料2)。

3) 小井土班 (日本集団災害医学)

今年度は①CBRNE多数傷病者発生事案に対するあるべき病院前体制、②病院受入体制の検討、③J-SPEEDオリパラ版を作成した(資料3)。

4) 須崎班 (日本中毒学会)

小井土班の化学テロ対応の課題と重複することを危惧し、化学テロに対する検討はしていないが、小井土班と連携はすることとしている。また、日本中毒情報センターとの業務分担が必要で、東京都災害拠点病院、都外会場周辺の医療施設に急性期中毒疾患に対するアンケートを行った結果、テロの有無にかかわらず、患者受け入れが可能であること回答した施設が多いことが確認された。病院前対応のマニュアルを作成するかは未定であるが、病院内の対応やマニュアル作成に関して小井土班とすり合わせを行い、次年度以降作成する必要性も認識している。

5) 斎藤班 (日本熱傷学会)

現場対応、初期対応、搬送、及び治療に分けて議論をした。特に、現場対応と初期対応に関するアンケートを行った。その結果として熱傷対応の病床として、関東地方では76施設に193床、日本全体では254施設で573床存在することが明らかとなった。また、初期対応としてのトリアージ方法や一般医家向け小冊子を作製した(資料4)。

6) 坂本班 (日本臨床救急医学会)

医療機関側としての訪日外国人対応、日常診療の負荷の予測とその対応、熱中症への対応をガイドラインとして執筆した。また、教

育・研修として選手側スタッフに対する応急処置、救急医療の教育研修プログラムの提示、法執行機関等の職員に対する応急処置の教育・研修を執筆予定とした（資料5）。

7) 森村班（日本救急医学会）

ロンドンオリンピックで医療を担当した講師を招き、2017年11月3日にキックオフ・シンポジウムを開催し、その議論の内容をもとに提言を発表した（参考資料2～5）。

さらに、平成21年4月東京都福祉保健局に公表された「東京都が主催する大規模イベントにおける医療・救護のガイドライン」に基づく「2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る救急・医療体制を検討する学術連合体」からの提案を行うための作業を行った。なお、本提案は平成30年4月に公表された（資料6）。

さらに、米国のシミュレーションモデルを使用し、メイン会場での多数傷病者発生を想定し、現場に投入される救急車台数、搬送先医療機関数（搬送距離で規定）、搬送様式（重症度別搬送・ランダム搬送）を変数として、搬送先医療機関における死亡率、ICU入室者数、手術症例数などを算出する予測式を作成した。次年度以降は外傷データバンク（JTDB）のデータを使用しつつ、搬送時間と死亡率の関係等を検討し、適切な搬送体制や救急車の配置を提言してゆく予定とした。

7) 山口班（東京都医師会）

東京都医師会救急委員会の中で会長諮問事項の一つとして「東京2020に向けた医師会の対応について」を検討し、特に東京都医師会としてのマニュアルを作成する準備に取り掛かった。

D. 考察

平成32年に本邦で開催される国際的イベントある東京オリンピック・パラリンピック

（以後、東京オリパラ）が開催される。各国の関係者や観客等が多数集まることによる開催会場周辺の救急医療体制の整備や、昨今、国外におけるテロに関する情勢も考慮し、本研究では、東京オリンピック・パラリンピックにおける救急・災害医療体制整備について検討しモデル案を提示することを目的とした。また、本研究班の成果物が東京オリパラ後に行なわれる様々なmass gathering eventの災害医療対応の資料としても広く活用することも想定して検討をすることとした。本年度は研究初年度であり、全ての成果物が完成したわけではなく、また今後ブラッシュアップしなければならない成果物も存在する。一方、コンソーシアムと密接な連携を取りつつ、着実に成果物も蓄積されつつなり、その一端はコンソーシアムHPに既にアップをされている（参考資料7）。

コンソーシアムは2016年4月に救急医療に関わる8学会（日本救急医学会、日本臨床救急医学会、日本集中治療医学会、日本外傷学会、日本集団災害医学会、日本中毒学会、日本熱傷学会、日本救急看護学会）と東京都医師会からなる会議体として「2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る救急・災害医療体制を検討する学術連合体（コンソーシアム）」が組織された。コンソーシアムは、過去に我が国で開催された例えば伊勢・志摩サミットなど国際会議の経験、リオデジャネイロやロンドンオリンピックでの救急医療体制の情報を収集し、2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会時の救急医療体制のモデル案を提示することを大きな目的としている。当初は前述のように8学会と1組織であったが、2018年3月現在は日本救急医学会、日本外傷学会、日本集中治療医学会、日本集団災害医学会、日本中毒学会、日本熱傷学会、日本臨床救急医学会、日本救急看護

学会、東京都医師会、日本小児科学会、日本臨床スポーツ医学会、日本AED財団、日本蘇生学会、日本救護救急学会、日本航空医療学会、日本感染症学会、日本外科学会、日本環境感染学会の18団体で構成されている。コンソーシアムは活発な活動を展開しており、前述の2017年11月3日に開催したキックオフシンポジウムのほか、適宜会議を行い、その成果物をHPに適宜アップロードし、またその予定としている。

本研究班は次年度以降は今年度に検討された、作成された成果物をさらにブラッシュアップを行い、東京オリパラだけではなく、その後に行なわれるであろう mass gathering eventにも有用な成果物を提供したいと考えている。

E. 結論

本研究班の目的は東京オリンピック・パラリンピックにおける救急・災害医療体制整備について検討しモデル案を提示することである。研究初年度の本年度は、全ての成果物が完成したわけではないが、例えば会場周辺の医療資源や銃創、爆傷などの首尾木対応や治療に関するマニュアル案を作成することが出来た。また、今後ブラッシュアップしなければならない成果物も存在するが、コンソーシアムと密接な連携を取りつつ、着実に成果物も蓄積されつつある。次年度以降は今年度に検討された、作成された成果物をさらにブラッシュアップを行い東京オリパラだけではなく、その後に行なわれるであろう mass gathering event にも有用な成果物を提供したいと考えている。

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
・横田裕行：東京オリンピック・パラリンピックに向けてコンソーシアムの活動状況. 第45回日本救急医学会総会・学術集会 2017.10 大阪

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

参考資料 1 : コンソーシアムHPの厚生労働省科学研究班関連資料フォルダから
http://2020ac.com/#cat05_1_4

コンソーシアムからの提言 すべて表示

競技者 観衆 救護所 病院 コンソーシアム関連会議資料 その他

コンソーシアム関連会議資料 キックオフシンポジウム関連資料 キックオフシンポジウム「提言」
厚生労働科学研究班関連資料

該当件数 : 4 件のドキュメント

- 2018.01.05 **【厚生労働科学研究班】ニュースレター 3**
関連団体 コンソーシアム
- 2017.12.04 **【厚生労働科学研究班】第1回班会議 議事録**
関連団体 コンソーシアム
- 2017.12.04 **【厚生労働科学研究班】ニュースレター 2**
関連団体 コンソーシアム
- 2017.12.04 **【厚生労働科学研究班】ニュースレター 1**
関連団体 コンソーシアム

参考資料 2 : コンソーシアム関連会議資料 - (2) キックオフシンポジウム関連資料 目次

Documents すべて表示

競技者 観衆 救護所 病院 コンソーシアム関連会議資料 その他

コンソーシアム関連会議資料 キックオフシンポジウム関連資料 キックオフシンポジウム「提言」
厚生労働科学研究班関連資料

該当件数 : 6 件のドキュメント

- 2017.11.07 **【キックオフシンポ】提言**
関連団体 コンソーシアム
- 2017.11.07 **【キックオフシンポ】開会の辞 コンソーシアム代表 横田裕行**
関連団体 コンソーシアム
- 2017.11.07 **【キックオフシンポ】オリンピックコンソーシアムについて 合同委員会 委員長 森村尚登**
関連団体 コンソーシアム
- 2017.11.07 **【キックオフシンポ】基調講演 Dr.Pamela Venning**
関連団体 コンソーシアム
- 2017.11.07 **【キックオフシンポ】各団体進捗報告**
関連団体 コンソーシアム
- 2017.11.07 **【キックオフシンポ】シンポジウム当日配布用パンフレット**
関連団体 コンソーシアム

一般社団法人 日本救急看護学会

公団社団法人 日本小児科学会

一般社団法人 日本臨床スポーツ医学会
Japanese Society of Clinical Sports Medicine

一般社団法人 日本AED財団

日本蘇生学会

一般社団法人 日本救護救急学会

一般社団法人 日本航空医療学会

一般社団法人 日本感染症学会

一般社団法人 日本外科学会

一般社団法人 日本環境感染学会

(2018年03月現在 参考用)

参考資料 3 : キックオフシンポジウム (2017年11月3日、東大安田講堂)

キックオフシンポジウム

ロンドンオリンピック開催中の 救急医療体制から学ぶ

【特別講演】2012年ロンドンオリンピック・パラリンピックに係る救急・災害医療体制
日時：2017年11月3日(金) 祝日 10:00~16:00
場所：東京大学 安田講堂



2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る
救急・災害医療体制を検討する学術連合体
The Academic Consortium on Emergency Medical Service and Disaster Medical Response Plan
during the Tokyo Olympic and Paralympic Games in 2020

参考資料 4 : ロンドンオリンピックの医療体制
コンソーシアム関連会議資料 - (2-4) キックオフシンポジウム関連資料
(17.11.07 キックオフシンポジウム 基調講演 Dr. Pam Venning)

Emergency Medical Services
London 2012 Olympic and Paralympic Games



Dr Pamela Venning DSC PhD RN
November 3rd 2017

参考資料5：キックオフシンポジウムからの提言

2017年11月3日

2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る 救急・災害医療体制を検討する学術連合体 キックオフシンポジウム

提言

1. オリンピック・パラリンピック開催中の会場（競技会場）内ないし会場周辺における多数傷病者発生事案（MCI）への救急医療対応を円滑に効率よく実施するためには、運営スタッフである会場責任者とは別に会場内医療責任者（Venue Medical Officer；VMO）を配置することが望まれる。また、開催中は、MCIが実際に発生した際には合同指揮調整本部として機能する「関連機関連携センター（仮称）」を常設し、VMOとの間に強固な通信情報システムを構築することが求められる。
2. 近年は医療機関もテロのターゲットになる可能性があることから、テロ発生に備えた医療機関のセキュリティの強化が必要である。
3. 既存のシステムを活用した通信情報システムの強化と、特に多数傷病者発生時のコード名称、コード発信に係る運用内容とその周知徹底が必須である。
4. 医療リスクの評価を徹底したうえで対応策を策定し、その有効性をテストイベントの場で検証したうえで、本大会に臨む必要がある。

参考資料6：コンソーシアムHPの病院フォルダから

<http://2020ac.com/#cat04>

The screenshot shows a web interface for 'Documents' on the AC 2020 website. The page title is 'Documents' with the subtitle 'コンソーシアムからの提言'. A 'すべて表示' (Show All) button is in the top right. A navigation bar contains icons and labels for '競技者' (Competitors), '観衆' (Audience), '救護所' (First Aid Station), '病院' (Hospital), 'コンソーシアム関連会議資料' (AC 2020 Related Meeting Materials), and 'その他' (Others). The '病院' (Hospital) category is selected. Below the navigation bar, a list of documents is displayed under various categories:

- Triage**: トリアージ, 緊急度判定支援システム
- Treatment**: 外傷診療, 中毒, 爆傷・銃創, 熱中症対策
- Transport**: 病院間搬送
- DisasterMedicine**: 災害医療, 災害時医療品, 災害時診療記録
- Mass Casualty Incident**: 多数傷病者対応, 多数感染症患者への対応, 多数熱傷患者発生時の受け入れ体制, 災害時の多数傷病者のICU受け入れ体制

銃創・爆傷患者診療指針

2018年3月

厚生労働科学特別研究事業
2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けての
救急・災害医療体制の構築に関する研究
統括研究者：横田 裕行
分担研究：銃創、爆傷等における外傷医療体制の構築
分担研究者：木村 昭夫

一般社団法人 日本外傷学会
東京オリンピック・パラリンピック特別委員会
委員長：大友 康裕
委員：五十嵐 豊，霧生 信明，黒住 健人，齋藤 大蔵，角山泰一朗，
廣江 成欧，柳川 洋一，山元 良

緒言：当指針作成の経緯

本銃創・爆傷患者診療指針は、日本医科大学横田裕行教授が主任研究者である平成29年度厚生労働合
成推進調査事業（厚生労働科学特別研究事業）の「2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に
向けての救急・災害医療体制の構築に関する研究（H29－特別－指定－004）の分担研究である「銃創、
爆傷等における外傷医療体制の構築」（分担研究者：木村昭夫）をもとに、一般社団法人日本外傷学会の「東
京オリンピック・パラリンピック特別委員会」（委員長：大友康裕）の活動を通じてまとめ上げたもので
あります。上記特別委員会委員各位のご努力の結果、上記分担研究の報告書であることに留まらず、外傷
診療にかかわる医師であれば、一読しておくべき診療指針としてまとめました。

現在の日本においては、銃創や爆傷は珍しいものであり、多くの外傷にかかわる医師にとってなじみの
薄いものであります。実際、東京オリンピック・パラリンピックの時にも起こる可能性は高いとはいえな
いでしょう。しかしながら70数年以前には、数百万の日本国民が、銃や爆弾により死亡もしくは負傷し
たという動かざる事実があります。当時は外傷診療について現在ほど進歩していなかったでしょうが、そ
の現場にいた医師はできる限りの知識や技術を絞り出して、全力で診療にあたっていたことでしょう。そ
ういったことに思いを馳せてみると、現代のわれわれにとっても他人事ではないという思いが強く生じて
きます。ただ残念ながらその当時の知恵は、現在の日本の医師には伝わってはおられません。本診療指針を
作成するにあたって参考としたのは、現在でも戦争の当事国であり、国内でもテロの脅威にさらされてい
る国々や銃社会で毎日のように銃創患者が救急の現場に運ばれてくる国々の医師が提唱する最新かつ現時
点で最善と考えられる見識です。これらには、医療体制の違いからや鈍的外傷を主に扱っている日本の医
師にとっては、若干の違和感を覚える内容があるかもしれませんが、そういった点についても委員間で可
能な限り議論を重ね、妥当な記載となるよう尽力しました。

本診療指針のPDFは、多くの方々に読んで頂けるよう、2020年東京オリンピック・パラリンピックに
係る救急・災害医療体制を検討する学術連合体（コンソーシアム）のホームページならびに電子ジャーナ
ル化されている日本外傷学会雑誌第32巻3号(7月号)にアップロードする予定であります。東京オリンピッ
ク・パラリンピックに限らず有事の際に、1人でも多くの医師に活用していただけるよう、心から願ってお
ります。

2018年1月元旦

一般社団法人 日本外傷学会 代表理事
2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けての
救急・災害医療体制の構築に関する研究 分担研究者

木村 昭夫

はじめに

世界的にテロの発生件数は急激に増加し、2014年には年間17,000件をこえています。ここ20年間、わが国では大規模なテロは発生していませんが、「イスラム国」および北朝鮮からのテロ攻撃のリスクは決して低くありません。「イスラム国」は、「日本国民、日本権益を発見次第、我々の戦士、仲間による攻撃の対象となった」と宣言しています。北朝鮮も米国と軍事衝突となった場合、日本国内に潜伏しているとされる数千人の工作員が、日本国民をターゲットとしてテロ行為を行う可能性があります。

このように、現在の国際情勢や国内での東京オリンピック・パラリンピック2020など重要国際イベントを控え、テロ発生に対する医療者の備えが必要と考えます。しかし、わが国に銃創患者・爆傷患者診療の経験がある医師はほとんどいないことから、診療手順を整理した診療指針を策定・普及させ、この弱点を少しでも解消しておく必要があります。

2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る救急・災害医療体制を検討する学術連合体（コンソーシアム）から、本学会に付託された役割は、「銃創・爆傷患者に対する診療ガイドラインの作成と医療従事者への普及」であります。これを受け、本学会では、銃創・爆傷の診療に精通した医師で構成される特別委員会を立ち上げ、銃創・爆傷患者に対する診療指針（2017年度暫定版）を、以下に示す役割分担で作成しました。

【銃創】

初 療：廣江 成欧	済生会横浜市東部病院	救命救急センター・外傷センター
頭 部：五十嵐 豊	日本医科大学付属病院	高度救命救急センター
頸 部：霧生 信明	国立病院機構災害医療センター	救命救急センター
胸 部：山元 良	慶應義塾大学病院	救急科
腹 部：角山泰一朗	帝京大学ちば総合医療センター	救命救急センター
四 肢：黒住 健人	帝京大学医学部附属病院	外傷センター

【爆傷】

病院前：齋藤 大蔵	防衛医科大学校	防衛医学研究センター外傷研究部門
病院内：柳川 洋一	順天堂大学医学部附属静岡病院	救急診療科

本診療指針の編集方針は、以下のとおりであります。

- ・わが国の主に鈍的外傷に対する「外傷初期診療ガイドライン」「外傷専門診療ガイドライン」をふまえ、銃創・爆傷に特有の診断・治療に焦点をあてる。
- ・米国の診療ガイドラインを参考とするが、わが国の診療事情に適合させた内容とする。
- ・各項では、まずアルゴリズムとその解説を提示し、それに引き続いて Clinical Question とその回答という形式に統一する。

本診療指針を、テロ被害者を診療する可能性のあるすべての医療従事者に精読頂いて、自施設の診療体制の見直しをお願いするとともに、不幸にしてテロが発生した際には、適切な診療の提供によって、多くの命を救って頂けることを期待しております。

一般社団法人 日本外傷学会

東京オリンピック・パラリンピック特別委員会

委員長 大友 康裕

第 I 章 銃創・爆傷のプレホスピタルケア総論



図 I-1

【アルゴリズムの要点】

銃創・爆傷のプレホスピタルにおける救命処置の優先順位は、米国の Tactical Combat Casualty Care (TCCC)¹⁾⁻³⁾ および Tactical Emergency Medical Services (TEMS)⁴⁾ に基づいた“MARCH”が望ましい(図 I-1)。このアルゴリズムは、M:Massive hemorrhage (大量出血の制御)、A:Airway (気道確保)、R:Respiration (緊張性気胸の解除と呼吸管理)、C:Circulation (静脈路確保とショックの治療)、H:Head injury (低酸素や低血圧などによる頭部外傷の悪化を回避)/Hypothermia (低体温の治療と回避)で構成される。通常の救急医療の外傷救護においては、ABCDEの順番で救護・処置がなされるが、銃撃・爆弾テロに対する救護においては、気道確保・呼吸・循環の前に、四肢からの大量出血を制御する必要があるというアルゴリズムである。すなわち、銃創や爆傷では短時間で致命的になり得る四肢の大量出血がしばしば問題となり、まず目にみえる大量出血の制御を優先させることが救命処置として最重要という概念に基づく。最初の評価・処置は、危険が伴う現場で行わなければならない場合があり、可能な限り脅威を排除して、すみやかな退避・脱出に努めるとともに、四肢からの大量出血に対しては、軍用止血帯などによる出血制御を早期に実施することが推奨される。そして、そののち呼吸管理、循環管理、意識・体温管理へと通常の順番に外傷救護を行うのがよいが、可能な限り迅速に後送する必要がある。

- 1) Montgomery HR, et al : TCCC guidelines comprehensive review and update : TCCC guidelines change 16-03. J Spec Oper Med 2017 ; 17 : 21-38.
- 2) Naemt (Corporate Author) : Prehospital Trauma life Support : Military edition. Burlington : Jones & Bartlett Learning, 2014.
- 3) Butler FK, et al : Tactical combat casualty care in special operations. Mil Med 1996 ; 161 (Suppl) : 3-16.
- 4) Campbell JE : Tactical Medicine Essentials. Burlington : Jones & Bartlett Learning, 2010.

【銃創・爆傷に関する医学的エビデンスの基盤となる戦術的戦傷救護 TCCC の紹介】

TCCC は米軍特殊作戦群と米国保健医科大学が作成したガイドラインであり、1997 年から特殊部隊に、2010 年からは米軍全軍に導入された戦傷救護のことである。米国国防総省内の戦場負傷者管理分野における負傷者救護・救命処置の標準と位置づけられており、現在では米国外科学会や米国救護員協会からも推

奨されている。TCCCの理念(TEMSの理念も同様)は1.負傷者の救護, 2.さらなる負傷者の発生防止, 3.任務の完遂, に集約される¹⁾⁻⁴⁾。

TCCCは実証的分析により発展してきた。ベトナム戦争の米軍兵士の死因分析を行った結果, 防ぎ得る外傷死の原因は四肢外傷からの出血, 気道閉塞, 緊張性気胸であった。特に, 四肢外傷からの出血は全体の死因の9%に達し, 無視できない病態であることがわかった⁵⁾。このことより, 米軍は2001年から2010年のイラク・アフガニスタン戦争において, 四肢からの出血に対してCATという軍用止血帯による止血を全軍に指示した結果, 四肢からの出血で死亡した症例が全体の3%まで減少した⁶⁾。さらに, 2001年から2010年の間に特殊部隊である第75レンジャー連隊に対しては, CATによる四肢の止血だけでなく, 骨髄輸液, 胸腔穿刺, 外科的気道確保などのTCCCに基づくすべての救命処置を指示し, 全軍にはCATによる四肢外傷からの止血のみを指示して比較検討したところ, 全軍では戦傷者18,681人のうち3,064人が死亡して16.4%の死亡率であったのに対し, 第75レンジャー連隊では戦傷者262人に対して死者28人で, 死亡率は10.7%と低率であった⁷⁾。この結果から, 米軍は2010年以降, 全軍にTCCCを導入することを決めた。

TCCCの特徴は, 通常の外傷救護と異なり, 前述したMARCH(Massive hemorrhage, Airway, Respiration, Circulation, Head injury/Hypothermia)の順番に処置することにある。すなわち, まず四肢の損傷の大出血による出血死を防ぐことから開始する。救急救護のフェーズとして砲火下の救護(Care under fire), 戦術的野外救護(Tactical field care), 戦術的後送救護(Tactical evacuation care)の3つに分けられる⁸⁾⁹⁾。

ホットゾーンでの“砲火下の救護”では, 脅威の排除が最も重要で, 救護のためにさらなる負傷者を発生させてはならない。負傷者を現場から脱出させるのが目標であり, 負傷者自身もしくは救護者が応急処置を行うのが原則である。そして, 脅威の排除の大原則のもとに, 四肢などの外出血を軍用止血帯で止血する。気道確保としての気管挿管は, 喉頭鏡使用で光を標的に銃撃されるかもしれないので, 戦術的野外救護の段階まで待つのが原則である。砲火下の救護では, 敵からのさらなる銃撃や次なる爆発の危険がある最も危険な地域での救護であり, 負傷者本人または仲間による処置が基本で, 軍用止血帯を用いて緊縛止血のみ行う。また, 頸椎保護は頸椎損傷を強く疑わせる症例を除いて実施しない。

ウォームゾーンでの戦術的野外救護では, 最も危険な地域からは脱出したものの, 依然として危険な領域における救命処置であり, 米軍では衛生兵による応急処置が救命率を上げている。前述したとおり, 米軍では四肢損傷による大出血, 気道閉塞, 緊張性気胸に対する迅速な救命処置が受傷者を救っている。そこには, 有益な救命処置のみを実施し, 迅速に戦術的後送救護へと繋ぐ“buy time”の概念が根底にある。すなわち, 現場でタイムリーな救命処置のみを行い, 少しでも早く後方の安全な地域へ負傷者を送るのが原則である。TCCCでは医師資格をもたない戦闘員あるいは衛生兵であっても救命処置を行う。また, 毛布などで保温し, 低体温を防止する。資機材は限定され, 医療用酸素は準備できないことも多い。

コールドゾーンへの搬送フェーズとなる戦術的後送救護では, 基本的には戦術的野外救護の救命処置を継続して, 戦傷者を搬送する。後送中に経鼻エアウェイによる気道確保では不安がある場合には, きちんと気管挿管を施行して気道確保した方がよい。緊張性気胸に対しては胸腔穿刺を行って症状の改善がみられても, 長時間の搬送が予測される場合にはあらかじめ胸腔ドレナージを行って搬送する。

以上のように, TCCCは有事において銃撃や爆発によって負傷した兵士を救うための戦傷救護であり, 脅威の排除を行って収容所や野戦病院に後送するまでにタイムリーな救命処置を行うことで, 生存率向上を図るものといえる²⁾³⁾⁸⁾⁹⁾。

1) Montgomery HR, et al : TCCC guidelines comprehensive review and update : TCCC guidelines change 16-03. J Spec Oper Med 2017 ; 17 : 21-38.

2) Naemt (Corporate Author) : Prehospital Trauma life Support : Military edition. Jones & Bartlett Pub, 2014.

- 3) Butler FK, et al : Tactical combat casualty care in special operations. Mil Med 1996 ; 161 (Suppl) : 3-16.
- 4) Campbell JE : Tactical Medicine Essentials. Jones & Bartlett Pub, 2010.
- 5) Champion HR, et al : A profile of combat injury. J Trauma 2003 ; 54 : S13-19.
- 6) Eastridge BJ, et al : Death on the battlefield (2001 - 2011) : implications for the future of combat casualty care. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S431-437.
- 7) Kotwal RS, et al : Eliminating preventable death on the battlefield. Arch Surg 2011 ; 146 : 1350-1358.
- 8) Butler FK : Tactical medicine training for SEAL mission commanders. Mil Med 2001 ; 166 : 625-631.
- 9) Butler FK, et al : Implementing and preserving the advances in combat casualty care from Iraq and Afghanistan throughout the US Military. J Trauma Acute Care Surg 2015 ; 79 : 321-326.

【ハートフォードコンセンサス】

米国においても米軍の TCCC を通常の救急医療に導入することは、現場において当初は遅れていた。四肢出血の早期止血のためのターニケットの使用は民間においても必要なことであったが、2013年4月15日に発生したボストンマラソン爆破事件において、多数殺傷事件に対するターニケットの準備と使用が十分ではなかったと指摘された。米国では多数負傷者の出血死を防いで生存性を高めるために、国家としての政策作成のための合同委員会が開催され、「ハートフォードコンセンサス」¹⁾が発表された。第1回のハートフォードコンセンサスは米国のコネチカット州にあるハートフォード病院で2013年4月2日に実施されており、ボストンマラソン爆破事件を予見するかのように開催されたが、第2回、第3回と回を重ねることで、その目標は早期の出血制御をファーストレスポonderに義務づける方向で、普及活動が進んでいる。すなわち、米国では社会として、ターニケットや止血資材の使用に関する教育を救急隊員だけでなく、一般人にも行うことで反テロへの姿勢を示している。また、米軍の13年間で6,800人の犠牲者から得られた教訓、知恵、技能が、民間の救急医療に生かされることが米国社会では求められているともいえる。さらに、米国では2015年5月から軍と民間の外傷救護に関するさらなる相互協力のプロジェクトとして、National trauma care systemの構築が、目的、情報、訓練、人的交流などにおいて進行していることを申し添える²⁾。

- 1) Jacobs LM, et al : Hartford consensus. Bulletin 100 (1S), American College of Surgeons, Sept 2015.
- 2) A National Trauma Care System : Integrating Military and Civilian Trauma Systems to Achieve Zero Preventable Deaths After Injury. 2016. DOI : <https://doi.org/10.17226/23511>

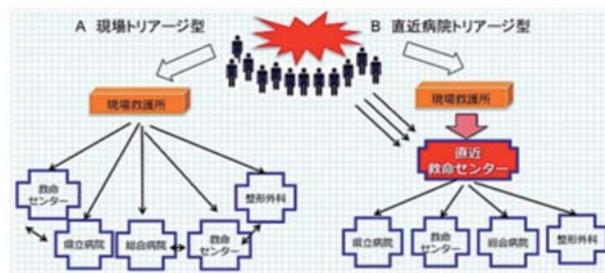
【本邦における銃創・爆傷に対する救急救護の実際】

米国では銃創・爆傷に対する救急救護のガイドラインともいえるべき TEMS があり¹⁾、テロリズムなどの不測の事態が発生した際の救急救護・医療システムが確立しつつある。一方、日本国内では銃撃や爆弾によるテロリズムの発生が外国と比較して幸運にも少なかったため、外国のテロ事案のほとんどを占める爆傷や銃創に対して本邦の救急救護・医療関係者にはほとんど経験がない。また、米国と日本では法律も違えば、文化・環境も異なる。米国の TEMS をそのまま本邦に導入することは、現実的に難しい部分がある。例えば、銃撃や爆発が発生した場所に日本の消防・救急隊が危険度に関する情報が無い状況で救急救護に向かうことは厳しい。そして、救急救命士は本邦の救急救命士法に基づいた救命治療しかできないことはいうまでもない。銃創・爆傷に対して、どのような救急救護体制を国内で創っていくのか、2020年のオリンピック・パラリンピックの開催を控える本邦において、万が一のテロリズム発生に備えて銃創・爆傷に対する救急救護体制を確立することは喫緊の課題と思料する。

本邦における銃創・爆傷の外傷救護案は下記のとおりである。危険を伴うホットゾーンでは、脅威の排除が最重要で、救護のためにさらなる負傷者を発生させないようにする。負傷者を現場から脱出させるの

が目標であり、脅威の排除のもとに四肢などの外出血をCATなどで止血する。負傷者本人またはファーストレスポンドーによる処置が基本で、四肢からの大量出血制御のみを行うべきである。脱出してきた救護所では、いまだ危険が残存する地域における処置になるので、迅速に後送救護へと繋ぐ“buy time”の概念に基づき、タイムリーな応急処置のみを行って少しでも早く後方の安全な地域へ負傷者を送るべきである²⁾。本邦においてはJPTECに基づく処置が標準となるが、より迅速に後送するのが望ましい。したがって、大量傷者が発生した場合には時間をかけたトリアージの実施よりも、迅速に後送することを優先するべきである。一カ所の病院に後送するか分散搬送するかは、発生場所にもよるので、論議のあるところであるが、TCCCの概念からは一カ所にすみやかに送る方が“buy time”の概念に一致する。ボストンマラソン爆弾テロではあらかじめ準備した大きな救護所が危険過ぎて使えなかった。また、秋葉原通り魔事件においては被害者が現場に滞在する時間が長かったという。これらの事例では、より安全な地域への迅速な後送が望まれる。したがって、多数傷者の発生した爆弾テロや銃撃テロの現場では被災者を次々と救急車で迅速に後送し、直近の大きな病院を大量傷者救護所として用いることで、必要な救命処置と初期トリアージを行うとともに搬送の拠点として分散搬送するのがよいと本委員会では提案する（図I-2）³⁾。

直近病院を大量傷者救護所とする



“The closest hospital should be used as a casualty collection point, and initial triage station for distribution to the other available hospitals, rather than as just another treatment facility,”

「直近病院は大量傷者救護所とし、初期トリアージと搬送拠点にすべし」

図I-2

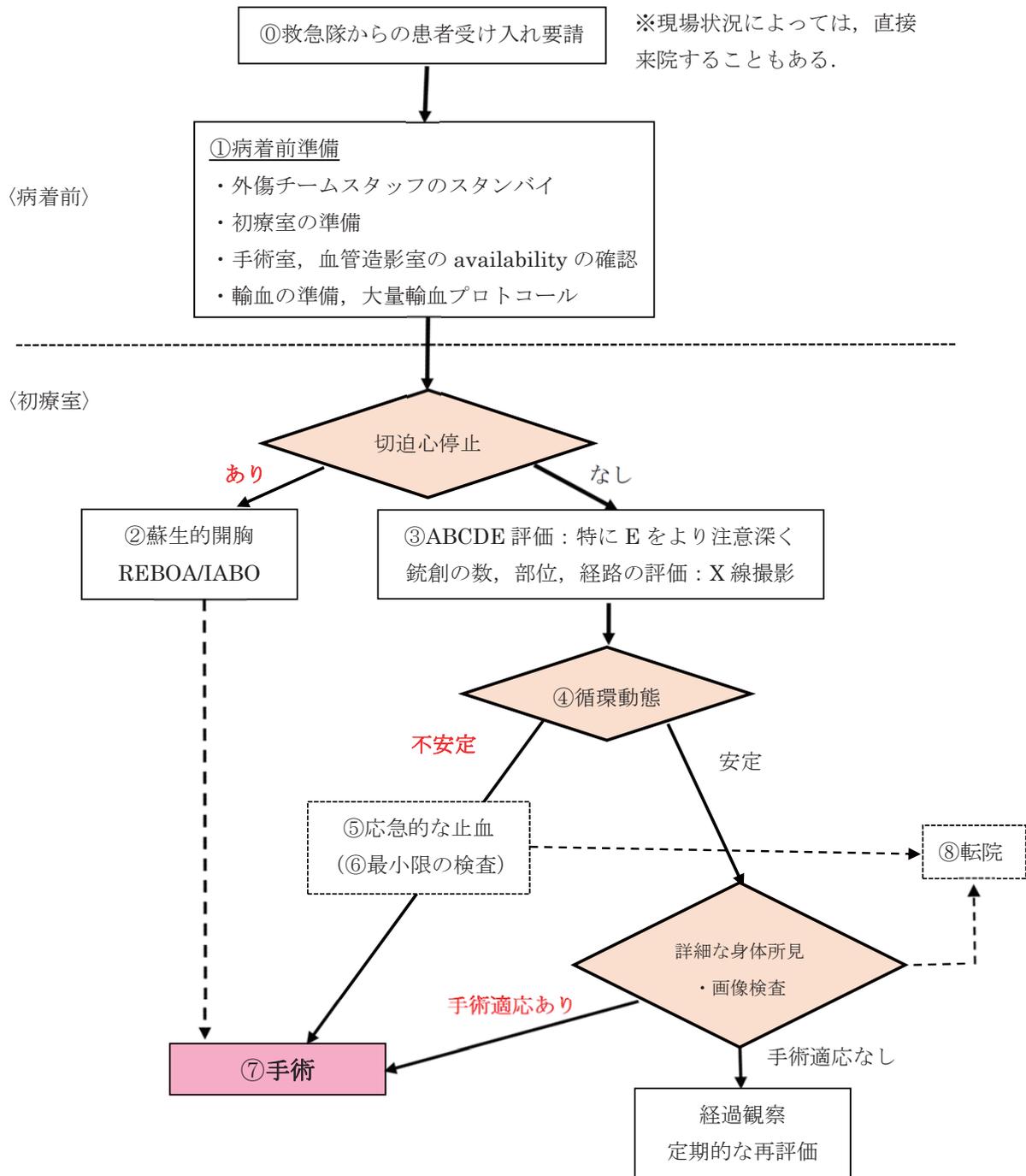
TEMSにおいて負傷者の現場救護所はウォームゾーンに設置されるが、本邦においては救急車などの参集する現場救護所は限りなくコールドゾーンに近いウォームゾーンに設定するしかないものと思料する。しかしながら、国内の爆傷・テロ対応に対して、事件現場であるホットゾーンから救急車が参集する場所（通常は現場救護所）までを担当する救護組織が、警察の特殊部隊のほかにもどの組織が担うのが本邦では決まっていない。このことこそ、本邦における銃創や爆傷に対する事態対処外傷救護の現時点における最大の問題点といえる。2020年の本邦における東京オリンピック・パラリンピック開催に向けて、今こそ本邦においても銃撃・爆弾テロに対する救急救護体制の構築がオールジャパンで必要ではないだろうか。本邦においても銃創・爆傷に対する多職種連携による切れ目のない救急救護のオールジャパン体制構築が望まれる。

- 1) Campbell JE : Tactical Medicine Essentials. Jones & Bartlett Pub, 2010.
- 2) 日本外傷学会外傷専門診療ガイドライン編集委員会:外傷専門診療ガイドライン. 第2版. 日本外傷学会監修. 東京:へるす出版, 2018. in press.
- 3) Frvckberg ER : Terrorist bombings in Madrid. Crit Care 2005 ; 9 : 20-22.

五十嵐 豊, 齋藤 大蔵

第Ⅱ章 銃創患者に対する院内診療手順

1. 銃創の初期診療



図Ⅱ-1-1 診療手順アルゴリズム

【アルゴリズム要点】

救急隊からの患者受け入れ要請（アルゴリズム①）

○救急隊あるいは現場，消防機関からの銃創患者受け入れ要請連絡を受けた場合，すみやかに関係スタッフ，システムのスイッチを入れ，病着前準備を開始する．多数傷病者で現場が混乱していたり，現場から病院までの距離が近い場合は，救急車搬送より先に直接来院する患者がいることもある．

病着前準備（アルゴリズム①）

○銃創・爆傷患者の搬送前準備は，鈍的外傷と同様である．

○ただし，鈍的外傷と異なり，銃創患者は緊急手術が必要になる可能性が高く，手術加療が予後に直結するため，常時麻酔科を含め迅速に緊急手術が施行可能な体制を整えておくべきである．明確な基準はないが，ショックを伴う銃創症例に対して手術室入室へ10分以上かかると死亡率が高くなるという報告もある¹⁾．

○自施設でどの段階まで診療が可能なのか想定し，追加処置が可能な専門施設をあらかじめ把握しておく．

○活動性出血に対して，救急隊がターニケットを装着もしくは手動的圧迫をしてくる可能性がある．

1) Meizoso JP, et al : Effect of time to operation on mortality for hypotensive patients with gunshot wounds to the torso : The golden 10 minutes. J Trauma Acute Care Surg 2016 ; 81 : 685-691.

初療室

○原則は JATEC に則った診療を行う．

○切迫心停止症例では，蘇生的開胸を行う．施行した症例では鈍的外傷よりも鋭的外傷の生存率が高く，必須の手技である（アルゴリズム②，詳細は後述）．

○初期評価では E の評価，特に単純 X 線撮影での評価が重要である．全身観察をより注意深く行い，銃創の数，部位，活動性出血の有無などを確認する．創が奇数の場合，体内に弾丸が残存している可能性を考える．銃創が複数ある場合，どこが射入口・射出口かは言及せず，銃弾の貫通経路はあらゆるパターンを考える．X 線撮影時には，創のマーカースとしてクリップなどを置く（アルゴリズム③）．

○循環動態不安定な症例は，原則手術であり，必要最低限の処置および検査を行っている間に手術の準備を整え，すみやかに手術の可能な部屋へ搬入する（アルゴリズム④）．

○応急的な処置（アルゴリズム⑤）：創部局所止血±中枢側血流遮断

創部局所止血：ガーゼ圧迫，Foley カテーテル挿入による止血，止血剤

出血部の中枢側血流遮断：ターニケット，外科的血管確保，血管内バルーンカテーテル挿入

※ターニケット装着不可能な部位の出血に対しては，創部局所止血のみ施行し，すみやかに手術室へ移動する．

○最小限の検査（アルゴリズム⑥）：頭部⇒CT

体幹部⇒FAST（詳細は後述），単純 X 線撮影

（四肢⇒単純 X 線撮影）

○ターニケットは途中で緩めてはならない．原則は，手術室など適切に対応できる環境下で外す．

○循環動態の安定している症例も多くある．ただし，常に急変のリスクおよび緊急手術になるであろうことを念頭に，迅速に診療にあたる．

○外出血なく，バイタルが安定している場合でも，むやみに初療室で創の検索は行わない．血栓や周りの組織による圧迫で一時的に止血されているようにみえるものの，実際には動脈の断裂があり，創の開放とともに急激に出血することがある．

○具体的な手術術式や手術適応については，部位別の項目を参照（アルゴリズム⑦）．

○専門施設への搬送（アルゴリズム⑧）：自施設では不可能な検査，治療が必要な場合は，循環動態の安定化を図ったうえで，すみやかに専門施設へ転送とする．

【銃創症例全体の死亡率】

- NTDB の 1996 ～ 2016 年の銃創 11,294 症例を分析，死亡率 14.6% ¹⁾。
- New Jersey Trauma Center の 12 年間の銃創 6,322 例の分析，死亡率 11% ²⁾。
- JTDB に登録された 2004 ～ 2015 年の銃創症例は 80 件，手術は 46 件（51%），死亡率 50% ³⁾。

- 1) Manley NR, et al : Good news, bad news : An analysis of 11,294 gunshot wounds (GSWs) over two decades in a single center. J Trauma Acute Care Surg 2018 ; 84 : 58-65.
- 2) Livingston DH, et al : Unrelenting violence : An analysis of 6,322 gunshot wound patients at a Level 1 trauma center. J Trauma Acute Care Surg 2014 ; 76 : 2-11.
- 3) 日本外傷データベースより抜粋（日本外傷診療研究機構）

【初療室ですべき診察，処置，検査】

○鋭的外傷に対する CT の有用性に関して

⇒有用である可能性がある。

特に循環動態の安定している体幹部鋭的外傷（あるいは銃創のみ）を対象として，手術を行う必要があるかないかの decision making の一助となったり，損傷の有無・程度が明確になる可能性が示唆された報告が散見される ¹⁾⁻⁴⁾。CT による開腹手術の必要性の予測に関して，感度 94.9%，特異度 95.38%，正診率 94.7% との報告もある ⁵⁾。ただし腸管損傷に対しては診断が困難であることが多い ⁶⁾。

- 1) Grossman MD, et al : Determining anatomic injury with computed tomography in selected torso gunshot wounds. J Trauma 1998 ; 45 : 446-456.
- 2) Munera F, et al : Gunshot wounds of abdomen : evaluation of stable patients with triple-contrast helical CT. Radiology 2004 ; 231 : 399-405.
- 3) Shanmuganathan K, et al : Penetrating torso trauma : triple-contrast helical CT in peritoneal violation and organ injury- a prospective study in 200 patients. Radiology 2004 ; 231 : 775-784.
- 4) Velmahos GC, et al : Abdominal computed tomographic scan for patients with gunshot wounds to the abdomen selected for nonoperative management. J Trauma 2005 ; 59 : 1155-1160.
- 5) Goodman CS, et al : How well does CT predict the need for laparotomy in hemodynamically stable patients with penetrating abdominal injury? A review and meta-analysis. Am J Roentgenol 2009 ; 193 : 432-437.
- 6) Butela ST, et al : Performance of CT in detection of bowel injury. Am J Roentgenol 2001 ; 176 : 129-135.

○鋭的外傷に対する蘇生的開胸術の妥当性に関して

⇒鈍的外傷に対してよりも重要度が高く，必須の手技である。

ACSCOT のデータでは，Resuscitative thoracotomy (RT) を施行した症例の生存率は鋭的外傷で 11.2%，鈍的外傷で 1.6% であった ¹⁾。鋭的外傷のなかでも胸部の刺創に対して有効で，銃創，腹部，多数の刺創では有効度が下がる ²⁾。RT を施行した鋭的外傷で，生存率は刺創 vs 銃創で，14% vs 4% ²⁾，鋭期の心臓損傷に対する RT でも生存率は刺創 33% vs 銃創 5% ³⁾，刺創の方が銃創より 11 倍生存しやすいという報告もある ⁴⁾。

WTA は 2012 年に RT に関する，注釈付きの包括的アルゴリズムを作成し（図 II-1-2），鋭的外傷では，CPR を開始して 15 分に満たない症例にのみ RT 施行を考慮し，RT 施行したもののタンポナーデがないのに肉眼的に心臓の活動がない場合は蘇生処置を終了とし，肉眼的に心臓活動があるまたは解除すべきタンポナーデがある場合は出血コントロールを行うべきとしている ⁵⁾。バイタルサイン消失からの時間が，米軍ガイドラインでは 10 分以内，英国ガイドラインでは 5 分以内に施行可能な場合のみ，RT が推奨され

ている⁶⁾。現場での心肺停止症例には推奨されない。

2015年のEASTからのガイドラインでは、迅速な判断が求められるより臨床に即した状況として、初療室で脈拍触知不可となった場合に焦点を当てて検討している。72の論文の計10,238症例を集積し、結論として、生命兆候を認める胸部の鋭的外傷に対して初療室開胸を行うことを強く推奨し、生命兆候を認めない胸部の鋭的外傷や、生命兆候のあるなしに関わらず胸部以外の鋭的外傷に対して初療室開胸を行うことを条件付きで推奨する、としている⁷⁾。

誰が施行するかに関しては、外傷外科医が行うべきだが、体制上困難な場合もあり、救急医が行うことも可能で、そのためには訓練をすべきである⁸⁾。タンポナーデ解除や大動脈遮断を行ったら、すみやかに手術室に移動したり、専門外科医による追加処置に移行する。

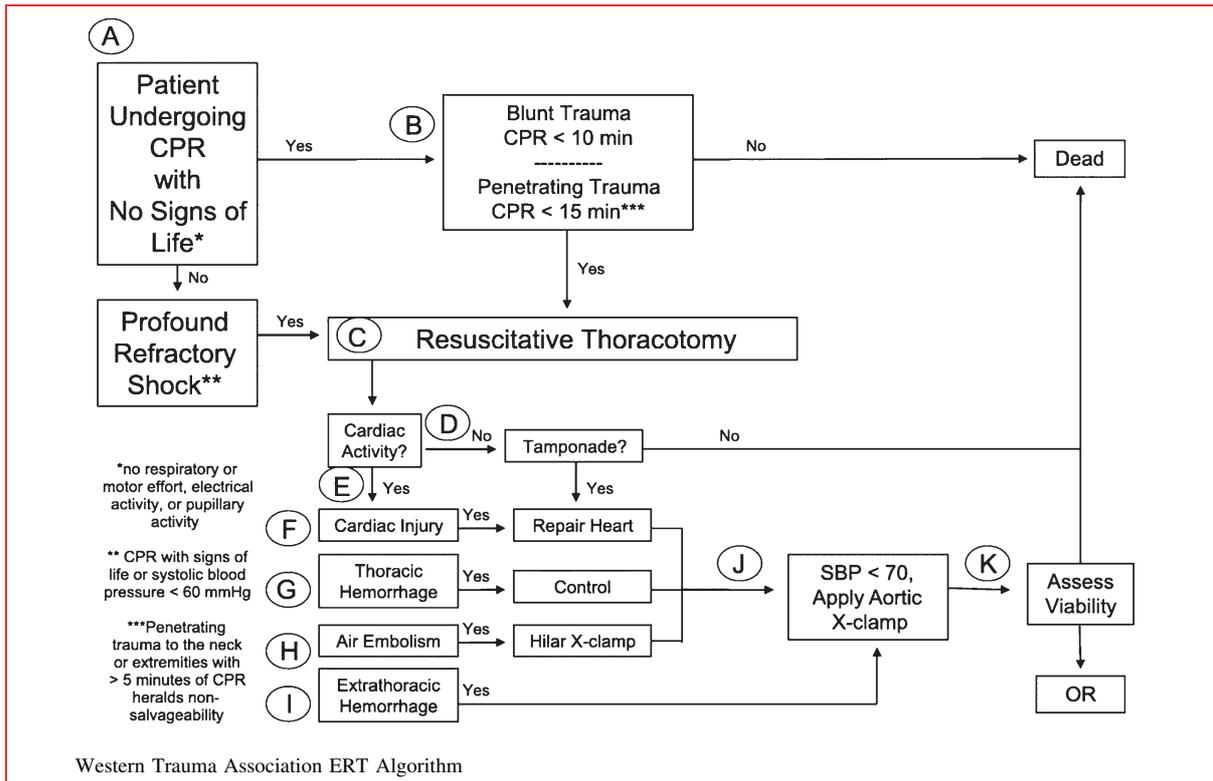


図 II - 1 - 2

(Fairfax LM, et al : World J Surg 2015 ; 39 : 1343 - 1351. より引用)

- 1) Asensio JA, et al : Working Group, Ad Hoc Subcommittee on Outcomes, American College of Surgeons-Committee on Trauma : practice management guidelines for emergency department thoracotomy. J Am Coll Surg 2001 ; 193 : 303 - 309.
- 2) Hall BL, et al : A visual, timeline-based display of evidence for emergency thoracotomy. J Trauma 2001 ; 59 : 773 - 777.
- 3) Molina EJ, et al : Outcomes after emergency department thoracotomy for penetrating cardiac injuries : a new perspective. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2008 ; 7 : 845 - 848.
- 4) Seamon MJ, et al : Emergency department thoracotomy for penetrating injuries of the heart and great vessels : an appraisal of 283 consecutive cases from two urban trauma centers. J Trauma 2009 ; 67 : 1250 - 1257.
- 5) Burlew CC, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : resuscitative thoracotomy. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : 1359 - 1363.

- 6) Morrison JJ, et al : Resuscitative thoracotomy following wartime injury. J Trauma Acute Care Surg 2013 ; 74 : 825–829.
- 7) Seamon MJ, et al : An evidence-based approach to patient selection for emergency department thoracotomy : A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg 2015 ; 79 : 159–173.
- 8) Fairfax LM, et al : Resuscitative thoracotomy in penetrating trauma. World J Surg 2015 ; 39 : 1343–1351.

○ FAST は循環動態不安定な鋭的外傷でも有用性に関して

⇒有用である可能性がある。

心嚢と腹腔内の液体貯留を評価し、心嚢 FAST の感度 92.3%、特異度 95.6%、腹部 FAST の感度 68.5%、特異度 93.9%。刺創の群では心嚢 FAST の感度は 100%、特異度は刺創でも銃創でも高い (94.0%、97.5%)。腹部 FAST の感度は、刺創でも銃創でも有意差なく (62.5%、73.3%)、特異度は刺創で 100%、銃創で 80%¹⁾。

FAST は複数の受傷部位の可能性のある症例で、どのタイミングでどの部位から治療を始めるかの決定に有用である。

鋭的外傷では腹部 FAST の感度はやや低く、体表創部から体外へ出血していることもあり、negative でも腹腔内出血は否定できない。

- 1) Matsushima K, et al : Double Jeopardy in penetrating trauma : Get it FAST, get it right. World J Surg 2018 ; 42 : 96–106.

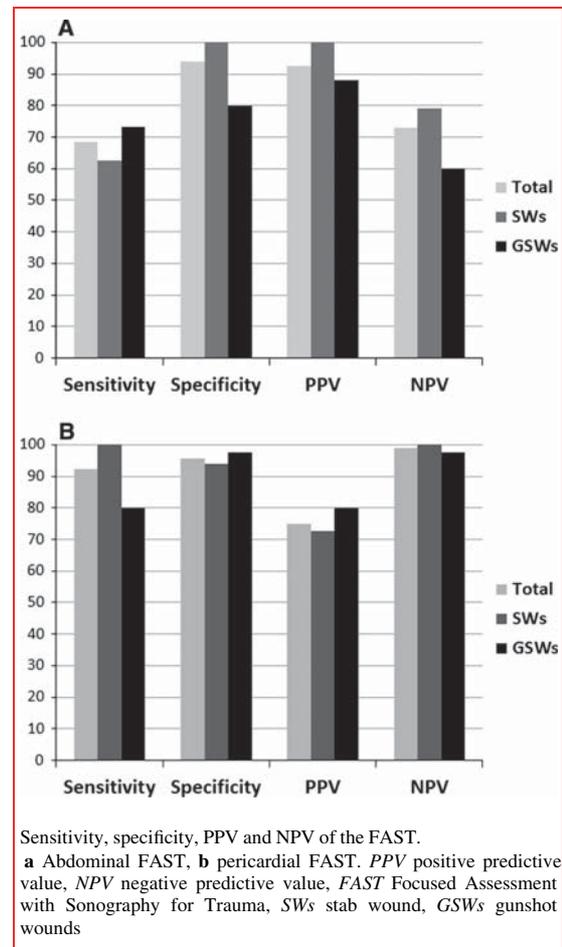
【鋭的外傷の初療での適切な輸液，輸血による蘇生】

鋭的外傷に焦点を当てた初期輸液蘇生に関する Review は限られている。

2013 年の Systematic review では、それぞれ鋭的外傷を 30%～94% 含んだ 20 論文 (計 12,154 症例) を検討している。ATLS や JATEC で述べられている 1～2L の細胞外液による初期輸液急速投与ではなく、ダメージコントロール蘇生の一つとして、高比率 1 : 1 : 1 に近い比率で RBC : FFP : PLT の早期投与を行った方が、死亡率が改善したという報告が多かった (20 論文中 14 論文)¹⁾。

特に鋭的外傷の割合の明記はないが、重症外傷に対するダメージコントロール蘇生について 37 論文をまとめた EAST のガイドラインでは、DCR (ダメージコントロール蘇生) の原則として、①低体温の回避 ②根本的止血までの低血圧の許容 ③ MTP の使用 ④最小限の晶質液の投与、などを挙げるとともに、死亡率減少のために MTP を軸とした DCR を行うことおよび 1 : 1 : 1 に近い比率での RBC : FFP : PLT の輸血を行うことを推奨している²⁾。

- 1) Tapia NM, et al : The initial trauma center fluid management of penetrating injury : A systematic review. Clin Orthop Relat Res 2013 ; 471 : 3961–3973.



図Ⅱ-1-3

(Matsushima K, et al : World J Surg 2018 ; 42 : 96–106. より引用)

- 2) Cannon JW, et al : Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage : A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg 2017 ; 82 : 605 – 617.

【鋭的外傷に対する REBOA/IABO の有用性, および開胸大動脈遮断術との比較】

現時点で十分な症例集積はされていないが, 限られた数件の Review の報告および本邦での使用経験から, 鋭的外傷に対しての REBOA/IABO は安全で効果的である可能性がある.

JTDB を解析した報告では, REBOA/IABO は初療室で施行することを考慮できるものだが, 留置に成功したとしても, 一刻も早く手術や IVR などの根本的治療を開始するべきであるとしている¹⁾.

対象に鋭的外傷症例を含む 7 件の報告をまとめた Review では, 計 81 人の鋭的外傷症例に対して, 主に心肺停止切迫症例に対する出血コントロールおよび蘇生目的で使用されており, バルーンのインフレーション時間の中央値 63 分 (33 – 88 分), 収縮期血圧上昇の中央値 51mm Hg (44 – 61mm Hg), 全体の死亡率は 35.4%であった²⁾. AORTA study では, 鋭的外傷 43 例を含む 114 例の検討で REBOA/IABO と緊急開胸での比較がされており, 生存率に特に有意差は認めなかった (28.2% vs 16.1%, $p=0.12$). 特に致命的合併症は認めず, 安全で効果的と結論付けている³⁾.

- 1) Inoue J, et al : Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta might be dangerous in patients with severe torso trauma : a propensity score analysis. J Trauma Acute Care Surg 2016 ; 80 : 559 – 566.
- 2) Branco BC, et al : Endovascular solutions for the management of penetrating trauma : an update on REBOA and axillo-subclavian injuries. Eur J Trauma Emerg Surg 2016 ; 42 : 687 – 694.
- 3) Dubose JJ, et al : AAST AORTA Study Group : The AAST prospective Aortic Occlusion for Resuscitation in Trauma and Acute Care Surgery (AORTA) registry : Data on contemporary utilization and outcomes of aortic occlusion and resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA) . J Trauma Acute Care Surg 2016 ; 81 : 409 – 419.

Key Point

- 鈍的外傷と異なり, 銃創患者は緊急手術が必要になる可能性が高く, 手術加療が予後に直結するため, 常時麻酔科を含め迅速に緊急手術が施行可能な体制を整えておくべきである.
- 初期評価では E の評価, 特に単純 X 線撮影での評価が重要である.
- 鋭的外傷に対する蘇生的開胸術は, 鈍的外傷に対してよりも重要度が高く, 必須の手技である.
- 鋭的外傷では腹部 FAST の感度はやや低く, 体表創部から体外へ出血していることもあり, negative でも腹腔内出血は否定できない.

廣江 成欧

2. 弾道学の基礎, 銃弾の扱い

1) 弾道学の基礎 Ballistics

銃創の症例が搬入されてきた場合, 原則は目の前の受傷者そのものの状態を臨床的に評価することであって, 銃器や銃弾の種類や速度, 撃たれた距離などによって治療方針の大枠が変わることはないため, そういった情報を得るための時間を無理にさく必要はない.

ここでは弾道学の最小限の項目のみ提示し, 銃器による損傷をよりイメージしやすくし, より詳細な評価につながれば幸いである.

原則

- ・銃弾による創がどのようなになるかは以下の3つの大因子によって決まる¹⁾.
 - i) 銃弾：直径, 重量, 形状, ジャケット (装甲), 小粒, 火薬の量・種類
 - ii) 銃器：銃身長, 連射型・単発型, 自動式・半自動式, 携帯性
 - iii) 受傷者の因子：体位, 銃器からの距離, 創の部位, 損傷組織

銃弾の威力は何で決まるか？

- ・銃弾の威力は運動エネルギーの法則に則る. 発射された銃弾の運動エネルギー量 (KE: kinetic energy) は, 銃弾の質量 (M) と銃口速度 (V) により決定し (KE=1/2 MV²), より重い弾丸がより早い速度で撃ち出されるとエネルギー量は大きくなる = 威力は大きくなる. 銃口速度は, 上述の i) 銃弾および ii) 銃器の性質により決定される²⁾.

$$KE = \frac{1}{2} M V^2$$

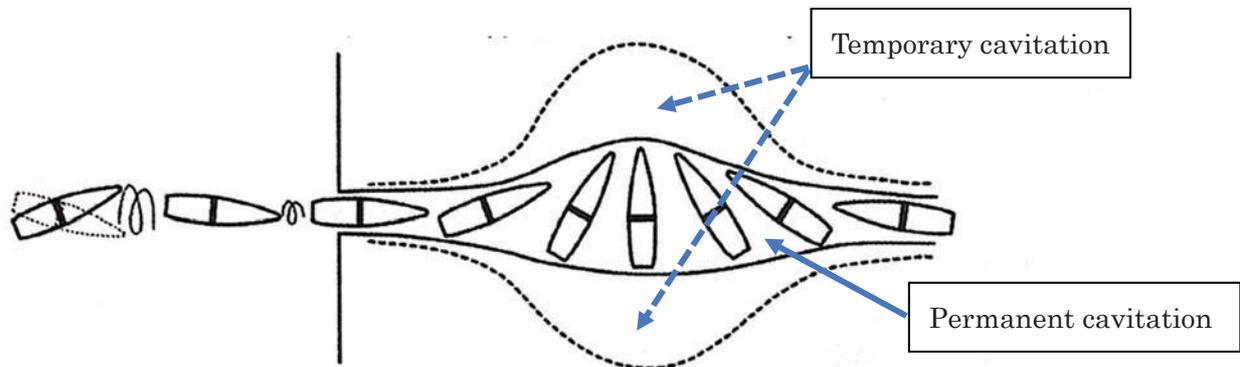
銃の口径・弾丸の質量・放出速度による威力の違い³⁾

- ・低速弾：秒速 2,000 フィート (681m/秒) 未満
- ・高速弾：秒速 2,000 フィート (681m/秒) 以上

口径	M (g)	V (m/秒)	J	cavitation のサイズ(cm)	
.22 インチ (拳銃)	36	350	170	5	} 低速弾
.38 インチ (拳銃)	120	300	325	10	
.223 インチ (ライフル)	50	900	1,550	15	} 高速弾
7.62×39mm (カラシニコフ)	165	850	3,500	20	

弾丸の動き⁴⁾

・体内に入った銃弾は, 揺れ (yaw) や回転 (tumble), 変形 (deformation) や断片化 (fragmentation) を伴って複雑な動きで進んでいくため, 銃弾そのものによる組織損傷とともに, 銃弾の径より何倍も広い範囲の組織を損傷している (空洞形成 = cavitation). 高速弾ほど cavitation は大きく, 弾道から離れた組織も損傷を受ける. 射入口と射出口を結んだ直線状の損傷のみ想定すればいいわけではない.

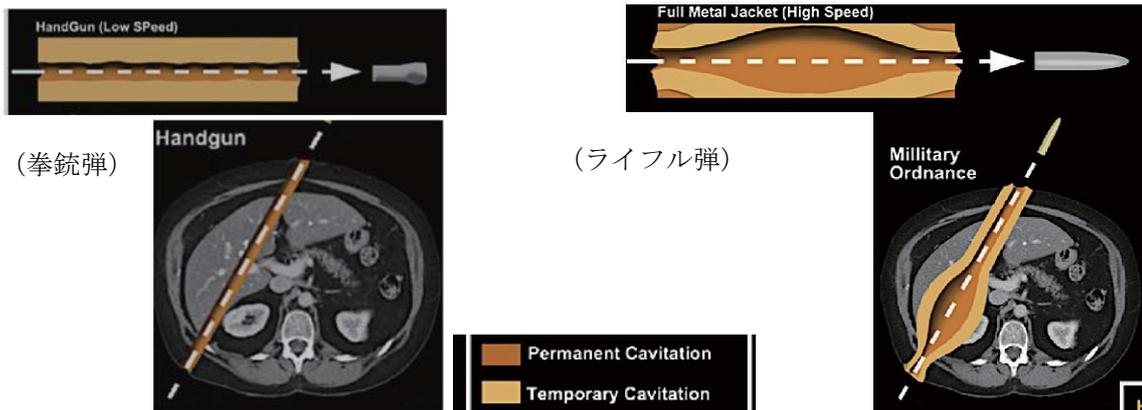


損傷の程度は何で決まるか？

- ・ 損傷させる力（WE：wounding energy）は、体内に射入したときの速度（ V_{entry} ）と体内から射出したときの速度（ V_{exit} ）の差が大きくなること、つまり体内で大きく減速すると、大きくなる³⁾。

$$WE = \frac{1}{2} M (V_{\text{entry}} - V_{\text{exit}})^2$$

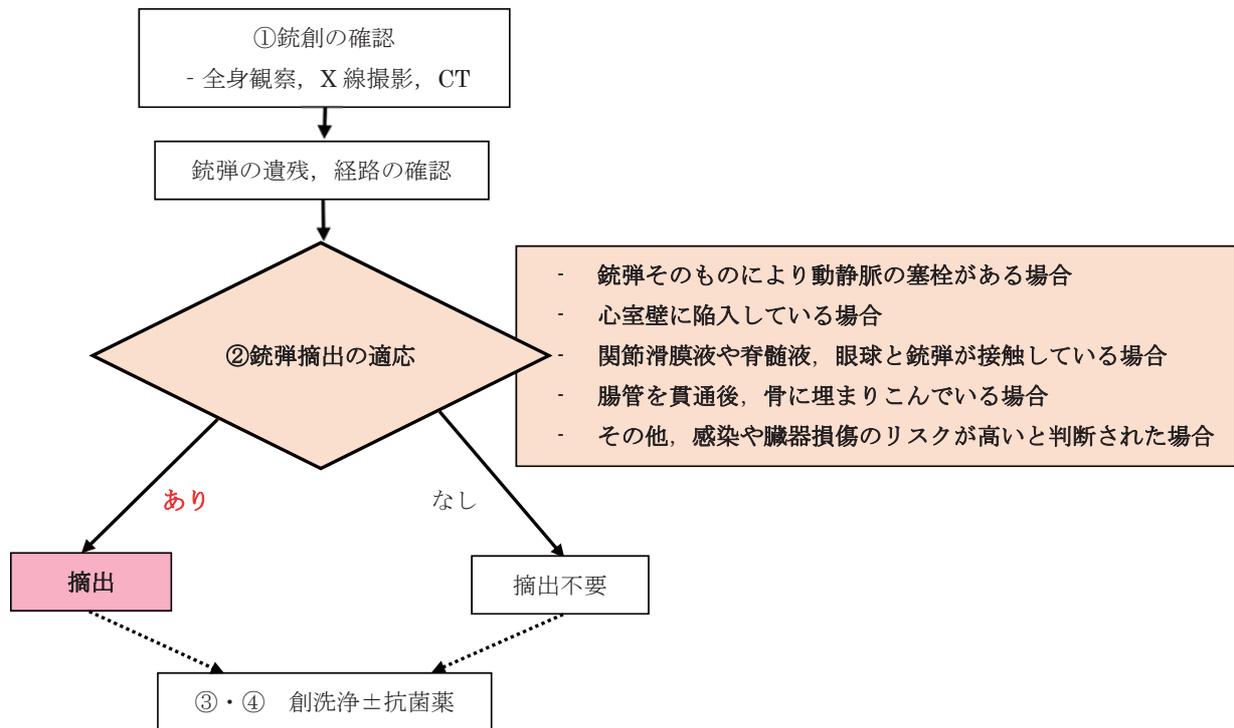
銃器の種類それぞれの特徴^{1) 5) 6)}



- ・ 拳銃：ライフルよりエネルギー量は劣り、命中率も低い。逆に拳銃による創を認める場合は、10m前後の比較的近い距離から受傷した可能性がある。
- ・ 狩猟用ライフル：苦痛を与えず仕留めることを目的としており、狩猟用弾丸は軍用では禁止されている殺傷能力のより高い形態をしているため、偶発的に受傷した場合、遠くから命中した場合でも重篤な組織損傷を伴う。皮膚表面は残存していても、内部組織が破壊されていることもあり、より広範囲のデブリードマンや追加切除が必要になる。
- ・ 軍用ライフル：高速弾であり、拳銃よりもエネルギー量や命中率は高い。Cavitationのサイズは拳銃の数倍になる。防弾チョッキなどで弾丸による直接損傷を受けなくてもそのエネルギーにより鈍的損傷をきたす場合がある（behind armor blunt trauma; BABB）。以前より口径が縮小してきている傾向があり、狩猟用ライフルの創よりも組織破壊は少ない。
- ・ 散弾銃：10-15m距離があれば致命傷にならないが、1-2m以内の距離では85%が致命的となる。低速弾。飛散した小球がそれぞれ組織を損傷する。すべての弾丸片の摘出は困難。

- 1) Asensio JA, et al : Current therapy of trauma and surgical critical care. 2nd ed. Amsterdam : Elsevier, 2016.
- 2) Moore EE, et al : Trauma. 8th edition. Columbus : McGraw-Hill Education, 2017.
- 3) 井上潤一, ほか：「銃創と弾道学」平成 29 年度厚生労働省・日本外科学会 外傷外科医養成研修テキスト
- 4) Giannou C, et al : War Surgery 武力紛争やその他の暴力を伴う事態における資源が制限された中での医療支援活動 VOLUME 1. ICRC, 2009.
- 5) Hanna TN, et al : Firearms, bullets, wound ballistics : An imaging primer. Injury 2015 ; 46 : 1186- 1196.
- 6) Stefanopoulos PK, et al : Wound ballistics 101 : the mechanisms of soft tissue wounding by bullets. Eur J Trauma Emerg Surg 2017 ; 43 : 579- 586.

2) 弾道の扱い



図Ⅱ-2-1 銃弾扱いアルゴリズム

- ①銃創が1ヵ所でもある場合は、必ず全身を注意深く診察し、X線撮影などの画像検査を行い、銃弾が遺残しているかどうか、銃弾が体内のどこを通過したか評価する。
※1発の銃弾でも体内で複数に分裂することがある。
※射創管は直線とは限らない。
- ②遺残した銃弾は、図の銃弾摘出の適応にあてはまる場合以外摘出する必要はない。ただし、摘出の適応にあてはまる場合であっても、アプローチが困難であったり、より大きな合併症が危惧される場合はこの限りではない¹⁾²⁾。
※状態が安定しており、遺残した銃弾が、皮下、筋肉内、あるいは射入口・射出口の近傍に触知可能な場合は、外来で局所麻酔施行下の摘出を考慮してもよい。
※銃弾を摘出した場合、その処理に関しては警察に確認を行う。
- ③可及的に、受傷から6時間以内には創洗浄を行う。
- ④抗菌薬投与の適応としては、骨折を伴う場合、ショットガンによる銃創、治療開始まで時間の経過している場合、汚染が高度な場合、糖尿病の既往がある場合などで考慮する（後述）。
※射入口、射出口は早期には閉鎖せず、一定期間感染徴候がなければ閉鎖可能である（後述）。
※破傷風ワクチン接種歴を必ず確認する¹⁾。

【体内の遺残した銃弾やその破片を除去する必要性、遺残した場合の鉛中毒のリスクに関して】

すべての銃創を検索またはデブリードマンする必要はない。血管損傷や大きな血腫を伴わない軟部組織や筋肉だけを通過した単純な銃創は経過観察できる。創洗浄の遅延が感染の大きなリスクとなるため、6

時間以内に洗浄する¹⁾。銃弾除去は通常不要で、それだけで手術適応とはならない。違和感を訴えても皮下にあるようにみえても特に必要ない。唯一鉛中毒のリスクとなる可能性があるのは、滑膜液や脊髄液と接触している銃弾による³⁾⁴⁾。銃弾と鉛の血中濃度の量的関係も、鉛の血中濃度と中毒リスクの大きさも、明らかではない⁵⁾。また、腸を貫通してそのまま骨に埋まりこんだ銃弾は骨髓炎のリスクとなるため、アプローチが困難でなければ除去する。軟部組織に遺残した銃弾の破片が原因と思われる鉛中毒の報告はある⁶⁾。

【銃創による外傷に対する抗菌薬投与】

感染のリスクが高いと考えるべきであり、細菌学的な確証が得られずとも広域抗菌薬の静脈内投与はやむを得ないことが多い。

抗菌薬投与の適応としては、骨折を伴う場合、ショットガンによる銃創、治療開始まで時間の経過している場合、腸管を通過しているなど汚染が高度な場合、糖尿病の既往がある場合などである⁷⁾。また、腸を貫通してそのまま骨に埋まりこんだ銃弾は骨髓炎のリスクとなり、銃弾の除去が不可能な場合は、射創管の洗浄に加えて最低10日間の広域スペクトラムを有する抗菌薬の静脈内投与を考慮する。軟部組織や筋肉だけを貫通した単純な銃創の場合、感染のリスクは2%以下であり、経静脈的な抗菌薬投与は必要ない¹⁾。

【銃弾の射入口、射出口は閉鎖すべきか】

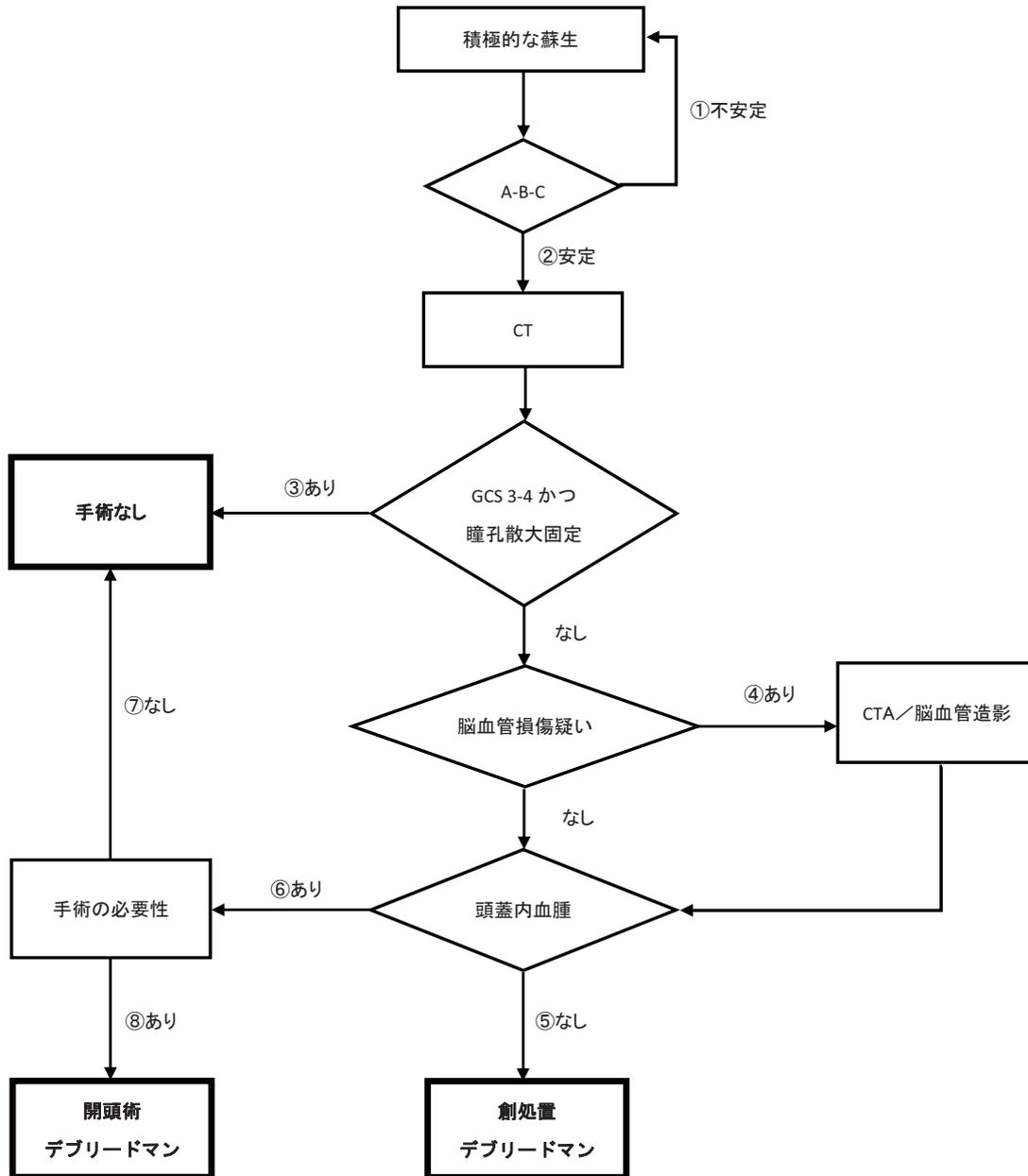
汚染物の付着の可能性あり、射創管の洗浄のため早期には閉鎖する必要はない。一定期間感染徴候がなければ閉鎖可能である (Expert opinion)。

- 1) Asensio JA, et al : Current therapy of trauma and surgical critical care. 2nd ed. Amsterdam : Elsevier 2016.
- 2) Dienstknecht T, et al : Indications for bullet removal : overview of the literature, and clinical practice guidelines for European trauma surgeons. Eur J Trauma Emerg Surg 2012 ; 38 : 89-93.
- 3) Begly JP, et al : Systematic lead toxicity secondary to retained intraosseous bullet. A case report and review of literature. Bull Hosp Jt Dis 2016 ; 74 : 229-233.
- 4) Dillman RO, et al : Lead poisoning from a gunshot wound. Report of a case and review of the literature. Am J Med 1979 ; 66 : 509-514.
- 5) Magos L : Lead poisoning from retained lead projectiles. A critical review of case reports. Hum Exp Toxicol 1994 ; 13 : 735-742.
- 6) Weiss D, et al : Severe lead toxicity attributed to bullet fragments retained in soft tissue. BMJ Case Rep 2017 Mar 8 ; 2017.
- 7) Bruner D, et al : Ballistic injuries in the emergency department. Emerg Med Practice. 2011 ; 13.

廣江 成欧

3. 頭部銃創

1) 頭部



- ① 気道，呼吸，循環（A-B-C）の異常がみられれば，積極的にその安定化を行う。
- ② A-B-Cの問題がクリアされた後に，中枢神経の異常を評価する。
- ③ 蘇生後のGCSスコア3または4かつ瞳孔散大・固定した症例は極めて予後が悪く，積極的な治療は行われないことが多い。
- ④ 血管損傷が疑われた場合は脳血管造影を行う。
- ⑤ 頭蓋内血腫がない場合は，創処置・デブリードマンを行う。
- ⑥⑦⑧ 頭蓋内血腫がある場合には全例が手術の対象となるが，銃創などによる広範な損傷の場合には，手術の適応とならない場合も多い。

図Ⅱ-3-1

(Harrington T, et al : Head injury. New York McGraw-Hill , 2000 : 352. を改変)

【初期評価】

頭部銃創は、約 90% の患者が現場もしくは来院時に死亡するきわめて予後不良な外傷であるが¹⁾⁻³⁾、本邦における外傷初期診療ガイドラインに従った診療を行う⁴⁾⁵⁾。頭部外傷の初期診療は、頭蓋外因子による二次性脳損傷を最小限にとどめることが重要なため、すぐに primary survey を開始し、気道、呼吸、循環 (A-B-C) に異常が認められれば、積極的にその安定化を行う。A-B-C の問題がクリアされた後に、中枢神経の異常を評価する。蘇生後の GCS スコアを評価し、頭蓋内圧亢進症状の有無を確認する。primary survey における中枢神経の異常の発見では、GCS スコア 8 以下、あるいは GCS スコア 2 以上の急速な悪化、瞳孔不同や片麻痺 (脳ヘルニア徴候) を認めた場合 (“切迫する D”) には、ただちに気管挿管などによる確実な気道の確保を行い、脳神経外科医へ連絡し、secondary survey の最初に頭部 CT を行う。

 secondary survey における頭部の評価は、外表の観察のため可能な限り頭髪の剃毛を行う。弾丸による創の位置と数を同定し、発砲された距離を推定するため powder burn があれば記録する。頭蓋骨骨折に伴う眼鏡状出血や Battle's sign、眼損傷および眼窩損傷、外耳道や口鼻腔からの出血、髄液漏の検索を行う。詳細な神経診察が可能であれば、他臓器の評価が終了した後に行う。

- 1) Siccardi D, et al : Penetrating craniocerebral missile injuries in civilians : a retrospective analysis of 314 cases. Surg Neurol 1991 ; 35 : 455-460.
- 2) Marshall LF, et al : A multicenter trial on the efficacy of using tirilazad mesylate in cases of head injury. J Neurosurg 1998 ; 89 : 519-525.
- 3) Part 2 : Prognosis in penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S44-86.
- 4) 日本外傷学会外傷初期診療ガイドライン改訂第 5 版編集委員会 : 外傷初期診療ガイドライン JATEC. 改訂第 5 版. 日本外傷学会・日本救急医学会監修. 東京 : へるす出版, 2017.
- 5) 重症頭部外傷治療・管理のガイドライン作成委員会 : 重症頭部外傷治療・管理のガイドライン. 第 3 版. 日本脳神経外科学会・日本脳神経外傷学会監修. 東京 : 医学書院, 2013.

【画像診断】

頭部外傷急性期の初期診療における画像診断は、手術適応の有無や術式の決定に必要である。第一選択とする画像診断法は CT である。 注目すべき CT の所見として、弾丸や骨片の正確な位置と数、頭蓋内血腫、脳腫脹、弾道路と血管との位置関係、副鼻腔・乳突蜂巣損傷、気脳症、脳室損傷、脳幹損傷、脳底槽消失、弾道路が正中構造をこえているか、複数の脳葉の損傷があるかなどがあげられる¹⁾²⁾。骨条件に加え、冠状断と矢状断も有用である。

X 線は、頭蓋骨骨折、弾丸や骨片の位置、気脳症などの評価が可能だが、通常は CT が撮影されるため、ルーチンでの検査は推奨されない。 MRI は、検査に時間を要し、また磁場の影響で鉄を含む金属片が移動して新たな脳損傷をきたす可能性があるため原則行わない。脳血管造影は、血管損傷の可能性がある場合に推奨される。弾道路がシルビウス裂近傍 (中大脳動脈)、内頸動脈の床上部、椎骨脳底動脈、主要な静脈洞と近接する場合や、くも膜下出血や遅発性に頭蓋内血腫が出現した場合は血管損傷を疑う³⁾。

- 1) Neuroimaging in the management of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S7-11.
- 2) Offiah C, et al : Imaging assessment of penetrating craniocerebral and spinal trauma. Clin Radiol 2009 ; 64 : 1146-1157.
- 3) Levy ML, et al : The significance of subarachnoid hemorrhage after penetrating craniocerebral injury : correlations with angiography and outcome in a civilian population. Neurosurgery 1993 ; 32 : 532-540.

【手術適応】

手術適応は、積極的な蘇生と画像検査を行った後に、神経学的所見および画像所見から判断する。明確なコンセンサスは得られていないため、症例ごとに予後不良因子を評価し、手術適応を決定する¹⁾。

蘇生後のGCSスコア3または4かつ瞳孔散大・固定した症例はきわめて予後が悪く、手術適応がないと考えられ、積極的な治療は行われなことが多い。また予後不良因子として、年齢、自殺、低血圧、凝固異常、GCSスコア低値、瞳孔散大、対光反射消失、頭蓋内圧亢進、CT所見で両側大脳半球・複数の脳葉の損傷、脳室内出血などが報告されている²⁾⁻⁶⁾。

しかし、2011年に米国でガブリエル・ギフォーズ下院議員が銃撃された事件では、頭部銃撃から劇的な回復を遂げた。致死的な症例のなかにも良好な転帰をとる症例が報告され³⁾⁷⁾⁻⁹⁾、手術適応の判断、手術および術後管理の重要性が強調されている⁷⁾。

- 1) Surgical management of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S16-25.
- 2) Aarabi B, et al : Predictors of outcome in civilian gunshot wounds to the head. J Neurosurg 2014 ; 120 : 1138-1146.
- 3) Gressot LV, et al : Predictors of outcome in civilians with gunshot wounds to the head upon presentation. J Neurosurg 2014 ; 121 : 645-652.
- 4) Rosenfeld JV, et al : Current concepts in penetrating and blast injury to the central nervous system. World J Surg 2015 ; 39 : 1352-1362.
- 5) Turco L, et al : Penetrating Bihemispheric Traumatic Brain Injury : A Collective Review of Gunshot Wounds to the Head. World Neurosurg 2017 ; 104 : 653-659.
- 6) Muehlschlegel S, et al : Predicting survival after acute civilian penetrating brain injuries : The SPIN score. Neurology 2016 ; 87 : 2244-2253.
- 7) Lin DJ, et al : "Time is brain" the Gifford factor-or : Why do some civilian gunshot wounds to the head do unexpectedly well? A case series with outcomes analysis and a management guide. Surg Neurol Int 2012 ; 3 : 98.
- 8) Joseph B, et al : Improving survival rates after civilian gunshot wounds to the brain. J Am Coll Surg 2014 ; 218 : 58-65.
- 9) Kaufman HH, et al : Patients with Glasgow Coma Scale scores 3, 4, 5 after gunshot wounds to the brain. Neurosurg Clin N Am 1995 ; 6 : 701-714.

【手術治療】

感染のリスクを減少させるため、受傷早期の手術が勧められる¹⁾⁻³⁾。時間に関する明らかなエビデンスはない³⁾。

頭蓋骨に対して接線方向の受傷など、創が小さく頭蓋内損傷がない場合には、局所のデブリードマンと閉創を行う¹⁾。硬膜に損傷が及んでいるが頭蓋内損傷が軽微な場合は、より広範なデブリードマンを行い、硬膜を watertight に閉じる。頭蓋骨の破砕や頭蓋内出血による mass effect、脳腫脹、脳組織の挫滅、脳内に容易に除去できる骨片が存在する場合には開頭術を行う。

開頭を行う際、創周囲の組織に対してデブリードマンを行う。遊離骨片は除去し、銃弾貫通部から離れた位置で開頭を行う。副鼻腔と交通した場合は、膿瘍形成や髄液漏のリスクを減少させるために、硬膜を watertight に閉じる。頭蓋内血腫や挫滅した脳組織を吸引し、骨片や弾丸は容易に除去できるようであれば除去する³⁾。しかし、残存した脳組織（特に eloquent area）から骨片や弾丸を除去すると、外傷性てんかんのリスクを減少させるが⁴⁾、死亡率の上昇や転帰の悪化と相関するため、無理に摘出すべきではない¹⁾⁵⁾⁻⁷⁾。また深部の骨片や弾丸は、感染のリスクを増加させないと報告されている⁸⁾。

減圧開頭をすべきか否かに関して、死亡率に有意な差はない⁹⁾¹⁰⁾。長距離搬送を伴う military の研究では、

早期の減圧開頭の方が転帰はよいとの報告がある¹¹⁾。

- 1) Surgical management of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S16-25.
- 2) Helling TS, et al : The role of early surgical intervention in civilian gunshot wounds to the head. J Trauma 1992 ; 32 : 398-400.
- 3) Hubschmann O, et al : Craniocerebral gunshot injuries in civilian practice--prognostic criteria and surgical management : experience with 82 cases. J Trauma 1979 ; 19 : 6-12.
- 4) Salazar AM, et al : Epilepsy after penetrating head injury. I. Clinical correlates : a report of the Vietnam Head Injury Study. Neurology 1985 ; 35 : 1406-1414.
- 5) Esposito DP, et al : Contemporary Management of Penetrating Brain Injury. Neurosurgery Quarterly 2009 ; 19 : 249-254.
- 6) Chaudhri KA, et al : Penetrating craniocerebral shrapnel injuries during "Operation Desert Storm" : early results of a conservative surgical treatment. Acta Neurochir (Wien) 1994 ; 126 : 120-123.
- 7) Hammon WM : Analysis of 2187 consecutive penetrating wounds of the brain from Vietnam. J Neurosurg 1971 ; 34 : 127-131.
- 8) Lillard PL : Five years experience with penetrating craniocerebral gunshot wounds. Surg Neurol 1978 ; 9 : 79-83.
- 9) Gutiérrez-González R, et al : Penetrating brain injury by drill bit. Clin Neurol Neurosurg 2008 ; 110 : 207-210.
- 10) Rish BL, et al : Evolution of craniotomy as a debridement technique for penetrating craniocerebral injuries. J Neurosurg 1980 ; 53 : 772-775.
- 11) Bell RS, et al : Early decompressive craniectomy for severe penetrating and closed head injury during wartime. Neurosurg Focus 2010 ; 28 : E1.

【術後管理】

頭蓋内圧モニタリングに関する研究は、鈍的外傷と比較して少なく、頭蓋内圧管理が予後に影響を与えたというエビデンスはほとんどない¹⁾。しかし、銃創においても頭蓋内圧亢進は死亡率を上昇させるため²⁾⁻⁴⁾、脳腫脹や頭蓋内出血のある症例では頭蓋内圧を測定し、亢進を認めた場合は鈍的外傷と同様に頭蓋内圧管理をするよう推奨されている⁵⁾。

髄液漏は28%と高頻度に生じると報告されている⁶⁾。脳室ドレーンや腰椎ドレーンを挿入しても髄液漏を繰り返す場合は、外科的に硬膜を修復することが推奨される⁷⁾。

- 1) Esposito DP, et al : Contemporary Management of Penetrating Brain Injury. Neurosurgery Quarterly 2009 ; 19 : 249-254.
- 2) Crockard HA : Early intracranial pressure studies in gunshot wounds of the brain. J Trauma 1975 ; 15 : 339-347.
- 3) Lillard PL : Five years experience with penetrating craniocerebral gunshot wounds. Surg Neurol 1978 ; 9 : 79-83.
- 4) Sarnaik AP, et al : Role of aggressive intracranial pressure control in management of pediatric craniocerebral gunshot wounds with unfavorable features. J Trauma 1989 ; 29 : 1434-1437.
- 5) Intracranial pressure monitoring in the management of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S12-15.
- 6) Arendall RE, et al : Air sinus wounds : an analysis of 163 consecutive cases incurred in the Korean War, 1950-1952. Neurosurgery 1983 ; 13 : 377-380.

7) Management of cerebrospinal fluid leaks. J Trauma 2001 ; 51 : S29-33.

【血管損傷】

血管損傷の発症率は5-40%といわれている¹⁾⁻³⁾。血管損傷として、外傷性脳動脈瘤、動静脈瘻、外傷性くも膜下出血、脳血管攣縮などをきたす。

血管損傷が疑われた場合は脳血管造影を行うが、4-vessel studyを必ず行う必要はなく、目的とする血管のみ造影を行ってもよい⁴⁾。遅発性または説明不能なくくも膜下出血や頭蓋内血腫が出現した場合、脳血管造影を行うことが強く推奨される。血管損傷は受傷から数ヵ月後に生じることもあり、初回の脳血管造影のみで血管損傷がないと結論付けてはならない。血管損傷が疑われた場合には2-3週後に再検査をすることが勧められる。

外傷性脳動脈瘤、動静脈瘻を認めた場合は、開頭術または血管内手術が勧められる⁴⁾。

- 1) Gutiérrez-González R, et al : Penetrating brain injury by drill bit. Clin Neurol Neurosurg 2008 ; 110 : 207-210.
- 2) Nathoo N, et al : Civilian infratentorial gunshot injuries : outcome analysis of 26 patients. Surg Neurol 2002 ; 58 : 225-232 ; discussion 232-233.
- 3) Levy ML, et al : The significance of subarachnoid hemorrhage after penetrating craniocerebral injury : correlations with angiography and outcome in a civilian population. Neurosurgery 1993 ; 32 : 532-540.
- 4) Vascular complications of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S26-28.

【抗菌薬】

感染は1-5%と頻度は高くないが、死亡率が高い合併症である¹⁾²⁾。異物や皮膚、毛髪、骨片が脳内の弾道路に残存すると、創感染、髄膜炎、脳室炎、脳膿瘍が生じる可能性がある。特に、髄液漏、副鼻腔損傷、脳室損傷、正中構造をこえる損傷は感染のリスクが高まる¹⁾。

Staphylococcus aureus は最も頻度の高い病原菌であるが、グラム陰性桿菌も起因菌としての頻度が高い¹⁾。感染予防として、広域スペクトラムの抗菌薬が好まれ、セフェム系抗菌薬が最も用いられている³⁾。British Society for Antimicrobial Chemotherapy は、アモキシシリン・クラブリ酸 1.2g を8時間おきに静注（本邦において静注薬は未承認）、またはセフトキシム初回 1.5g その後8時間おきに750mg 静注し、可能な限り受傷後早期から開始し、手術後5日間継続するよう推奨している⁴⁾。他に、バンコマイシンや嫌気性菌に対してメトロニダゾールの投与や⁵⁾、最低でも7-14日間の投与継続を推奨する報告もある⁶⁾。

- 1) Antibiotic prophylaxis for penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S34-40.
- 2) Benzel EC, et al : Civilian craniocerebral gunshot wounds. Neurosurgery 1991 ; 29 : 67-71 ; discussion 71-72.
- 3) Kaufman HH : Civilian gunshot wounds to the head. Neurosurgery 1991 ; 29 : 479.
- 4) Bayston R, et al : Use of antibiotics in penetrating craniocerebral injuries. "Infection in Neurosurgery" Working Party of British Society for Antimicrobial Chemotherapy. Lancet 2000 ; 355 : 1813-1817.
- 5) Esposito DP, et al : Contemporary Management of Penetrating Brain Injury. Neurosurgery Quarterly 2009 ; 19 : 249-254.
- 6) Kazim SF, et al : Management of penetrating brain injury. J Emerg Trauma Shock 2011 ; 4 : 395-402.

【抗てんかん薬】

頭部銃創によるてんかんの発症率は、30%～50%と報告されている¹⁾。硬膜損傷および脳損傷があると、てんかんの発症リスクは高まる。受傷後7日以内に発症するのは10%未満であり、80%は受傷後2年以内に発症するが、18%は受傷後5年以降経過してから発症した²⁾³⁾。頭部銃創においても、早期てんかんの予

防に受傷後1週間は抗てんかん薬を使用するように勧められる¹⁾⁴⁾。晩期てんかんを予防できないため1週間以上は投与すべきでない¹⁾⁴⁾。しかし現実には、損傷した脳組織が大きい場合や晩期てんかんの可能性が高い場合は継続していることが多い。頭部銃創を対象にした薬剤の選択に関する研究はなく、本邦のガイドラインではフェニトインの経静脈投与が勧められている⁵⁾。一方、メタ解析ではレベチラセタムとフェニトインは有効率に差がなく⁶⁾⁻⁸⁾、レベチラセタムはフェニトインにくらべて副作用が少ないという結果が得られている⁹⁾⁻¹⁰⁾。

- 1) Antiseizure prophylaxis for penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S41-43.
- 2) Salazar AM, et al : Epilepsy after penetrating head injury. I. Clinical correlates : a report of the Vietnam Head Injury Study. Neurology 1985 ; 35 : 1406-1414.
- 3) Caveness WF, et al : The nature of posttraumatic epilepsy. J Neurosurg 1979 ; 50 : 545-553.
- 4) Aarabi B, et al : Prognostic factors in the occurrence of posttraumatic epilepsy after penetrating head injury suffered during military service. Neurosurg Focus 2000 ; 8 : e1.
- 5) 重症頭部外傷治療・管理のガイドライン作成委員会：重症頭部外傷治療・管理のガイドライン。第3版。日本脳神経外科学会・日本脳神経外傷学会監修。東京：医学書院，2013。
- 6) Khan NR, et al : Should Levetiracetam or Phenytoin Be Used for Posttraumatic Seizure Prophylaxis? A Systematic Review of the Literature and Meta-analysis. Neurosurgery 2016 ; 79 : 775-782.
- 7) Yang Y, et al : Levetiracetam Versus Phenytoin for Seizure Prophylaxis Following Traumatic Brain Injury : A Systematic Review and Meta-Analysis. CNS Drugs 2016 ; 30 : 677-688.
- 8) Zafar SN, et al : Phenytoin versus Levetiracetam for seizure prophylaxis after brain injury - a meta analysis. BMC Neurol 2012 ; 12 : 30.
- 9) Thompson K, et al : Pharmacological treatments for preventing epilepsy following traumatic head injury. Cochrane Database Syst Rev 2015 : CD009900.
- 10) Xu JC, et al : The safety and efficacy of levetiracetam versus phenytoin for seizure prophylaxis after traumatic brain injury : A systematic review and meta-analysis. Brain Inj 2016 ; 30 : 1054-1061.

2) 脊椎

【画像診断】

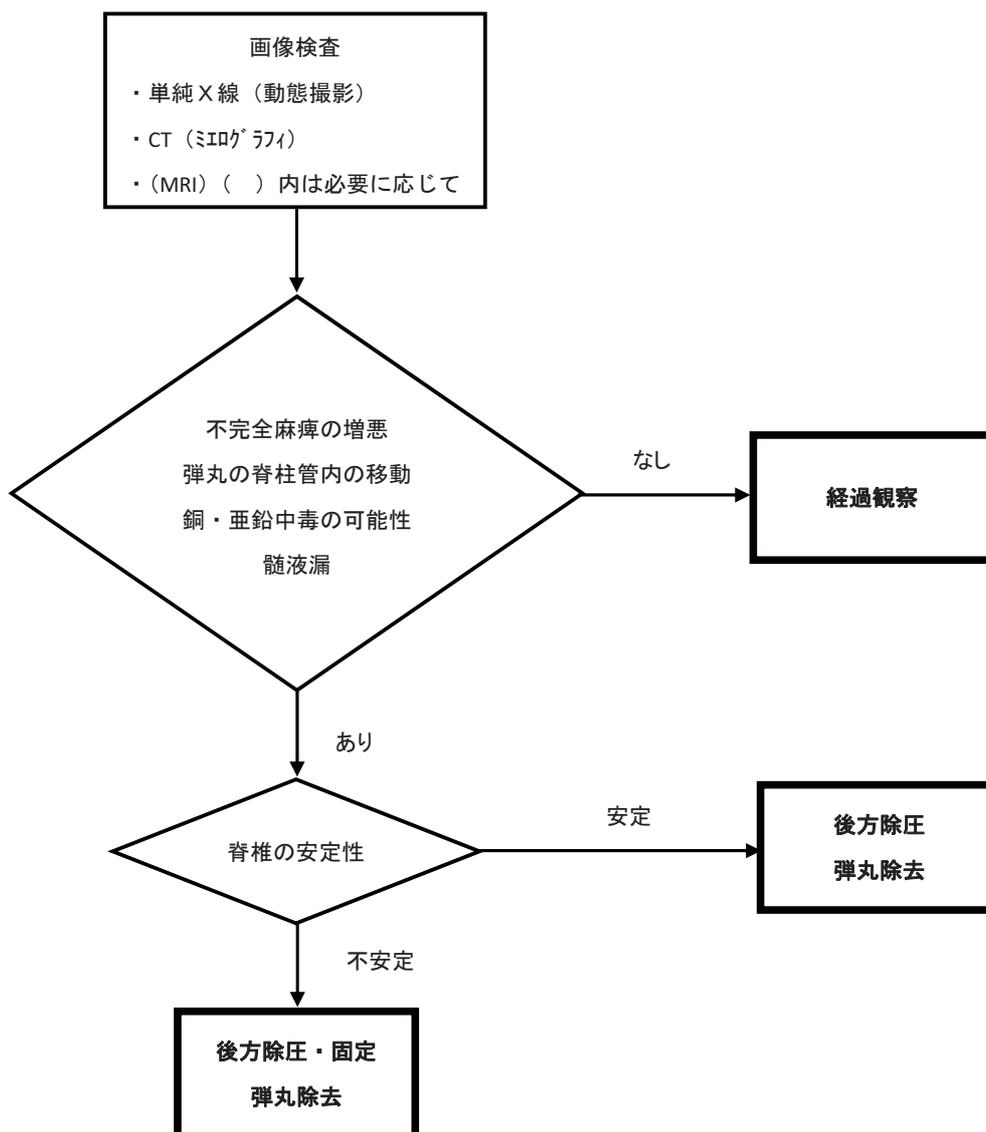
 脊椎銃創に対するMRIの適応についてはまだコンセンサスは得られていない。理論的には一般的な弾薬の素材は銅と鉛であり、鉄は含まれないのでMRIは安全に施行できるはずであるが、鉄製不純物の混入は否定できない。また、弾丸によりアーチファクトが生じる可能性がある。非鉄製弾丸では著明なアーチファクトは認められず、また鉄製成分を含有するものも含めてMRIにより神経症状の増悪をきたしたものはなかったが、鉄を含むものでは移動や回旋がみられたという報告がある。したがってMRIは禁忌ではないが、症例ごとに判断する¹⁾。

- 1) Martinez-del-Campo E, et al : Magnetic resonance imaging in lumbar gunshot wounds : an absolute contraindication?. Neurosurg Focus 2014 ; 37 : E13.

【手術適応】

画像検査で神経圧排所見があり、麻痺が進行する場合は手術適応となる¹⁾。脊髓の除圧に必要な場合は、遺残した金属片を摘出することが望ましいとされる。また、髄液漏がある場合も、髄膜炎などの感染合併症と神経症状増悪の予防のため、早期の手術を必要とする²⁾。また、異物が脊柱管のなかを移動する場合は摘出が有益といわれているが、エビデンスとして確立していない³⁾⁻⁵⁾。

 また、弾丸に用いられている金属には銅や鉛が多く、関節内腔や椎間板に鉛製の弾丸が残存した場



図Ⅱ-3-2

(Kumar A, et al : J Craniovertebr Junction Spine 2011 ; 2 : 57-61. を改変)

合、長期間かけて症候性の中毒となる可能性があるため摘出が考慮される⁶⁾⁻⁸⁾。

脊柱管内に遺残した銃弾は感染リスクと相関がないと報告されている。摘出により合併症が増えたとする報告もあり、感染予防のための摘出は行わない。脊椎不安定性に対する固定術は、神経予後を改善するというエビデンスはないが、リハビリテーションの早期開始に寄与する。手術を行う場合は、感染のリスクなどを考慮に入れてできるだけ早い手術がよいと考えられているが、エビデンスはない。

- 1) Benzel EC, et al : Civilian gunshot wounds to the spinal cord and cauda equina. Neurosurgery 1987 ; 20 : 281-285.
- 2) de Barros Filho TE, et al : Gunshot injuries in the spine. Spinal Cord 2014 ; 52 : 504-510.
- 3) Kafadar AM, et al : Intradural migration of a bullet following spinal gunshot injury. Spinal Cord 2006 ; 44 : 326-329.

- 4) Gupta S, et al : Wandering intraspinal bullet. Br J Neurosurg 1999 ; 13 : 606–607.
- 5) Oktem IS, et al : Migration of bullet in the spinal canal : a case report. Surg Neurol 1995 ; 44 : 548–550.
- 6) Linden MA, et al : Lead poisoning from retained bullets. Pathogenesis, diagnosis, and management. Ann Surg 1982 ; 195 : 305–313.
- 7) Grogan DP, et al : Acute lead intoxication from a bullet in an intervertebral disc space. A case report. J Bone Joint Surg Am 1981 ; 63 : 1180–1182.
- 8) Tindel NL, et al : The effect of surgically implanted bullet fragments on the spinal cord in a rabbit model. J Bone Joint Surg Am 2001 ; 83–A : 884–890.

【抗菌薬】

胸腰椎損傷では、脊椎に銃弾が到達するまでに消化器を貫通している可能性があり、感染のリスクが高くなる¹⁾²⁾。腸内細菌を含むグラム陽性球菌、グラム陰性桿菌の双方をカバーするような広域スペクトラムの抗菌薬が推奨されるが、使用する抗菌薬の種類および使用する期間について統一された見解はない。

- 1) Romanick PC, et al : Infection about the spine associated with low-velocity-missile injury to the abdomen. J Bone Joint Surg Am 1985 ; 67 : 1195–1201.
- 2) Quigley KJ, et al : The role of debridement and antibiotics in gunshot wounds to the spine. J Trauma 2006 ; 60 : 814–819 ; discussion 819–820.

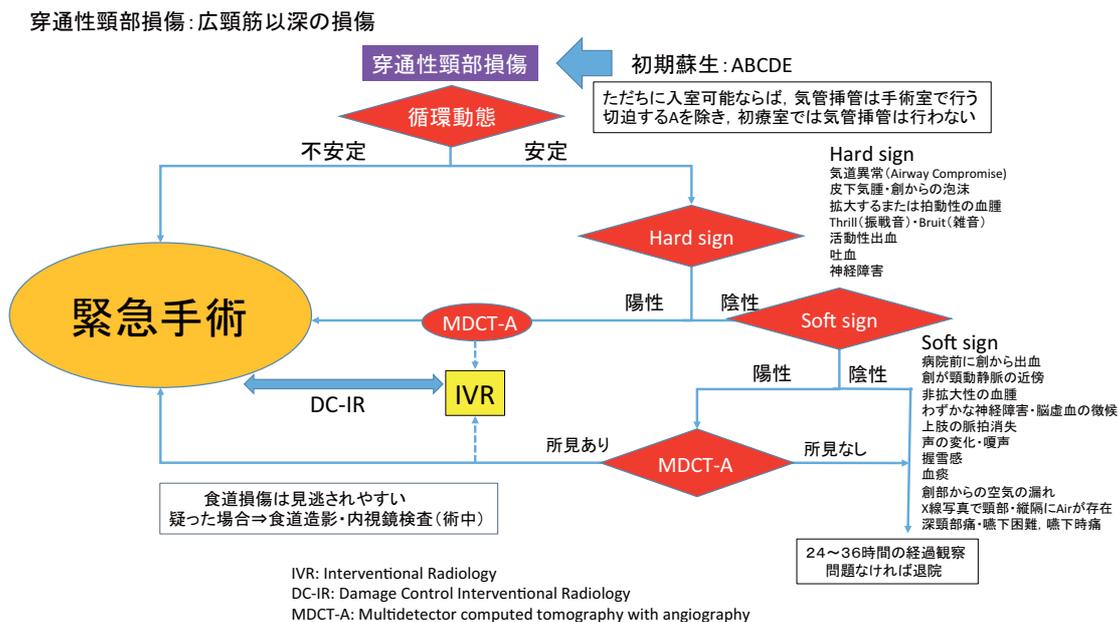
【ステロイド療法】

メチルプレドニゾロンは、銃創による脊髄損傷に対して神経学的予後を改善せず、合併症を増加させるため、使用すべきではない¹⁾。

- 1) Levy ML, et al : Use of methylprednisolone as an adjunct in the management of patients with penetrating spinal cord injury : outcome analysis. Neurosurgery 1996 ; 39 : 1141–1148 ; discussion 1148–1149.

五十嵐 豊

4. 頸部銃創



【アルゴリズムの説明】

- ・ 穿通性頸部損傷は広頸筋以深の損傷と定義される。
- ・ 通常の外傷と同様、JATEC に準じた初期蘇生を行うが、切迫する A を除き、原則的には気管挿管は手術室で行う。
- ・ 循環動態が不安定な場合はただちに緊急手術とする。
- ・ 循環動態が安定していても、Hard sign 陽性ならば、緊急手術とする。循環動態が安定しているので、MDCT-A を撮影し、損傷部位、程度を評価したうえで手術を行う。
- ・ Hard sign 陰性でも、Soft sign 陽性ならば MDCT-A を撮影し、陽性の場合には緊急手術とする。
- ・ 緊急手術となる場合でも、常時緊急 IVR を行うことができる施設では、TAE やステント留置および DC-IR などの可能性を考慮してもよい。ただしいつでも手術に Convert できる体制が確立されていることが重要である。
- ・ 食道損傷を疑った場合は、術中も含めて食道造影・内視鏡検査を行う。
- ・ いずれも陰性の場合には、24～36 時間の経過観察の後、問題なければ退院とする。

＜診断のための Modality は何が最も有効か？＞

穿通性頸部損傷でただちに致命的となり得るのは血管損傷であると考えられる。血管損傷の診断としては、感度・特異度ともにほぼ 100% である血管造影検査が長い間 Gold standard であると考えられてきた¹⁾。しかし近年では画像精度の向上に伴い、MDCT-A にその地位を取って代わられている。臨床的に有意な損傷の発見に関しては感度 100%、特異度 97.5% ときわめて精度が高いという報告もあり、循環動態が安定している場合にはきわめて有効であると考えられる²⁾。しかしながら銃創や爆傷では、銃弾や破片が体内に残存していることも多く、アーチファクトのために MDCT-A を用いての診断は不十分となることもある。さらに Zone I や Zone III の損傷で、外科的アプローチが難しい場合、ステント留置などの血管内治療が有効となる場合がある。このような場合、診断・治療の一貫した流れとして、依然血管造影検査はきわめて重要な選択肢の一つである。デュプレックス超音波検査法は血管損傷の検出のためには非侵襲かつ安価であるが、術者の技量に大きく依存するという欠点がある。MRA も検査に時間を要し、被検者の安静を要するため、第一選択とはなり得ない。

現時点では穿通性頸部損傷診断の Gold standard は MDCT-A と考えられる。WTA の穿通性頸部外傷のアルゴリズムにおいても、Zone にかかわらず、臨床的になんらかの損傷を疑う場合は CTA を撮影することを推奨している³⁾。しかしながら MDCT には咽頭・食道損傷の検出に関しては感度が 53% ときわめて低いという弱点がある⁴⁾⁵⁾。この場合は食道内視鏡または食道造影検査といった直接的な食道検査を行えば、感度はほぼ 100% になると考えられる。EAST の Practice guideline では安定した穿通性頸部損傷では重大な食道損傷を除外するためには食道内視鏡または食道造影検査を推奨している⁶⁾。

- 1) Demetriades D, et al : Carotid artery injuries : experience with 124 cases. J Trauma 1989 ; 29 : 91-94.
- 2) Inaba K, et al : Evaluation of multidetector computed tomography for penetrating neck injury : a prospective multicenter study. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 72 : 576-583.
- 3) Sperry JL, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : Penetrating neck trauma. J Trauma Acute Care Surg 2013 ; 75 : 936-940.
- 4) Gonzalez RP, et al : Penetrating zone II neck injury : does dynamic computed tomographic scan contribute to the diagnostic sensitivity of physical examination for surgically significant injury? A prospective blinded study. J Trauma 2003 ; 54 : 61-64.
- 5) Kazi M, et al : Utility of clinical examination and CT scan in assessment of penetrating neck trauma. J Coll Physicians Surg Pak 2013 ; 23 : 308-309.
- 6) Tisherman SA, et al : Clinical practice guideline : penetrating zone II neck trauma. J Trauma 2008 ; 64 : 1392-1405.

< Hard sign・Soft sign とは何を指すか? >

Hard sign は主要な血管または気道・消化管損傷を示唆し、原則的にはただちに外科的検索または手術が必要な状態であると考えられる。Hard sign 陽性は穿通性頸部損傷の 10% 以下であるが、すみやかに外科的検索を行ったところ、血管または気道・消化管損傷に対し 89.7% の陽性的中率であった¹⁾。穿通性頸部損傷での Hard sign としては以下のものがあげられる。

穿通性頸部損傷での Hard sign

- ▶ 気道緊急 (airway compromise)
- ▶ 多量の皮下気腫・創からの泡沫
- ▶ 拡大するまたは拍動性の血腫
- ▶ Thrill (振戦) の触知・Bruit (雑音) の聴取 : Soft sign とする主張もある²⁾。
- ▶ 活動性出血
- ▶ 吐血
- ▶ 神経障害

Hard sign はないものの、以下の Soft sign が存在する場合は重大な臓器損傷が潜んでいる可能性があると考え、積極的に精査を進める。

穿通性頸部損傷での Soft sign

血管損傷を示唆するもの

- 病院前に創から出血
- 創が頸動脈・静脈の近傍
- 非拡大性の血腫
- わずかな神経障害・脳虚血の徴候
- 上肢の脈拍消失

気道損傷を示唆するもの

- 声の変化・嘔声
- 触知可能な捻髪音 (palpable crepitus)
- 血痰
- 創部からの空気の漏れ
- X線写真で頸部・縦隔に Air が存在
食道損傷を示唆するもの
- 深頸部痛
- 吐血
- 嚥下痛
- 嚥下困難
- X線写真で頸部・縦隔に Air が存在

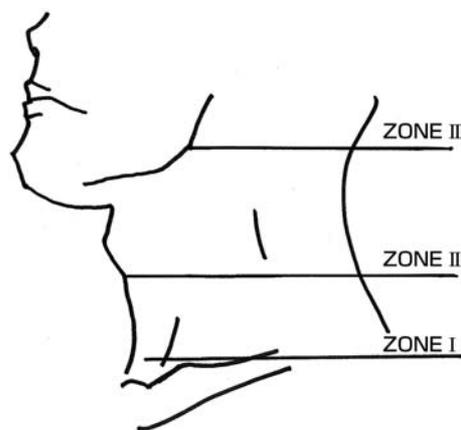
Hard sign, Soft sign ともに陰性の場合は 24～36 時間の経過観察後に退院可能と考えられるが、Triage 判断の迅速化および医療資源の節約（経時的に経過観察を行うための人的資源、経過観察用ベッドなど）のために全例 MDCT-A を行うという考えもある。

- 1) Inaba K, et al : Evaluation of multidetector computed tomography for penetrating neck injury : A prospective multicenter study. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 72 : 576-583.
- 2) Hanlon PD, et al : Penetrating Neck Trauma. AHC Media-Continuing Medical Education Publishing, June 7, 2017. Available at : <https://www.ahcmedia.com/articles/140881-penetrating-neck-trauma>. Accessed October 1 2017.

【Zoning と No zone approach】

伝統的には穿通性頸部損傷は、損傷部位により Zone I, Zone II, Zone III に分類し、その対応を行っていた。頸部において、一般的には Zone I は鎖骨から輪状軟骨まで、Zone II は輪状軟骨から下顎角まで、Zone III は下顎角から頭蓋底にいたるまでの部位を指す。

Zone I, Zone III に関してはアプローチが困難であることもあり、まずは画像診断を行ってから、外科的処置の必要性を判断するが、一方 Zone II に関してはアプローチが容易であるということもあり、重症度にかかわらず、まずは外科的な損傷部位の探索および治療が行われてきた。しかしながら結果的にはなんと重大損傷がない事例が 58% にも上るというデータもあり、そのアプローチの見直しが検討されてきた¹⁾。また Zone II 損傷の 5 分の 1 が Zone I や Zone III にまで及ぶという報告もあり、近年では 'No zone' management というアプローチが行われるようになってきた²⁾³⁾。このアプローチでは、Zone にかかわらず、まずは患者の状態が安定しているか、不安定かのみで判断を行う。不安定な患者はすみやかに手術を行う。安定している患者は MDCT-A を行い、理学所見などと合わせて、外科的な処置が必要かを判断する。

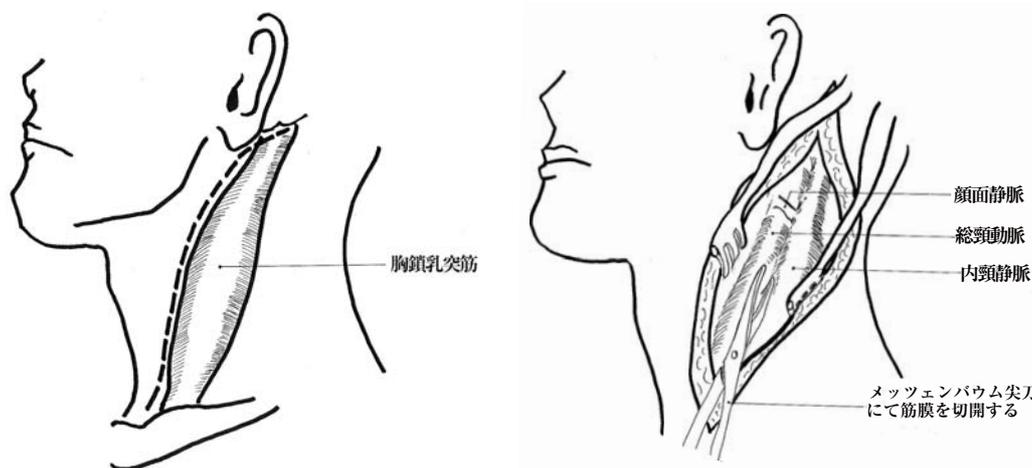


- 1) Apffelstaedt JP, et al : Results of mandatory exploration for penetrating neck trauma. World J Surg 1994 ; 18 : 917-919.
- 2) Low GM, et al : The use of the anatomic 'zones' of the neck in the assessment of penetrating neck injury. Am Surg 2014 ; 80 : 970-974.
- 3) Shiroff AM, et al : Penetrating neck trauma : a review of management strategies and discussion of the

【手術の基本的アプローチ】¹⁾²⁾

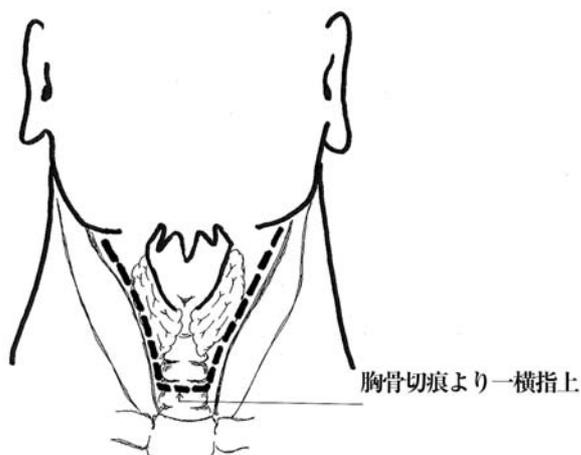
- ▶体位は頸椎損傷がない限りは、肩枕を挿入し、顔が健側に向くようにし、損傷側頸部が充分伸展する形とする。開胸が必要となり得ること、下肢から静脈グラフトを採取することを考慮に入れ、消毒を行い、清潔野を確保する。
- ▶まず胸鎖乳突筋前縁に沿って皮切を加える。下顎角近傍の切開では、顔面神経損傷を避けるために皮切を後方に曲げるようにする。
- ▶胸鎖乳突筋背面の筋膜を切開し、内頸静脈を確認する。
- ▶内頸静脈から枝分かれする顔面静脈を結紮切離する。
- ▶内頸静脈の背面にある総頸動脈を露出する。顔面静脈分岐部が、総頸動脈が内・外頸動脈へと分岐する部分と一致することが多い。
- ▶内頸動脈はその背側に迷走神経が、近位では舌下神経が交差していることを留意する。

一般的なアプローチ



- ▶頸部を一側から反対側に左右に貫通した損傷の場合はU字切開を行う。これは両側の胸鎖乳突筋前縁の切開およびその下端を胸骨切痕の約一横指上で横切開を加えた皮切である。

U字切開によるアプローチ



- 血腫に侵入する前に、近位で血管を確保し、血流の制御を行う。場合によっては胸骨正中切開を行わ

なければならぬこともあり得る。

- 1) Ustin J : Access to the Neck in Penetrating Trauma. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 239-242.
- 2) Hirshberg A, et al : The Neck : Safari in Tiger Country. Top Knife : The Art & Craft in Trauma Surgery. Nr Shrewsbury, UK : tfm Publishing Ltd, 2004 : 199-214.

【血管損傷の Management】

- ・血腫が頭側に進展している場合は、血腫の遠位側で血管を確保することは困難で、血腫のなかで遠位側の血流を制御しなければならないこともあり得る¹⁾。
- ・出血が制御できない場合はダメージコントロールとしてのシャント造設または結紮を考慮する。総頸動脈、外頸動脈は結紮しても構わないが、内頸動脈では75%以上で脳梗塞を合併する²⁾。到達不能な Zone III の内頸動脈損傷では術中の現実的な選択肢としては、結紮以外には方法がない¹⁾(Angio suite に移動可能ならば TAE という選択肢があり得る)。
- ・Expert Opinion として、Backflow が確認できたならば、内頸動脈でも結紮してもよいという考えもある。
- ・頸動脈の血行再建には人工血管置換術またはパッチによる再建を行うことが多い(グラフト採取の時間を節約するため)²⁾。
- ・損傷部が確認できたら、欠損部が健常な動脈壁と内膜だけとなるようにデブリードマンを行う。
- ・フォガティカテーテルを用いて、遠位・近位の血栓除去を行う。
- ・遠位・近位両側をヘパリン生食でフラッシュした後に再建を行う。
- ・椎骨動脈損傷による出血の場合には、出血部に骨蠟を詰め込むことが有効である。IVR が可能ならば、TAE もきわめて有効な止血手段である²⁾³⁾。

- 1) Hirshberg A, et al : The Neck : Safari in Tiger Country. Top Knife : The Art & Craft in Trauma Surgery. Nr Shrewsbury, UK : tfm Publishing Ltd, 2004 : 199-214.
- 2) de Moya M : Operative Strategies in Penetrating Trauma to the Neck. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 233-237.
- 3) Le Roux D, et al : Carotid, Jugular and Vertebral Blood Vessel Injuries. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 257-264.

【食道損傷の Management】

- ・穿通性頸部食道損傷が単独で生じることが比較的まれであるが、診断の遅れなどもあり、その死亡率は約20%にも達する¹⁾。
- ・一般的に食道は正中よりやや左側に位置するので、左頸部からアプローチする方がやや容易である²⁾。
- ・食道損傷を検索する際、事前に胃管が挿入してあると、食道自体を確認するうえで有効となる³⁾。ただし損傷部をさらに増悪させないように慎重に挿入を行う。
- ・損傷部を確認する際は胃管を術野近傍まで引きし、術野を水で満たしたうえで、胃管より空気を注入する。気泡の出現する部位に損傷部が発見される³⁾(色素を注入してもよいが、術野が染色されてしまう可能性がある)²⁾。
- ・損傷が強く疑われるにもかかわらず、損傷部位が認められない場合は、術中内視鏡による確認や、対側から再度アプローチを行う²⁾。
- ・損傷部が確認できたら、まず創全体で、正常粘膜がみられるようにデブリードマンを行う。その後にモノフィラメント吸収糸により縫合閉鎖を行う³⁾。
- ・縫合不全が起りやすいため、縫合閉鎖部は、血行のよい筋肉組織(肩甲舌骨筋や胸鎖乳突筋の一部)

などを用いて間置を行い、必ず他の修復部位と隔絶させる²⁾³⁾。

- ・過大侵襲や全身状態が悪く手術を中断せざるを得ない場合は、ダメージコントロールとして、ドレーン留置か食道瘻造設を行う³⁾。

- 1) Asensio JA, et al : Penetrating esophageal injuries : multicenter study of the American Association for the Surgery of Trauma. J Trauma 2001 ; 50 : 289-296.
- 2) Neville AL : Penetrating Injury to the Pharynx and Cervical Esophagus. In :Velmahos G , et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 249-255.
- 3) Hirshberg A, et al : The Neck : Safari in Tiger Country. Top Knife : The Art & Craft in Trauma Surgery. Nr Shrewsbury, UK : tfm Publishing Ltd, 2004 : 199-214.

【咽頭・喉頭損傷の Management】

- ・咽頭損傷に関しては、造影検査を行って、いわゆる Major leak や縦隔への Leak がないならば、保存的加療が可能と考えられる¹⁾⁻⁴⁾。
- ・気管・喉頭損傷に関しては 4-0 または 3-0 のモノフィラメントの吸収糸を用いて結節縫合を行う。組織の欠損が大きい場合や、気管の切除や受動が必要な場合は頭頸部外科の専門家のサポートを得るべきと考えられる⁵⁾⁶⁾。
- ・食道損傷と同様、修復部位は必ず血行のよい筋肉組織などで隔絶させる。
- ・気管損傷修復直後または早期の抜管が安全であるとの報告があり、予防的気管切開は支持されなくなっている⁷⁾。

- 1) Stanley RB, et al : Management of external penetrating injuries into the hypopharyngeal-cervical esophageal funnel. J Trauma 1997 ; 42 : 675-679.
- 2) Nel L, et al : Imaging the oesophagus after penetrating cervical trauma using water-soluble contrast alone : simple, cost-effective and accurate. Emerg Med J 2009 ; 26 : 106-108.
- 3) Yugueros P, et al : Conservative management of penetrating hypopharyngeal wounds. J Trauma 1996 ; 40 : 267-269.
- 4) Madiba TE, et al : Penetrating injuries to the cervical oesophagus : is routine exploration mandatory?. Ann R Coll Surg Engl 2003 ; 85 : 162-166.
- 5) Kodadek LM, et al : Penetrating Trauma to the Larynx and the Cervical Trachea. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 243-248.
- 6) Hirshberg A, et al : The Neck : Safari in Tiger Country. Top Knife : The Art & Craft in Trauma Surgery. Nr Shrewsbury, UK : tfm Publishing Ltd, 2004 : 199-214.
- 7) Harvin JA, et al : Airway management following repair of cervical tracheal injuries : a retrospective, multicenter study. J Trauma Acute Care Surg 2016 ; 80 : 366-371. Abstract Presented at the American Association for the Surgery of Trauma [AAST]. September 2015

【Angiography・Interventionの有効性】

Zone I や Zone III の損傷に関してはできる限り術前に画像評価が行われている方が好ましいと考えられ、循環動態が安定しているならば、常に血管造影を行うべきであるという意見もある。塞栓やステント留置などの血管内治療を含めた IVR の適応となる場合もあり、特に椎骨動脈損傷では IVR による止血が First choice となり得る。原則的には循環動態が不安定な場合や Hard sign 陽性の場合には外科的な治療が第一選択となるが、常時 Intervention がただちに可能な施設では、たとえ出血や血圧低下をきたしている状態でもまずは IVR を行う場合もある¹⁾。

1) Le Roux D, et al : Carotid, Jugular and Vertebral Blood Vessel Injuries. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 257-264.

霧生 信明

5. 胸部銃創

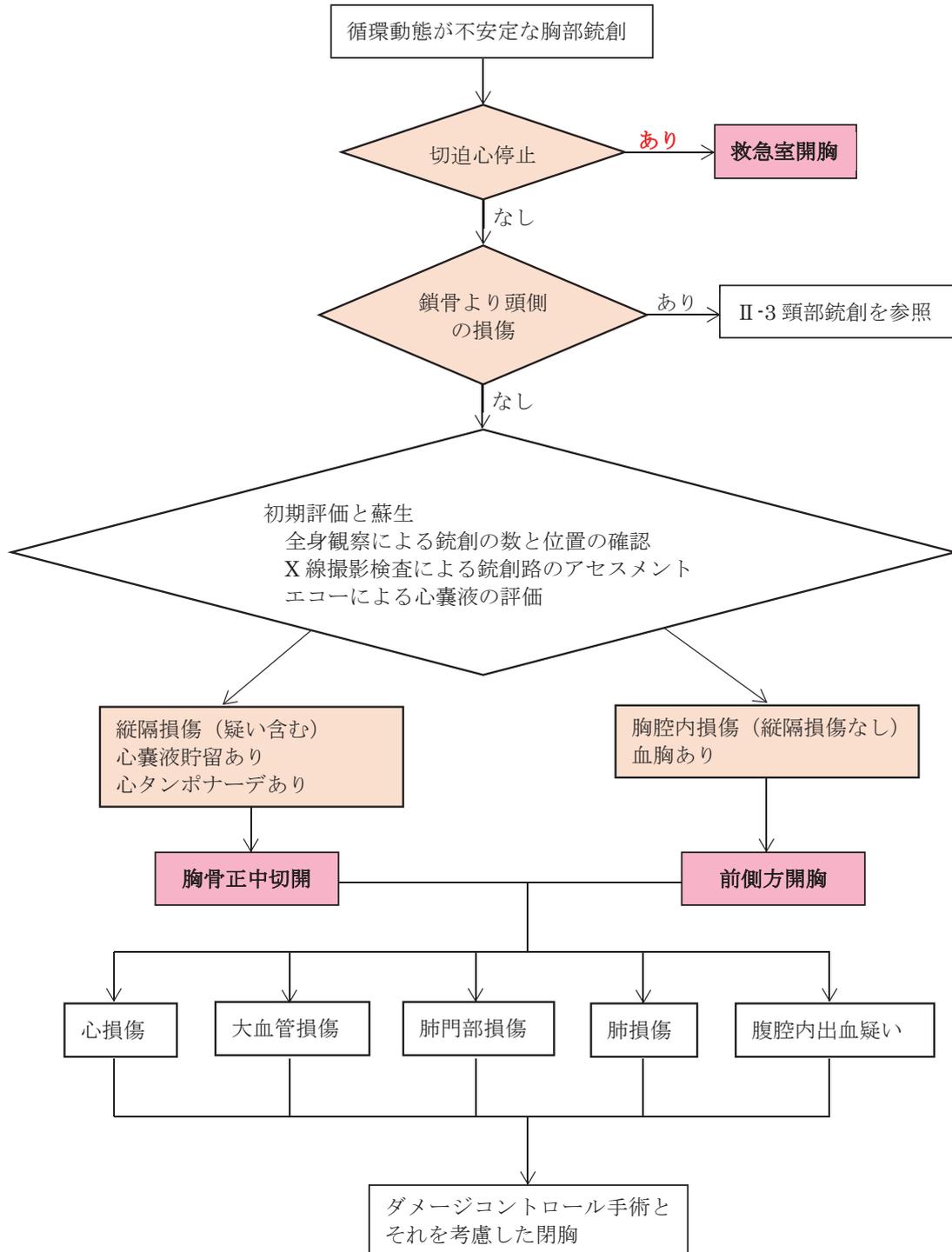


図 II - 5 - 1 診療手順アルゴリズム

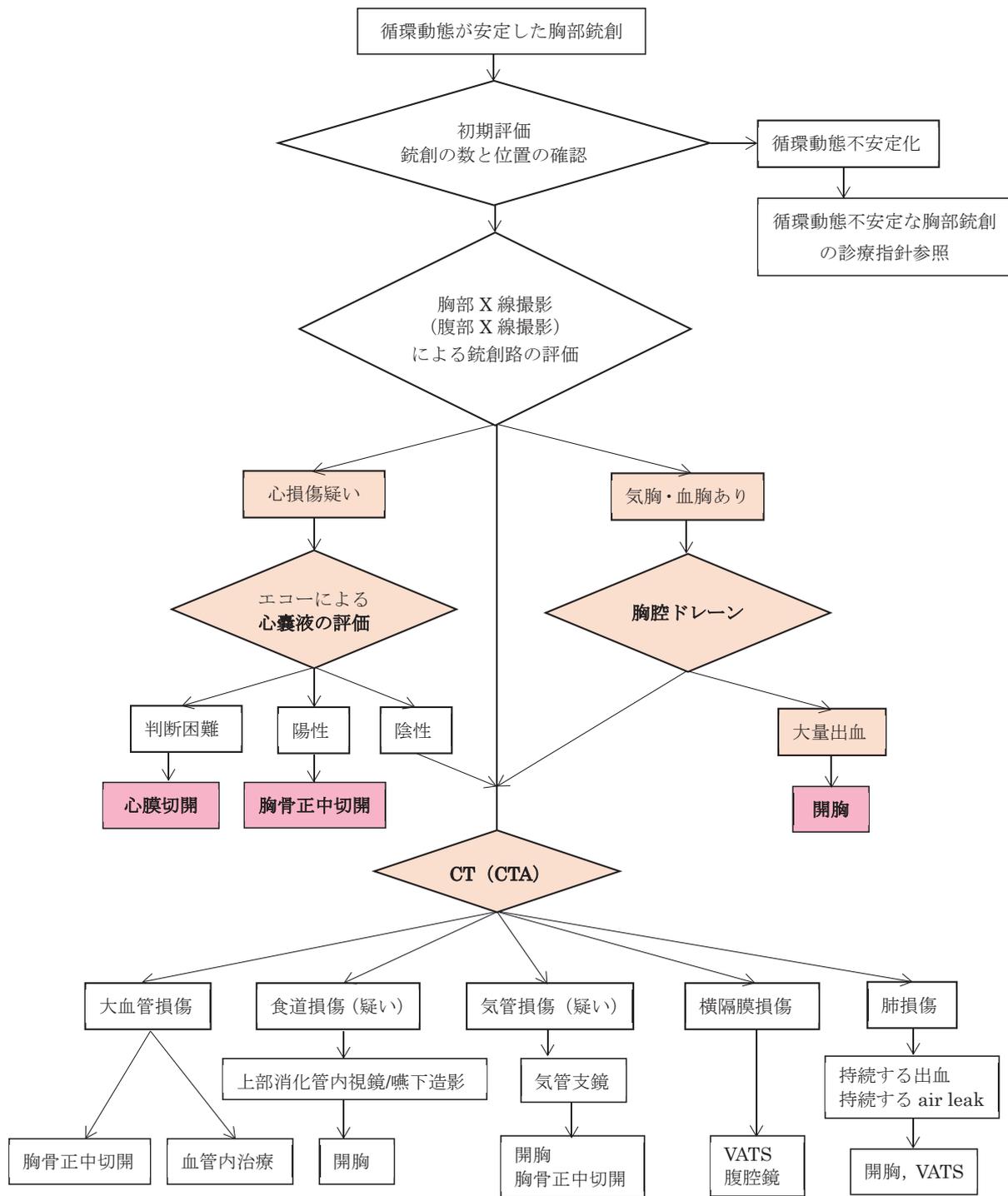


図 II-5-2 診療手順アルゴリズム

【アルゴリズム要点】

○胸部銃創では循環動態が安定か不安定かで診療アルゴリズムを使い分ける。

循環動態が不安定な胸部銃創

- 切迫心停止状態であれば、緊急室開胸を行う。
- 循環動態が不安定な胸部銃創では、基本的に手術が必要となることを理解する。
- 初期評価では、銃創路のアセスメントを行い、心損傷の可能性があれば（縦隔を通る銃創路が考えられた場合は）胸骨正中切開を選択する。クラムシェル開胸を選択することも可能である。
- 手術にて迅速に出血部位、損傷臓器を同定し、ダメージコントロール手術を行う。

循環動態が安定した胸部銃創

- 単純 X 線にて銃創路をアセスメントするとともに、心損傷と血気胸を検索する。
- 心損傷の検索は、エコー検査による心嚢液の検出が基本となるが、判断困難である場合は剣状突起下からの心膜切開を行う。心損傷が診断された場合は、胸骨正中切開にて手術を行う。
- 血気胸の検索は、胸部 X 線によって行い、血気胸を診断した場合は胸腔ドレーンを留置する。1,500cc以上のドレーンからの出血を認めた場合は緊急開胸手術を行う。
- 心損傷と血気胸の検索・初期治療を行った後に、胸部 CT（CTA）検査を行う。その後、それぞれの臓器損傷に対して、さらなる検査や治療を行う。
- 肺実質損傷に関しては、胸腔ドレーンからの持続する出血や持続する air leak の有無を確認し、必要に応じて追加治療を行う。

【臓器損傷の頻度】

胸部銃創における大血管損傷の頻度は 5.3% であると報告されている¹⁾。手術室での緊急手術が必要となる胸部銃創では、約 10～37% の頻度で心損傷を認め²⁾³⁾、約 65～86% の頻度で肺損傷を認めると報告されている⁴⁾。

- 1) Demetriades D : Penetrating injuries to the thoracic great vessels. J Card Surg 1997 ; 12 : 173-179.
- 2) Karmy-Jones R, et al : Urgent and emergent thoracotomy for penetrating chest trauma. J Trauma 2004 ; 56 : 664-668.
- 3) Karmy-Jones R, et al : Timing of urgent thoracotomy for hemorrhage after trauma : a multicenter study. Arch Surg 2001 ; 136 : 513-518.
- 4) Mansour MA, et al : Exigent postinjury thoracotomy analysis of blunt versus penetrating trauma. Surg Gynecol Obstet 1992 ; 175 : 97-101.

【循環動態が不安定な患者の初期評価】

心肺停止状態あるいは瀕死状態である場合、救急室開胸を施行する¹⁾。また、鎖骨より頭側の銃創の場合は、頸部銃創のアルゴリズムに従って治療する²⁾。

primary survey を行うが、全身観察を必ず行い、銃創の位置と数を記録する。銃創の位置を含めた X 線写真を撮影し、銃創路をアセスメントする。心損傷が疑われる銃創路を認めた場合、エコー検査にて心嚢液の評価を行う。ただし、血胸が認められた場合は、心嚢液を認めない場合でも心損傷は除外できない。胸部の穿通性外傷の約 20% に腹部外傷の合併を認める。銃創路が腹部を含んでいる場合は開腹手術が必要になる³⁾⁴⁾。

- 1) Burlew CC, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : resuscitative thoracotomy.

J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : 1359–1363.

- 2) Sperry JL, et al: Western Trauma Association critical decisions in trauma : penetrating neck trauma. J Trauma Acute Care Surg 2013 ; 75 : 936–940.
- 3) Renz BM, et al: Transmediastinal gunshot wounds : a prospective study. J Trauma 2000 ; 48 : 416–421.
- 4) Ball CG, et al : A caveat to the performance of pericardial ultrasound in patients with penetrating cardiac wounds. J Trauma 2009 ; 67 : 1123–1124.

【循環動態が不安定な患者における開胸方法】

初期評価にて心損傷が診断あるいは疑われた場合、銃創路が縦隔を含んでいる場合、あるいは両側の鎖骨線の内側に位置する銃創の場合は、胸骨正中切開が適している。胸骨正中切開にて心臓と上縦隔の大きな血管にアプローチすることが可能となる。必要に応じて鎖骨上まで切開創を延長することができる。クラムシエル開胸も選択肢の一つであり、特に左右胸腔内にも別の損傷が疑われている場合にはよい適応となる¹⁾。

縦隔損傷が疑われない胸腔内損傷の場合は、前側方開胸を選択する。左右の胸腔内損傷が疑われている場合は、出血量が多い側を先に開胸する²⁾。

- 1) O'Connor JV, et al: Penetrating thoracic great vessel injury : impact of admission hemodynamics and preoperative imaging. J Trauma 2010 ; 68 : 834–837.
- 2) Karmy-Jones R, et al: Urgent and emergent thoracotomy for penetrating chest trauma. J Trauma 2004 ; 56 : 664–668.

【肺損傷に対する創路切開 (Tractotomy)】

肺実質が銃創によって損傷している場合、肺表面の銃創の縫合はすべきではない。銃創路にステイプラーを挿入し、銃創路の表面側の肺実質を縫合切離する方法を Tractotomy と呼ぶが、これにより銃創路が露出し、深部の出血の同定と出血源の縫合止血が可能となる。Tractotomy は、循環動態が不安定な胸部銃創に対して行うダメージコントロール手術の一手技として、非常に重要である¹⁾²⁾。

- 1) Wall MJ Jr, et al: Pulmonary tractotomy as an abbreviated thoracotomy technique. J Trauma 1998 ; 45 : 1015–1023.
- 2) Asensio JA, et al: Stapled pulmonary tractotomy : a rapid way to control hemorrhage in penetrating pulmonary injuries. J Am Coll Surg 1997 ; 185 : 486–487.

【循環動態が安定した患者の初期評価】

primary survey を行いながら、循環動態が安定しているかを常に確認する。全身観察を必ず行い、銃創の位置と数を記録する。銃創の位置を含めた単純 X 線写真を撮影し、銃創路をアセスメントする。血気胸の有無を判断するのに、身体所見は重要であるが、約 3 分の 1 の症例で身体所見は不正確となるため、胸部 X 線写真は必須である¹⁾。

- 1) Chen SC, et al: Hemopneumothorax missed by auscultation in penetrating chest injury. J Trauma 1997 ; 42 : 86–89.

【循環動態が安定した患者における心損傷の検索と対応】

両側の鎖骨中線の内側に銃創を認めた場合や、銃創路から心損傷が疑われた場合は、エコー検査にて心嚢液の評価を行う。ただし、血胸が認められた場合は、心嚢液を認めない場合でも心損傷は除外できない¹⁾。

エコーにて心嚢液の有無の評価が困難であった場合は、剣状突起下から心膜切開（subxiphoid window/cardiac window）を行う。この手技は、エコーによって施行頻度が大きく減ったが、より確実に心嚢液の評価を行う目的でしばしば行われる²⁾。

心嚢液が存在した場合は、胸骨正中切開が適切な開胸方法となる。ほとんどの心損傷は単純なマットレス縫合で修復可能であるが、冠動脈付近であれば垂直マットレス縫合によって冠動脈の閉塞を防ぐことができる。冠動脈の損傷を認める場合は、左前下行枝中枢の損傷であれば修復が必要となるが、左前下行枝の末梢や、右回旋枝、右冠動脈であれば、心筋障害の程度が軽度な場合は結紮による止血が可能である³⁾。

- 1) Mattox KL, et al: Newer diagnostic measures and emergency management. Chest Surg Clin N Am 1997 ; 7 : 213-226.
- 2) Thorson CM, et al: Does hemopericardium after chest trauma mandate sternotomy?. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 72 : 1518-1524.
- 3) Wall MJ Jr, et al: Acute management of complex cardiac injuries. J Trauma 1997 ; 42 : 905-912.

【循環動態が安定した血気胸の初期治療】

遺残血胸は膿胸の重大なリスクになることをふまえて、太いドレーンチューブを選択し、留置する。チューブ挿入時に1,500cc以上の大量出血を認めた場合や、循環動態の安定性が懸念される場合は緊急開胸手術が適応となる。胸腔ドレーンからの出血量のみを指標にすると、損傷の重症度を過少評価することにつながる¹⁾²⁾。緊急開胸手術が必要となった胸部銃創患者の後ろ向き検討では、胸腔ドレーンからの出血量を理由に開胸にいたった症例は50%であったとの報告もある³⁾。

- 1) Mowery NT, et al: Practice management guidelines for management of hemothorax and occult pneumothorax. J Trauma 2011 ; 70 : 510-518.
- 2) Hirshberg A, et al: Double jeopardy : thoracoabdominal injuries requiring surgical intervention in both chest and abdomen. J Trauma 1995 ; 39 : 225-229.
- 3) Mansour MA, et al: Exigent postinjury thoracotomy analysis of blunt versus penetrating trauma. Surg Gynecol Obstet 1992 ; 175 : 97-101.

【循環動態が安定した患者に対する CT 検査】

身体所見や単純 X 線写真, エコーによる銃創路のアセスメントによって縦隔損傷が疑われた症例では、胸部 CT 検査によって縦隔損傷の評価を行う。胸部 CT 検査は血気胸の評価と治療, 心損傷の評価と治療が行われた後に施行する。

胸部 CT 検査によって大血管損傷が診断可能となるが、時に銃弾によるアーチファクトが血管壁の正確な評価を困難とするため、その場合は血管造影検査を行う。また、食道損傷が疑われた場合は食道造影検査や上部消化管内視鏡検査を行う。気道損傷が疑われた場合は気管支鏡を行う¹⁾。

- 1) Renz BM, et al: Transmediastinal gunshot wounds : a prospective study. J Trauma 2000 ; 48 : 416-421.

【横隔膜損傷の治療】

横隔膜損傷は銃創の位置や銃創路, 臨床所見などで疑うが、左胸腹部の穿通性外傷では17%ほどに横隔膜損傷を認める。開胸や開腹手術の適応がない状況で、横隔膜損傷のみが疑われた場合は、胸腔鏡や腹腔鏡を選択してもよい¹⁾。なお、左側の横隔膜損傷を認めた場合は、開腹手術が必須となる。右側の横隔膜損傷を認めた場合は、修復が必要とならない肝損傷のみであれば、開腹手術の必要はない²⁾。

- 1) Leppäniemi A, et al : Occult diaphragmatic injuries caused by stab wounds. J Trauma 2003 ; 55 : 646-650.
- 2) Renz BM, et al : Gunshot wounds to the right thoracoabdomen : a prospective study of nonoperative management. J Trauma 1994 ; 37 : 737-744.

【大動脈損傷の血管内治療】

血管内治療の発展によって胸部大血管損傷に対する治療オプションが増えたが、大血管損傷に対する血管内ステント留置の報告のほとんどは、鈍的外傷である。ステント留置の際には、重要な大動脈分枝をステントにて閉塞することになるか、適切なサイジングができるか、十分なランディングゾーンが確保できるか、などが検討事項となる。血管内治療の役割は今後も拡大することが予想される¹⁾。

- 1) Karmy-Jones R, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : penetrating chest trauma. J Trauma Acute Care Surg 2014 ; 77 : 994-1002.

【血気胸（肺実質損傷）の継続対応】

胸腔ドレーンチューブからの150～200cc/hの出血が2～4時間持続する場合は開胸手術の適応であり、状況に応じてVATSも選択肢の一つとなり得る。24時間で1,500cc以上の出血を開胸基準とすると、合併症の減少につながることが示唆されている。また、胸腔ドレーンからの出血量のみを指標にすると、損傷の重症度を過少評価することにつながる¹⁾。

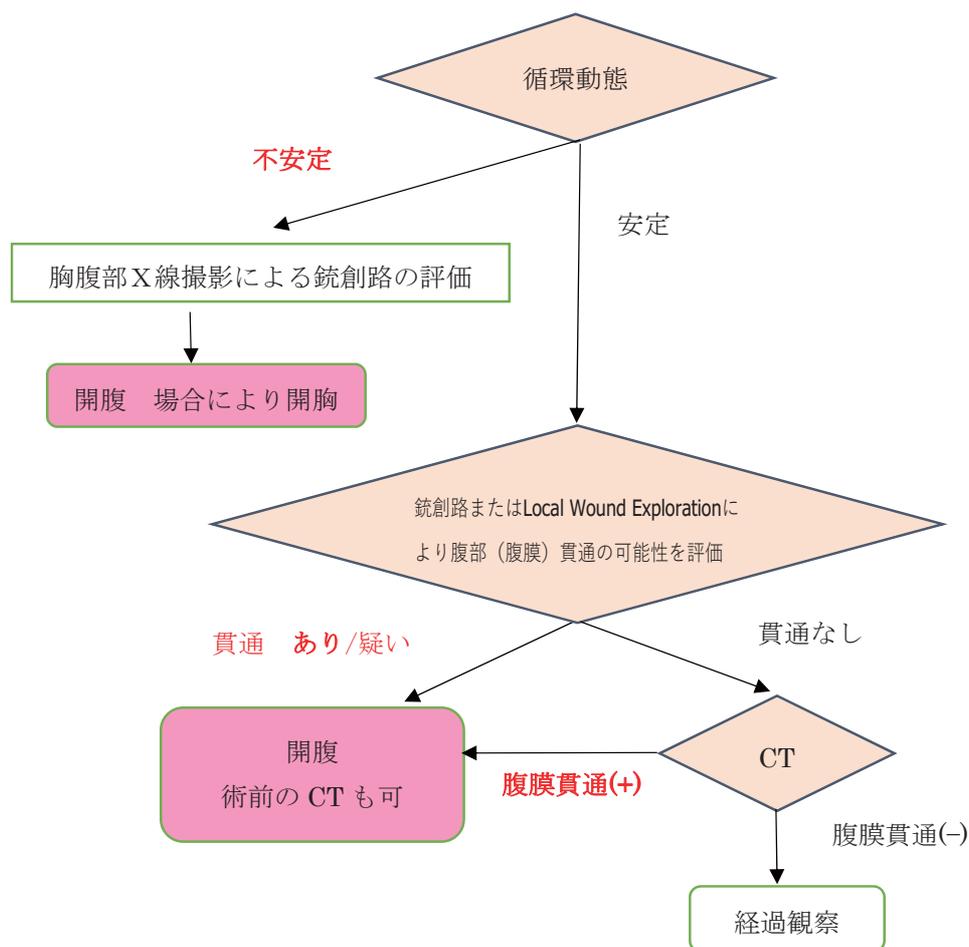
また、遺残血胸は膿胸の重大なリスクになることを知る必要がある。遺残血胸を認めた患者の26.8%で膿胸を発症したとの報告もあり、300ccをこえる遺残血胸を認めた場合は、なにかしらの追加治療が必要となる可能性が高い²⁾。

持続するair leakを認める場合はVATSを検討すべきであり、受傷後三日目まで続くair leakを認めた場合にはVATSを施行することで、入院期間などが短くなることが報告されている³⁾。

- 1) Mowery NT, et al : Practice management guidelines for management of hemothorax and occult pneumothorax. J Trauma 2011 ; 70 : 510-518.
- 2) DuBose J, et al : Management of post-traumatic retained hemothorax : a prospective, observational, multicenter AAST study. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 72 : 11-22.
- 3) Schermer CR, et al : A prospective evaluation of video-assisted thoracic surgery for persistent air leak due to trauma. Am J Surg 1999 ; 177 : 480-484.

山元 良

6. 腹部銃創



図II-6-1 診療手順アルゴリズム

銃創（GSWs）の90%以上は腹膜を貫通し、腹膜貫通がある症例は高率に治療を要する腹部臓器損傷を伴うため、多くは緊急手術が必要である¹⁾。循環動態不安定もしくは腹部全体に及ぶ腹膜刺激症状を伴った症例は緊急開腹が必要である²⁾。消化管出血を認める場合や理学所見が正確に取れない場合も緊急開腹の適応となる。時間的余裕があればクリップなどを用いて銃創のマーキングし胸腹部X線撮影を行えば、弾道を推測することができる。

循環動態が安定し腹膜刺激症状を伴わない刺創（SWs）においては選択的な症例に対して保存的加療（NOM）について異論は少ないが、同様な条件下のGSWsに対するNOMに関しては議論となっている。GSWに対するNOMでデータは、穿通性外傷が豊富な同じ施設の同じ著者からのものが多い²⁾⁻¹²⁾。

北米のNTDBを用いた腹部穿通性外傷に対するNOMの結果に対する研究（GSWs, 12,707例）では、GSWsに対するNOM選択率は22.2%であり、そのうちの20.8%のGSWsでその後手術が必要となっており、NOMの失敗による死亡に対するオッズ比は4.48と高く注意が必要であると論じている¹²⁾。以上よりGSWsが非常に少ない日本ではNOMは危険であり推奨できない。

1) Moore EE, et al : Mandatory laparotomy for gunshot wounds penetrating the abdomen. Am J Surg 1980 ; 140 : 847-851.

2) Como JJ, et al : Practice management guidelines for selective nonoperative management of

penetrating abdominal trauma. J Trauma 2010 ; 68 : 721–733.

- 3) Demetriades D, et al : Selective nonoperative management of penetrating abdominal solid organ injuries. Ann Surg 2006 ; 244 : 620–628.
- 4) Renz BM, et al : Gunshot wounds to the right thoracoabdomen : a prospective study of nonoperative management. J Trauma 1994 ; 37 : 737–744.
- 5) Navsaria PH, et al : Selective nonoperative management of liver gunshot injuries. Ann Surg 2009 ; 249 : 653–656.
- 6) Navsaria PH, et al : Selective nonoperative management of kidney gunshot injuries. World J Surg 2009 ; 33 : 553–557.
- 7) Velmahos GC, et al : Selective nonoperative management in 1,856 patients with abdominal gunshot wounds : should routine laparotomy still be the standard of care?. Ann Surg 2001 ; 234 : 395–402 ; discussion 402–403.
- 8) Demetriades D, et al : Gunshot wound of the abdomen : role of selective conservative management. Br J Surg 1991 ; 78 : 220–222.
- 9) Demetriades D, et al : Selective nonoperative management of gunshot wounds of the anterior abdomen. Arch Surg 1997 ; 132 : 178–183.
- 10) DuBose J, et al : Selective non-operative management of solid organ injury following abdominal gunshot wounds. Injury 2007 ; 38 : 1084–1090.
- 11) Fikry K, et al : Successful selective nonoperative management of abdominal gunshot wounds despite low penetrating trauma volumes. Arch Surg 2011 ; 146 : 528–532.
- 12) Zafar SN, et al : Outcome of selective non-operative management of penetrating abdominal injuries from the North American National Trauma Database. Br J Surg 2012 ; 99 Suppl 1 : 155–164.

【前腹部銃創】

Velmahos らの1,856例の腹部銃創の報告において、前腹部銃創は背部銃創にくらべ緊急開腹となる可能性が高い (66% vs 32%, $p<0.001$)¹⁾。

循環動態が安定し、腹部所見を認めない症例に関しては銃創部位にかかわらず NOM が可能であるという意見も多いが¹⁾⁻⁶⁾、腹部銃創の NOM に対して右上腹部または右胸腹部銃創においてのみ行うべきあるという意見もある⁷⁾⁻¹⁰⁾。

- 1) Velmahos GC, et al : Selective nonoperative management in 1,856 patients with abdominal gunshot wounds : should routine laparotomy still be the standard of care?. Ann Surg 2001 ; 234 : 395 – 402 ; discussion 402–403.
- 2) Navsaria PH, et al : Selective nonoperative management in 1106 patients with abdominal gunshot wounds : conclusions on safety, efficacy, and the role of selective CT imaging in a prospective single-center study. Ann Surg 2015 ; 261 : 760–764.
- 3) Demetriades D, et al : Gunshot wound of the abdomen : role of selective conservative management. Br J Surg 1991 ; 78 : 220–222.
- 4) Demetriades D, et al : Selective nonoperative management of gunshot wounds of the anterior abdomen. Arch Surg 1997 ; 132 : 178–183.
- 5) DuBose J, et al : Selective non-operative management of solid organ injury following abdominal gunshot wounds. Injury 2007 ; 38 : 1084–1090.
- 6) Fikry K, et al : Successful selective nonoperative management of abdominal gunshot wounds despite low penetrating trauma volumes. Arch Surg 2011 ; 146 : 528–532.

- 7) Como JJ, et al : Practice management guidelines for selective nonoperative management of penetrating abdominal trauma. J Trauma 2010 ; 68 : 721–733.
- 8) Renz BM, et al : Gunshot wounds to the right thoracoabdomen : a prospective study of nonoperative management. J Trauma 1994 ; 37 : 737–744.
- 9) Renz BM, et al : Unnecessary laparotomies for trauma : a prospective study of morbidity. J Trauma 1995 ; 38 : 350–356.
- 10) Chmielewski GW, et al : Nonoperative management of gunshot wounds of the abdomen. Am Surg 1995 ; 61 : 665–668.

【側腹部および背部銃創】¹⁾

側腹部および背部銃創は、厚い筋群および後腹膜組織のため前腹部や胸腹部にくらべて重症な損傷となる可能性が低い。しかし後腹膜臓器損傷を理学所見やFASTで評価することが難しい。バイタルが安定している場合はCTが有用である²⁾³⁾。

- 1) Biffl WL, et al : Management guidelines for penetrating abdominal trauma. World J Surg 2015 ; 39 : 1373–1380.
- 2) Himmelman RG, et al : Triple-contrast CT scans in penetrating back and flank trauma. J Trauma 1991 ; 31 : 852–855.
- 3) Boyle EM Jr, et al : Diagnosis of injuries after stab wounds to the back and flank. J Trauma 1997 ; 42 : 260–265.

【胸腹部銃創】¹⁾

胸腹部領域は乳頭から肋骨下縁までの間の360度全域であり、胸腹部領域の銃創は、横隔膜を含め胸腔、腹腔ともに損傷し得る。循環動態が不安定な場合は胸腔腹腔のどちらから行うかは選択に迷うが²⁾、瀕死状態の時（血圧60以下）は、蘇生的開胸を行う³⁾。

胸腔もしくは腹腔のどちらから手術を行うかの選択に際し、X線撮影、FAST、胸腔ドレーンをもとに判断する。クリップなどを用いて銃創のマーキングし胸腹部X線撮影を行えば、弾道を推測することができる（経縦隔もしくは経横隔膜）。またFASTにより胸腔、心嚢、腹腔の血液貯留の有無を検索できる。胸腔ドレーンは血胸に対する治療になり得るが、挿入後初期の大量出血（>1,500 ml）や持続的な出血（>200ml/hr）は開胸術の適応である。

著明な心嚢液貯留は心損傷を示唆するため、一般的に胸骨正中切開もしくは前側方開胸を行わなければならない。

血胸または気胸を伴うすべての胸腹部銃創は横隔膜損傷を起こすと考えられ、右側は肝臓に保護されている影響のため、左側の方が損傷し得る。鈍的な横隔膜損傷は診断が比較的容易であるが、鋭的外傷はさらに困難である。

正常な胸部X線撮影のみでは横隔膜損傷は除外できず⁴⁾、CTでの検出にも限界を認める⁵⁾。近年は胸腔鏡もしくは腹腔鏡で直視下に横隔膜を観察することが提案されており、いくつもの文献によりその精度が高いことが立証され、鏡視下の修復を報告している⁴⁾⁶⁾⁻¹⁰⁾。胸腔鏡で横隔膜損傷の評価する際には残存する血胸の除去も可能となる。

- 1) Biffl WL, et al : Management guidelines for penetrating abdominal trauma. World J Surg 2015 ; 39 : 1373–1380.
- 2) Berg RJ, et al : The persistent diagnostic challenge of thoracoabdominal stab wounds. J Trauma Acute Care Surg 2014 ; 76 : 418–423.

- 3) Burlew CC, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : resuscitative thoracotomy. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : 1359–1363.
- 4) Murray JA, et al : Occult injuries to the diaphragm : prospective evaluation of laparoscopy in penetrating injuries to the left lower chest. J Am Coll Surg 1998 ; 187 : 626–630.
- 5) Shanmuganathan K, et al : Penetrating torso trauma : triple-contrast helical CT in peritoneal violation and organ injury--a prospective study in 200 patients. Radiology 2004 ; 231 : 775–784.
- 6) Demetriades D, et al : Selective nonoperative management of penetrating abdominal solid organ injuries. Ann Surg 2006 ; 244 : 620–628.
- 7) Powell BS, et al : Diagnostic laparoscopy for the evaluation of occult diaphragmatic injury following penetrating thoracoabdominal trauma. Injury 2008 ; 39 : 530–534.
- 8) Friese RS, et al : Laparoscopy is sufficient to exclude occult diaphragm injury after penetrating abdominal trauma. J Trauma 2005 ; 58 : 789–792.
- 9) Zantut LF, et al : Diagnostic and therapeutic laparoscopy for penetrating abdominal trauma : a multicenter experience. J Trauma 1997 ; 42 : 825–829 ; discussion 829–831.
- 10) Ertekin C, et al : The use of laparoscopy as a primary diagnostic and therapeutic method in penetrating wounds of lower thoracal region. Surg Laparosc Endosc 1998 ; 8 : 26–29.

【各臓器損傷】

①肝損傷¹⁾

循環動態が不安定であれば perihepatic packing を考慮するが、穿通創内からの圧迫止血法も報告されている。自作バルーンカテーテル留置に始まり²⁾、尿バルーンカテーテル³⁾やS-Bチューブを用いたバルーン圧迫方が代表である⁴⁾⁵⁾。

- 1) 日本外傷学会外傷専門診療ガイドライン編集委員会：腹部外傷治療戦略。外傷専門診療ガイドライン JETEC。第1版。日本外傷学会監修。東京：へるす出版，2014。
- 2) Poggetti RS, et al : Balloon tamponade for bilobar transfixing hepatic gunshot wounds. J Trauma 1992 ; 33 : 694–697.
- 3) Demetriades D : Balloon tamponade for bleeding control in penetrating liver injuries. J Trauma 1998 ; 44 : 538–539.
- 4) Croce MA, et al : Traumatic hepatic artery pseudoaneurysm with hemobilia. Am J Surg 1994 ; 168 : 235–238.
- 5) Ozdogan M, et al : Balloon tamponade with Sengstaken-Blakemore tube for penetrating liver injury : case report. J Trauma 2006 ; 60 : 1122–1123.

②後腹膜損傷

後腹膜は3つのZoneに分類される（Zone I ; 後腹膜正中，Zone II ; 側面，Zone III ; 骨盤内）。鈍的外傷と異なり銃創の場合，開腹時所見で血腫が存在した場合は，すべてのZoneにおいて開創を行う。

③腹腔内大腸損傷¹⁾

腹膜炎を伴わず，虚血を認めない周径50%以下である大腸損傷は，安全に primary repair 可能である²⁾⁻⁷⁾。

周径50%以上または虚血を伴う大腸損傷は4つの条件を満たす場合（循環動態安定，重大な基礎疾患がない，他の損傷が最小限 [ISS<25]，腹膜炎ではない）には，切除ののち primary anastomosis 可能である³⁾⁻⁷⁾。しかし条件を満たさない場合は，切除ののち colostomy とする。

表 II-6-1 後腹膜血腫の対処：鋭的鈍的外傷

	鋭的	鈍的
Zone 1	Explore	Explore
Zone 2	Explore	Explore if expanding
Zone 3	Explore	Not to explore

鋭的、鈍的外傷で腹部後腹膜の検索の適応が異なる。

結腸や直腸外傷に対して増設した colostomy は、肛門側の治癒を注腸造影で確認したうえで2週間以内に閉鎖する⁸⁾。早期閉鎖は技術的に手術を容易にし、手術時間の短縮と術中出血量の減少となる。しかし腸管の治癒がなされていない場合や、創感染継続、循環動態不安定な場合は行うべきではない。

- 1) Cayten CG, et al : PATIENT MANAGEMENT GUIDELINES FOR PENETRATING INTRAPERITONEAL COLON INJURIES : EAST Practice Parameter Workgroup for Penetrating Colon Injury Management. 1998.
- 2) Stone HH, et al : Management of perforating colon trauma : randomization between primary closure and exteriorization. Ann Surg 1979 ; 190 : 430-436.
- 3) Chappuis CW, et al : Management of penetrating colon injuries. A prospective randomized trial. Ann Surg 1991 ; 213 : 492-497 ; discussion 497-498.
- 4) Falcone RE, et al : Colorectal trauma : primary repair or anastomosis with intracolonic bypass vs. ostomy. Dis Colon Rectum 1992 ; 35 : 957-963.
- 5) Sasaki LS, et al : Primary repair of colon injuries : a prospective randomized study. J Trauma 1995 ; 39 : 895-901.
- 6) Gonzalez RP, et al : Holevar, Colostomy in penetrating colon injury : is it necessary?. J Trauma 1996 ; 41 : 271-275.
- 7) George SM Jr, et al : Primary repair of colon wounds. A prospective trial in nonselected patients. Ann Surg 1989 ; 209 : 728-733 ; discussion 733-734.
- 8) Velmahos GC, et al : Early closure of colostomies in trauma patients--a prospective randomized trial. Surgery 1995 ; 118 : 815-820.

④ 腹腔外直腸損傷¹⁾

腹膜外直腸損傷に対して近位部での人工肛門を薦めている。また慣習的な仙骨ドレナージおよび遠位部直腸洗浄は薦めていない。

- 1) Bosarge PL, et al : Management of penetrating extraperitoneal rectal injuries : An Eastern

【予防的抗菌薬投与】¹⁾

すべての腹部穿通性外傷患者に対して、術前に好気および嫌気ともにカバーする広域抗菌薬を単回投与する。腸管損傷を認めた場合は、24時間以内の投与を薦め、認めない場合には追加投与は必要ない。出血性ショックを認める患者に対しては、10単位の輸血ごとに2-3倍量の抗菌剤を必要とするかもしれない。

24時間をこえた投与を支持するデータはなく、open abdomenの際の使用を支持するデータもない。大腸損傷を伴った場合は、抗生剤使用期間にかかわらずSSIは高い¹⁾²⁾。

- 1) Goldberg SR, et al : Prophylactic antibiotic use in penetrating abdominal trauma : an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 (5 Suppl 4) : S321-325.
- 2) Cornwell EE 3rd, et al : Duration of antibiotic prophylaxis in high-risk patients with penetrating abdominal trauma : a prospective randomized trial. J Gastrointest Surg 1999 ; 3 : 648-653.

角山泰一朗

7. 四肢銃創

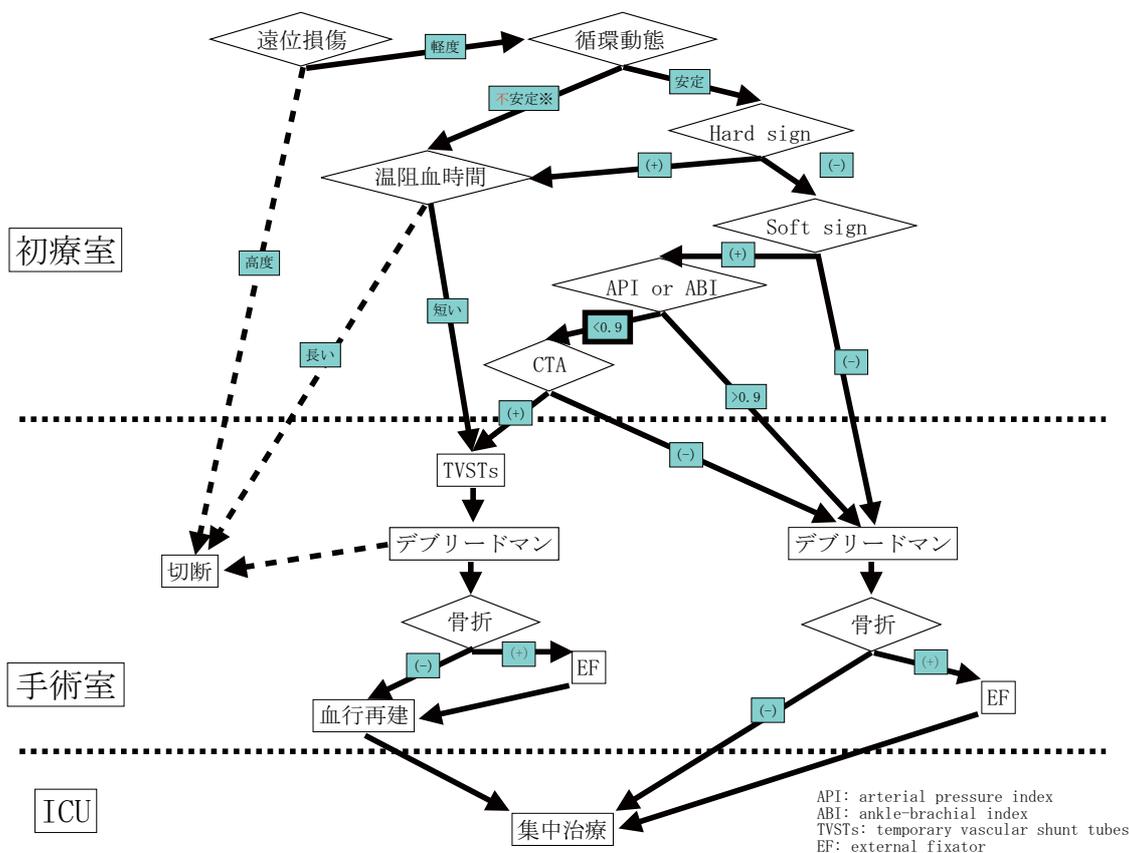


図 II-7-1 診療手順アルゴリズム

ターニケット使用の適応と解除方法

局所圧迫でも活動性出血をコントロールできない場合には出血部位の近位にターニケットを使用する¹⁾²⁾。初療室で循環動態不安定な活動性出血を伴う症例には必ず使用する（図Ⅱ-7-1 ※）。使用した場合には必ず開始時間を記載する。不十分な緊縛は出血を助長するので十分な圧で駆血する。被災現場で医師や救急隊によりターニケットを使用された場合には、相応の出血があったと考え Hard sign 陽性症例として扱う。使用したターニケットは手術室、もしくはそれに準ずる環境で損傷血管をクランプした後に解除する。

- 1) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315-S320.
- 2) Mavrogenis AF, et al : Vascular injury in orthopedic trauma. Orthopedics 2016 ; 39 : 249-259.

四肢血管損傷の身体所見

四肢血管損傷を疑う身体所見として Hard sign と Soft sign を参考とする¹⁾²⁾。

Hard sign とは、

- 動脈拍動の消失 or 減弱
- 大量の外出血
- 血腫の増大 or 拍動性の血腫
- thrill or 血管雑音
- 虚血症状の 5P（疼痛，蒼白，冷感，知覚異常，運動麻痺）

Soft sign とは、

- 現場での一時的血腫
- 血管近傍の損傷
- 血管近傍の血腫
- 血管近傍の神経損傷
- 説明のつかない低血圧

である。Hard sign が一つでも陽性であると、90% 以上の確率で血管損傷があるとされる³⁾。

- 1) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice parameter for evaluation and management of combined arterial and skeletal extremity injury from penetrating trauma. EAST 2002.
- 2) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315-S320.
- 3) Mavrogenis AF, et al : Vascular injury in orthopedic trauma. Orthopedics 2016 ; 39 : 249-259.

CTA での血管損傷所見

CTA での血管外漏出像, 血栓形成, 動脈瘤, 動静脈瘻, 内膜損傷は血管損傷と判断する¹⁾。ただし, 動脈瘤, 動静脈瘻, 内膜損傷の一部には末梢血流が保たれるものがあり, その場合には慎重な判断を要する²⁾。血行再建を行わないと判断した場合には, 経時的に arterial-pressure index (API) もしくは Anckle-Bracial index (ABI) を計測する¹⁾²⁾。血管攣縮と判断された場合には血管損傷はなしとする。

- 1) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315-S320.
- 2) Ivatury RR, et al : Penetrating extremity trauma. World J Surg 2015 ; 39 : 1389-1396.

temporary vascular shunt tubes (TVSTs) の使用基準

血管損傷のある症例には原則全例に使用する¹⁾⁻³⁾。動静脈損傷のある症例では動脈に先立ち静脈1-2本にTVSTsを使用する⁴⁾。温阻血時間が短く即座に動脈再建が行える状況であればTVSTsを省略してもよい。

- 1) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice parameter for evaluation and management of combined arterial and skeletal extremity injury from penetrating trauma. EAST 2002.
- 2) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315-S320.
- 3) Halvorson JJ, et al : Vascular injury associated with extremity trauma : Initial diagnosis and management. J Am Acad Orthop Surg 2011 ; 19 : 495-504.
- 4) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice management guideline for evaluation and management of lower extremity venous injury from penetration trauma. EAST 2002.

血行再建の手術

銃創・爆傷は汚染創であるため感染率が高い¹⁾ことから、血行再建は自家静脈移植を原則とする。手術手技を誰が行うかは、それぞれの病院の実情にそって各病院で事前に決定しておく。アルゴリズムの各手技に「救急医」「整形外科」「血管外科」などと書き込んで（もしくは丸をして選んで）用意しておくといよい。

- 1) Dougherty PJ , et al : Gunshot and wartime injuries. Rockwood and Green's Fractures in adults. 8th ed. Philadelphia PA : Wolters Kluwer Health, 2015 : 397-426.

銃創・爆傷の手術

銃創・爆傷は汚染創であり¹⁾、原則手術室で十分なデブリードマンを行う。弾丸はすべてを取り除くことを原則とするが、手術的に到達が難しい部位にあるものは摘出不能なこともある。関節内の弾丸は鉛中毒や鉛関節症の発生が危惧されるためにすべて取り除く¹⁾。骨・軟部組織のデブリードマンが十分と判断すれば骨折に対する内固定を一次的に行ってもよい。しかし、初期治療ではその判断が難しく創外固定（external fixator : EF）を用いる方が無難である²⁾。十分なデブリードマンが行われた場合には生じた組織欠損に陰圧閉鎖療法（negative pressure wound therapy : NPWT）を考慮してよい。ただし血管の直上ではNPWTを使用しない。

- 1) Dougherty PJ , et al : Gunshot and wartime injuries. Rockwood and Green's Fractures in adults. 8th ed. Philadelphia PA : Wolters Kluwer Health, 2015 : 397-426.
- 2) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice parameter for evaluation and management of combined arterial and skeletal extremity injury from penetrating trauma. EAST 2002.

術後管理

銃創・爆傷は高エネルギー外傷であり、コンパートメント症候群などの発生などに注意しながら術後ICU管理を行うことが望ましい¹⁾²⁾。

- 1) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice parameter for evaluation and management of combined arterial and skeletal extremity injury from penetrating trauma. EAST 2002.

- 2) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315 – S320.

黒住 健人

第Ⅲ章 爆傷患者に対する初期診療の重要事項

本章は、CDC が発行している essential fact ならびに fact sheet を主に訳したものとなっている¹⁾²⁾。一部、改編したものも含まれている。また、他章と異なり、爆傷症例のマネージメントに対して開示されたガイドラインがないため、本章では診療手順アルゴリズムを示さない。

- 1) The Centers for Disease Control and Prevention. Blast Injuries : Fact Sheets for Professionals. http://www.calhospitalprepare.org/sites/main/files/file-attachments/blast_fact_sheet_professionals-a.pdf (Accessed April. 5. 2018)
- 2) American College of Emergency Physicians. Bombings : Injury Patterns and Care. Blast Injuries : Fact Sheets for Professionals by Centers for Disease Control & Prevention. <https://www.acep.org/blastinjury/#sm.00001h1kg19nydrytc81v5u8a2qz2> (Accessed April. 5. 2018)

1. 損傷形態

爆傷は1-4次(5次)損傷を伴う可能性のあるユニークな損傷形態である。臓器別損傷は表Ⅲ-1に概説する。また、特殊な損傷の詳細は後述する。



図Ⅲ-1 爆傷のメカニズム

爆傷形態 (図Ⅲ-1)

- 1次 衝撃波による爆傷肺、鼓膜損傷、腸管破裂、腹腔内出血、眼球破裂、脳震盪
- 2次 飛来する異物による穿通性外傷、眼球内異物
- 3次 爆風によって飛ばされて生じる鈍的外傷、その際鋭利な物に刺されれば鋭的外傷
四肢断 (形態によっては1次に分類されることがあり)
建物崩壊の下敷きによる鈍的外傷やクラッシュ症候群 (CDCでは4次)
- 4次 爆風の成分による損傷: 熱傷、中毒、放射線被曝、肺障害
- (5次)基礎疾患の悪化、精神障害

2. 主な疫学

爆傷により生存した症例の大多数の損傷形態は、飛来異物による穿通性外傷と爆風による鈍的外傷であ

る。爆傷により当初生存していた症例の主な死亡原因は爆傷肺、ついで消化器損傷によるものである。閉鎖空間での爆発、高エネルギー、建物崩壊を伴っている場合は重症例が増加する。

生存者の10%程度は眼球異物による損傷の可能性がある、眼科診察を考慮。鼓膜損傷は以前ほど肺損傷が合併しやすいと考えられなくなってきている。

3. 病院受け入れ時

1次損傷は閉鎖空間で生じた爆傷で生じやすいため、爆発の形態のほか、爆発地からの被災した場所までの距離、中毒（化学剤）や放射線の情報、周囲の安全性、爆発場所と警察、消防、行政機関との位置関係、自院の安全性（場合により警護を依頼）などの情報を信頼筋から取得が必要となる。

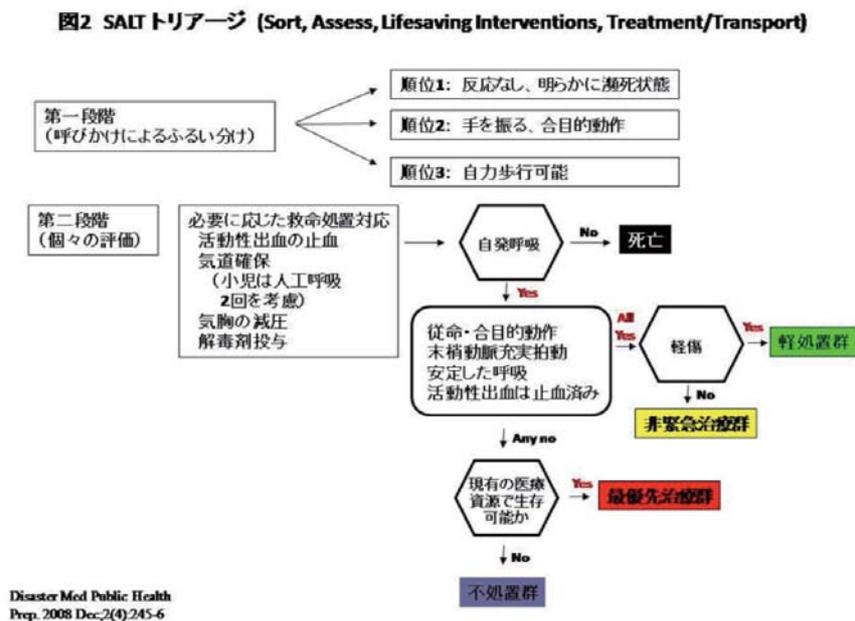
最初の1時間に爆傷により生存した症例中、半数から3/4を占める軽症爆傷被災者が医療機関を自ら訪れ、その後、重症例が搬送されてくる（“upside-down” triage）。したがって、受け入れ医療機関は最初にトリアージに余力を残しておく必要がある。

トリアージの際は、SALT（Sort, Assess, Lifesaving Interventions, Treatment / Transport）トリアージを参照とする（図Ⅲ-2）（エキスパートオピニオン）。

オーバートリアージの容認は死亡率の上昇につながるため注意が必要である。

すべての爆傷は中毒や放射線被爆の可能性がある。

標準的感染予防策は救援者の二次的放射線汚染予防にも有用である。



図Ⅲ-2 SALT トリアージ¹⁾

(Disaster Med Public Health Prep 2008 ; 2 : 245-246. を改変)

1) No authors. SALT mass casualty triage : concept endorsed by the American College of Emergency Physicians, American College of Surgeons Committee on Trauma, American Trauma Society, National Association of EMS Physicians, National Disaster Life Support Education Consortium, and State and Territorial Injury Prevention Directors Association. Disaster Med Public Health Prep 2008 ; 2 : 245-246.

4. 爆傷に特異的な注意点

- 1次-4次の機序を念頭においた患者診療が必要となる。特に、放射線や化学剤による医療従事者の二次汚染に留意する必要がある。初期診療時には内部被爆を防止するため防塵・N95マスク着用による傷病者の放射線スクリーニングを行うことが望ましい（エキスパートオピニオン）。
- 病院前は現場での安全は完全には確保できないため（2次爆発、放射線や化学剤による汚染、建築物崩壊の可能性）、患者の早期の現場離脱が必要である。そのため現場救護所でトリアージするのではなく、直近の病院を救護所代わりに使用する（エキスパートオピニオン）。
- Secondary survey では、眼球損傷（破裂時は眼球内容物流出するため開眼させない）、鼓膜の評価をしっかりと行う。
- 小挫創でも穿通性損傷、異物残存を考慮した評価が必要となる（木材の可能性もあり、CTが推奨されている）。
- 小挫創でも他人の人骨や汚染物質などによる穿通性損傷の可能性があり、破傷風、肝炎、HIV予防の治療を考慮する。
- 衝撃波に伴う遅発性の肺損傷（血気胸、肺水腫、空気塞栓など）、消化管損傷があり、疑わしきは4-6時間の経過観察、48時間は患者・家族に対しての注意喚起が必要となる。また、さらに晩期では精神・神経学的後遺症が注目されている。

表Ⅲ-1 臓器別損傷形態

聴覚器	鼓膜損傷，耳小骨損傷
視覚器	眼球破裂，異物，空気塞栓
呼吸器	爆傷肺，血気胸，肺挫傷，肺動静脈瘻，空気塞栓，誤嚥性肺炎，敗血症， 上下気道粘膜損傷
消化器	消化管破裂，実質臓器損傷，腸間膜虚血（空気塞栓）
循環器	心筋挫傷，心筋梗塞（空気塞栓），迷走神経反射，循環不全 末梢動脈塞栓（空気塞栓）
中枢神経	脳震盪，閉鎖性もしくは開放性脳損傷，脳卒中・脊髄梗塞（空気塞栓）
腎不全	鈍的腎損傷，横紋筋融解症，ショックや脱水に伴う腎不全
四肢	轢断，骨折，クラッシュ症候群，コンパートメント症候群，熱傷， 穿通性損傷，末梢動脈塞栓症（空気塞栓）

柳川 洋一

第IV章 爆傷各論

1. 爆傷肺

【背景】

- 爆傷肺は衝撃波により無呼吸，徐脈，低血圧の3徴をている。
- 爆傷現場および当初生存した症例の第一の死亡原因となる。

【臨床症候】

呼吸困難，咯血，咳，胸痛。臨床症状として，呼吸困難，低酸素血症が胸部打撲を受けなくても生じ得る。

徴候：頻呼吸，低酸素血症，チアノーゼ，無呼吸，喘鳴，呼吸音低下，循環不全，気管支痙，空気塞栓，血気胸を合併し得る。

【診断】

胸部X線撮影：バタフライシャドウ，動脈血液ガス分析，超音波検査，CTにて診断する。

【治療】

- ▶ 上記の検査は，蘇生行為を実施しながらの施行となる。また，閉鎖空間での受傷，火災の曝露，長時間下敷き，化学剤や生物剤への曝露はさらなる検査が必要となる。
- ▶ 多数傷病者が発生した場合，上記の診断手段は用いることができなくなることがある。
- ▶ 肺挫傷の治療と同様，輸液は少なすぎず，多すぎずが望ましい。
- ▶ 高濃度酸素投与，必要に応じてバック換気，気管挿管を行う。
- ▶ 気道閉塞症状，肺水腫，多量の咯血はただちに気管挿管を行う。
- ▶ 多量の咯血患者や胸腔ドレーンからの大量のエアリークは分離肺換気を考慮する。
- ▶ 多量の血気胸はすみやかに胸腔ドレーン留置を行う。
- ▶ 換気不全の症例にはすみやかに気管挿管が必要である。
- ▶ 陽圧換気では緊張性気胸や空気塞栓症状に注意する。
- ▶ 空気塞栓症に対しては高濃度酸素投与，腹臥位，左側臥位などの体位管理とともに高気圧酸素治療を考慮する。

【継続対応】

- 明確な外来フォロー，入退院基準がない。
- 爆傷に暴露された患者は繰り返しの評価が必要。
- 爆傷肺罹患者はICU管理が望ましい。
- いかなる患者の主訴も爆傷肺との関連を考慮して管理する。
- 退院の是非は爆傷肺よりも合併した他の臓器損傷に依存することが多い。
- 胸部X線撮影，動脈血液ガス分析結果が正常で主訴が何もない症例は4-6時間の経過観察の後，外来フォローも考慮する。
- 生存者の1年後は主訴もなく，胸部X線撮影所見，呼吸機能も正常であったとの報告がある。



2. 爆傷による消化器障害

【背景】

- 爆傷から当初生存した症例の死亡原因となる。
- 消化器障害の発生頻度は患者の背景，暴露した爆発の程度によってまったく異なる。
- 閉鎖空間，水中爆発での暴露では消化器合併の頻度が上昇する。
- 小児では消化器合併の頻度が上昇する。

【臨床症候】

- ガスを含む消化管（特に大腸）が障害されやすい。
- 消化管穿孔，粘膜障害，腸間膜損傷，実質臓器損傷，精巣破裂が生じ得る。
- 腹痛，悪心，吐血，下血，陰嚢痛，裏急後重（しぶり腹），原因不明なショックでは爆傷に伴う消化器障害を考慮する。
- 当初は無症状でも後に急性腹症や敗血症の原因となり得る。
- 腹痛，反跳痛，筋性防御，腸雑音消失，悪心，嘔吐，発熱，脱水，貧血，ショック症状を呈し得る。
- 腹部症状を呈する受傷機転では，2次，3次受傷機転による穿通性もしくは鈍的外傷が多いが，1次損傷による障害や空気塞栓による症状も発生し得る。
- 水中爆発は空間よりも3倍程度，消化器が障害されやすい。
- 小児は消化器障害が生じやすい（腹壁が薄い，肝臓，脾臓比率が高い）。
- 消化管のなかで大腸障害が多い（穿孔，出血）。

【診断】

穿通性や鈍的腹部外傷に準ずる。繰り返しの評価が必要。

放射線学的検索の要点：free air，イレウス，腹腔内出血，実質臓器損傷，膿瘍形成の有無

【治療】

- ▶ ABC management
- ▶ 絶飲食にて管理する。
- ▶ 救急外来では異物除去を行わない。
- ▶ 抗菌薬と破傷風トキソイド投与する。
- ▶ 評価の繰り返し（診察と検査）：X線撮影，CT，超音波

【継続対応】

腹部傷害が疑わしい症例では繰り返しの評価が必要である。

3. 爆傷による四肢損傷

【背景】

爆傷で当初生存した症例のなかで筋骨格系の損傷の頻度は最も高い合併損傷である。

このうち，四肢離断は爆傷被害者の1-3%の比率である。

【臨床症候】

- 四肢離断は死亡を示唆する臨床マーカーである。
- 離断は関節部分より骨の骨幹部で生じやすい。
- 離断は1次の衝撃波と3次の爆風による混成の外力によって生じる。
- また，2次損傷による穿通性外傷（爆発物の破片，爆発物のなかに意図的に混入された釘，ネジ，爆発された構造物に含まれたガラス片）も生じる。
- また創部は人骨などの生物片が迷入していることもある。
- 突起物の存在が四肢損傷の原因となり得る。
- 小さな創でもなんらかの穿通異物，感染源となり得るため，しっかりとしたデブリードマンが必要である。

- 3次, 4次損傷の四肢損傷は通常の外傷に似る.
- 建物崩壊はクラッシュやコンパートメント症候群を合併し得る.

【診断】

- 各四肢に関して筋肉, 骨, 神経, 血管の評価が必要である.
- 身体診察による血管損傷の評価は一般的な外傷に比較し不十分なことが多い.
- どのようなプロトコールによる四肢の血管損傷の評価がよいかはこれからの課題である.
- すべての創部はサイズ, 骨との関係, 汚染の程度を評価し, 写真による記録が望ましい.
- 四肢の創に対して異物の存在と骨折の評価のための放射線学的評価が行われるべきである.
- 下肢損傷における足底部の感覚消失は切断の指標にはならない. 足底部感覚消失の50%は後に感覚が回復している.
- 切断四肢重症度スコアリングのシステム¹⁾は切断の正確な判断には適さない²⁾.

参考表 Mangled extremity severity score¹⁾

	点数
A. 骨・軟部組織損傷	
低エネルギー (刺傷, 単純骨折, 銃創)	1
中等度エネルギー (開放骨折または多発骨折, 脱臼)	2
高エネルギー (近距離からのショットガンまたは軍用銃による銃創, 挫滅創)	3
超高エネルギー (加えて汚染が強く軟部組織の引き抜きを伴う)	4
B. 四肢の虚血	
動脈拍動が減弱または消失しているが還流は正常	1
動脈拍動消失; 知覚異常, capillary refill の減弱	2
冷感, 麻痺, 知覚脱失, しびれ (虚血時間が6時間を超える場合には2を乗じた点数)	3
C. ショック	
収縮期血圧が常時>90mmHg	0
一過性の血圧低下	1
持続性の血圧低下	2
D. 年齢	
<30歳	0
30~50歳	1
>50歳	2

- 1) Johansen K, et al : Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. J Trauma 1990 ; 30 : 568-573.
- 2) Johansen K, et al : MESS (Mangled Extremity Severity Score) 25 years on : Time for a reboot? J Trauma Acute Care Surg 2015 ; 79 : 495-496.

【初期対応】

- ▶ 小さな創もしっかりとしたデブリードマンする.
- ▶ すべての開放骨折は汚染されていると考え, 抗菌薬を投与する.
- ▶ 汚染されている創部は, 大量の生理食塩水などを用いて洗浄する.
- ▶ 破傷風トキソイドを投与する.
- ▶ 骨折はなんらかの方法で固定をして, 除痛を図る.

【外科的治療】

- ▶ 初期のデブリードマンや骨折部の固定は手術室で行われるべきである.

- ▶創部は状況において創部を拡大して壊死組織の除去などの十分なデブリードマンを行う。
- ▶デブリードマンの後、水による還流を用いてもよい。
- ▶骨折部の治療はまずは創外固定で対応し、ついで内固定を考慮する。
- ▶血管損傷の治療には人工血管を用いず、静脈の移植で対応する。
- ▶軟部組織の管理は抗菌薬含有ポーチ（セメントビーズ）や持続吸引療法を考慮する。
- ▶急性期の創部の培養は治療指針に役立たないことが多い。
- ▶創部のデブリードマン、洗浄は完全に壊死組織除去の判断ができるまで24-72時間ごとに複数回行う。
- ▶小さい異物に関するマネージメントに関する報告はわずかであり、汚染がはっきりしない場合、そのまま経過をみることもある。
- ▶手術前や術中に四肢の viability や feasibility を考慮して、四肢温存を図るか切断するかを判断する。

4. 爆傷による視覚器損傷

【背景】

- 視覚器損傷は爆傷の最大28%まで合併し得る。
- 眼窩、瞼板、強膜は衝撃波から眼球破裂をきたすことを予防する。
- 一例報告で衝撃波からの眼球破裂をきたした報告がある。
- 眼球破裂にいたらなくても、眼球の構造物の一部破綻が生じることもある。
- 飛来物質による2次損傷が特に保護されていない頭部や眼球にとっての脅威となる。
- この飛来物質により、角膜、強膜の損傷や眼球破裂、眼球異物の原因となる。
- 飛来物質の代表的なものはガラス片、その他、コンクリート、金属、木片など建築物の崩壊が生じると構成成分が飛来物質となり、眼球損傷を生じる。
- 開放空間での爆破では、爆弾の破片や、土壌、植物などの有機物質が飛来物質となり得る。
- 特に殺傷目的で意図的に作られた爆弾の爆発だと眼球損傷が生じやすくなる。
- 角膜びらん、眼球異物、眼球損傷、眼窩骨折などが両側眼球障害として生じ得る。

【臨床症候】

- ・目の違和感、異物感、眼球からの出血、腫脹、強い疼痛、失明まで多彩な目の症状が生じ得る。
- ・視力障害がなくても重篤な眼球損傷が生じ得るので注意が必要である。
- ・軽症だと角膜びらん、結膜炎、眼球表面の異物
- ・重症だと角膜、強膜、眼球の穿通や異物、眼球破裂（視覚器損傷の20%-50%を占める）
- ・眼瞼損傷は視覚器損傷の20%-60%を占める。
- ・重篤な損傷形態としては、前房出血、白内障、硝子体出血、網膜剥離、脈絡膜損傷、視神経損傷が生じ得る。

【診断】

- ・すべての目の損傷は眼球破裂の可能性を考えて対応する。
- ・眼球破裂や異物は症状が当初軽いこともある。
- ・眼球破裂の所見として結膜下出血、虹彩変形、眼球表面の色素沈着、ゼリー状物質の漏出、浅前房や深前房がある。
- ・眼球異物は小さくて検出するのが困難な場合がある。
- ・視力の評価を可能な限り行う。光覚、手動弁、指数弁など。
- ・CTは眼球異物の評価に有用なことがある。
- ・一方、MRIは金属片の可能性がある場合は、禁忌である。
- ・木製、プラスチック、有機物であればMRIも有用なことはある。

【初期対応】

- ▶眼球評価のために眼球腫脹がある場合、無理に眼瞼を開けることは決して行ってはならない。無理に行うと眼球破裂がある場合、悪化するからである。

- ▶眼球損傷が疑われる場合、眼球に直接包帯を巻いてはいけない。
- ▶プラスチック、金属や清潔な発砲スチロールコップなどを用いて眼球を保護する。
- ▶穿通異物がみえても簡単に抜いてはならない。かえって眼球損傷を悪化させる可能性があるからである。
- ▶破傷風トキソイドは必要な場合投与する。眼球破裂が疑われたら、抗菌薬の点眼薬を投与する。
- ▶制吐剤を必要な場合投与する。

【継続対応】

- 爆傷損傷の被害者には眼球損傷がないか強く疑って診察すること。
- なるべく眼科医の診察を早期に受けさせること。
- 患者の初期評価と眼球保護が終わればすみやかに眼科医の診察を受けさせるのが最終目的となる。

外傷による出血や外的圧迫から眼窩内圧が急激に上昇し、眼窩内の灌流障害や血行障害をきたし、その結果、急性の球結膜浮腫や結膜充血、疼痛や外眼筋麻痺、網膜中心動脈閉塞、高眼圧などをきたす。この病態を虚血性眼窩コンパートメント症候群 (ischemic orbital compartment syndrome:以下, IOCS) という。眼圧下降治療、ステロイド治療に加えて、緊急に眼窩内圧を下げる外眼角切開や骨切減圧術が推奨されている (エキスパートオピニオン)。

- 1) 神田愛子, ほか: 腹臥位での全身麻酔下脊椎手術後の虚血性眼窩コンパートメント症候群の1例. 臨床眼科 2011; 65: 557-562.
- 2) Cho RI, et al: Concomitant cranial and ocular combat injuries during Operation Iraqi Freedom. J Trauma 2009; 67: 516-520.

5. 爆傷による聴覚器損傷

【背景】

爆発の衝撃波による損傷では鼓膜損傷が典型的である。しかし、以前の報告と異なり、鼓膜損傷の存在は、衝撃波による他の損傷の存在の指標とはなりえないとされている。衝撃波により鼓膜のほか、内耳も障害を受けやすい。症状としては、耳鳴り、耳痛、聴覚障害、眩暈である。まずは生命にかかわる障害の評価が優先されるため、聴覚器損傷は見逃されがちであるが、簡単なスクリーニングにより、後遺症としての聴覚器の問題を減少させることが可能である。

【臨床症候】

- 外耳: 飛来物質による損傷 (2次)、耳軟骨損傷も生じ得る。
- 鼓膜: 衝撃波による損傷を受けやすい。衝撃波により鼓膜は緊張して内側に圧出される。
- 鼓膜出血から破裂までさまざまな形態をていする。一側性、両側性とさまざまである。
- 鼓膜破裂も線状、小孔、複雑型とさまざまである。
- 中耳: 耳小骨骨折や脱臼が生じる。特に衝撃波が強い場合である。
- 真珠腫の発生により中耳や側頭骨の重要構造物が破壊されることもある。
- 聴覚障害としては、鼓膜、耳小骨障害、前庭障害、聴覚神経障害、髄膜炎や脳膿瘍による中枢神経障害により、伝音、感音障害ともに生じ得る。髄膜炎や脳膿瘍は致命的なこともある。
- 内耳: 衝撃波により内耳障害も生じ得る。数日から数週間に及ぶ一過性聴覚障害の症状をていすることもある。

【初期対応】

生命にかかわる損傷の評価と治療を優先する。その後必ず、聴覚と鼓膜の評価を、耳鏡を用いて行う。鼓膜損傷の存在は他の爆傷の衝撃波による臓器障害の存在を示唆する指標にはならない。

【治療】

- ▶外耳道の異物は除去し、清潔に保つ。軟骨が露出している場合は、洗浄後閉鎖する。もし耳介が消失

していたら、耳軟骨は周辺組織に埋め込むこと。鼓膜破裂の治療：保存的に行う。まずは清潔を保ち、凝血塊があれば、丁寧に取り除くことである。また、専門家に紹介する。鼓膜や中耳に損傷があれば、清潔にした後、抗菌薬を点耳する。

- ▶中耳と内耳の治療については、専門家へのコンサルトは、緊急性はないが必須である。
- ▶爆傷被害者は必ず聴覚の評価を行うこと。患者が気づいていないときもあるからである。

【継続対応】

- 単純な鼓膜損傷のたいていは3ヵ月以内に自然治癒するが、複雑な鼓膜破裂は、外科的な治療が必要なことがある。鼓膜形成術は自然治癒しなかった場合に行う。
- 鼓膜破裂は特に損傷が大きく、自然治癒しない場合に、真珠腫の発生率を高める。その場合、最低2年間のフォローが必要である。

6. 爆傷に伴うクラッシュ症候群

【背景】

- 爆発に伴う建築物崩壊により下敷きになることでクラッシュ症候群が発生し得る。
- 原因の箇所の頻度は下肢（74%）、上肢（10%）、体幹（9%）の順となる。クラッシュ症候群は局所症状とともに全身状態の合併症を伴ったものである。横紋筋障害とこれに伴う炎症反応の続発、Kを中心とした電解質異常である。
- クラッシュ症候群は局所の悪化、臓器不全、代謝異常（アシドーシス、高K血症、低Ca血症）を引き起こす。
- 地震被害では2-15%の発生頻度で、そのうちの約50%が急性腎不全を合併し、半数以上が筋膜切開を要する。さらに急性腎不全患者の50%が透析を要する。

【臨床症候】

- 下敷き状態からの解放により、虚血再灌流障害が生じて、循環不全、急性腎不全、代謝障害が生じる。これにより急死することがある。
- 循環不全：大量輸液が必要となる。
- 症例によっては最初の48時間で総輸液量は12Lを超えることがある。
- 3rd spaceに体液がシフトすることにより、組織内圧が上昇して、コンパートメント症候群が発生し得る。
- また、ショック状態が急性腎不全の一因となる。
- 急性腎不全：横紋筋融解により、ミオグロビン、K、リン、クレアチニンが血中に放出される。これらにより腎不全や電解質異常が惹起される。
- 代謝異常：カルシウムは細胞内に取り込まれ、低Ca血症の原因となる。そのほか、高K血症、乳酸上昇による代謝性アシドーシスが生じる。
- 高K血症と低カルシウム血症の併存が致死的な不整脈の誘発にかかわる。さらに代謝性アシドーシスがそれを悪化させる。
- コンパートメント症候群が合併すると、さらに組織の虚血が進行し、病態悪化に関与する。

【治療】

- ▶病院前：4時間以上の下敷きから解放される前に輸液を行う。しかし、1時間の下敷きでもクラッシュ症候群は発生し得る。もし輸液ができない場合、罹患肢のターニケットの着用を考慮する。
- ▶病院内：ショックに対して1.5L/時までの輸液を行う。
- ▶腎不全：輸液を行う。マンニトール投与を考慮する。尿量は300ml/時間を確保するように努める。
- ▶血液浄化法の早期の導入を検討する。
- ▶代謝性アシドーシス：重炭酸を用いて尿のpHが6.5以上になるようにコントロールする。これはミオグロビンと尿酸の腎への沈着を防ぐためでもある。
- ▶高K血症、低Ca血症は、10%グルコン酸Caを10ml ivもしくは10%CaCl₂ 10ml iv、重炭酸 1

meq/kg ゆっくり投与; regular インスリン 5-10 U + 50%ブドウ糖 1-2 アンプル iv, ソルビトールを添加したケイキサレート 25-50g 経口もしくは経腸投与を考慮する。心室性不整脈は心電図のモニターが必要で、心停止に適切に対応する。

- ▶コンパートメント症候群：区画圧の測定を可能であれば行う。
- ▶必要に応じて筋膜切開による減張を考慮。その際は、創部は解放として、抗菌薬、破傷風トキソイドを投与する。
- ▶患肢は冷却し 5 P's: pain, pallor, paresthesia, pain with passive movement, pulselessness を評価する。
- ▶下敷き患者は健康そうにみえてもフォローする。
- ▶初期輸液の開始が 12 時間以上遅れると、急性腎不全の発生率が増加する。

【継続対応】

- 急性腎不全の腎代替療法は 60 日に及ぶことがある。
- 敗血症を合併しなければ、腎機能は正常化することが多い。

7. 爆傷に伴う熱傷

【背景】

- 熱傷は 4 次損傷に分類される。
- 爆発に伴う火球が体の露出部分（顔、首、手など）に火炎熱傷を生じ得る。
- 閉鎖空間での爆傷の場合、気道熱傷の危険性が高まる。
- 爆傷肺と熱傷の合併症例では輸液療法が対立するため、治療指針がむずかしくなる。

【臨床症候】

- 多くの爆傷患者の熱傷面積は 20% 未満であるが、ほかの爆傷合併症が発生しやすい。
- 気道熱傷の発生率は、閉鎖空間で発生した爆傷で初期に生存した症例の 18% 程度に生じる。

【病院前救護】

- ▶煙の立ち込める場所から避難させ、燃えている衣服は除去する。
- ▶熱傷部位はすみやかに洗浄もしくは冷却する。
- ▶しかし、低体温や凍ったものを当てるのは避ける。
- ▶二次汚染を防ぐために簡単に被覆する。

【初期治療】

- ▶酸素投与、熱傷部の洗浄
- ▶閉鎖空間での受傷は気道熱傷を疑う。鼻腔、口腔内のすす、痰にすすが混在の場合も気道熱傷を疑う。
- ▶一酸化炭素中毒、シアンレベルに注意する。
- ▶気道の問題がある場合、すみやかに挿管する。喉頭浮腫に伴う窒息症状は致死的である。
- ▶気道系に関して、洗浄などの介入が必要な場合は入院させる。
- ▶爆傷肺に罹患している患者への人工呼吸器管理は、緊張性気胸や空気塞栓の危険性を増加させる。
- ▶気道熱傷の患者は上記の危険性をさらに高める。
- ▶輸液療法は 15% 以上の II 度以上の熱傷に必要となる。
- ▶尿量が確保できるように輸液を行う。
- ▶不十分な輸液量は死亡率を高める。
- ▶重症熱傷に対して受傷後 4 時間以降での輸液療法の開始は、100% 近い死亡率となる。
- ▶乳酸加リンゲル輸液 $4\text{cc} \times \text{体重}(\text{kg}) \times \% \text{TBSA} / 24 \text{時間}$
- ▶8 時間に上記の半分量を輸液する。
- ▶熱傷治療を行っている患者では爆傷肺の合併に留意する。
- ▶疼痛コントロール：麻薬の投与

- ▶多数傷病者の場合、医療資源を鑑みて治療を行う。
- ▶破傷風トキソイドの投与
- ▶III度熱傷には減張切開や escharotomy が必要となる。

【継続対応】

- 気道熱傷は ICU 滞在期間と死亡率に関与する。
- 30% < TBSA は死亡率と関連する。
- TBSA 面積、気道熱傷、年齢は死亡率に関係する。
- 熱傷面積にかかわらず、爆傷肺は全例入院加療が必要である。

8. 放射線被害

【背景】

- 放射線拡散装置 (Radiological Dispersal Devices (RDDs)) や dirty bombs は通常の爆弾に放射線物質が混在したものである。
- それらの威力は強力で複数の市をこえた範囲で拡散可能である。
- 爆心地近辺に位置する人々は放射線被害より衝撃波で死亡し得る。
- RDDs は放射線で人を殺傷しようとするよりパニックや脅威などの心理的な影響を与えることに主眼が置かれている。
- RDDs の爆弾は通常の爆弾と特に変わりがないので、まずは爆傷の治療に追われ、放射線被爆に後に気づくことが多い。
- 放射線検知器によるチェックが唯一の RDDs の判断となる。
- もし放射線物質が使用されていた場合、被害は放射線への暴露と汚染状態をチェックする必要がある。
- 放射線量が高い場合、被爆した症例は放射線障害症状をていすることがあるが、被爆者自身が放射線を発するようになることは通常ない。
- 放射線物質による外部汚染は、衣服、皮膚、髪などに付着する。内部汚染は放射線物質の吸入、嚥下、創部への迷入により生じ得る。
- 汚染された患者は可能な限り放射線障害が生じる前に、早く除染を行う。汚染された患者により医療従事者に健康被害が生じないように注意しなければならない。

【トリアージと医療従事者保護】

- 放射線汚染者専用のトリアージエリアを病院の災害プランに盛り込まないといけない。
- 医療従事者用のガウンと汚染された衣服の着替えの用意をしておく必要がある。
- 汚染エリアと非汚染区域の間に緩衝地帯も必要となる。
- 衣服などは全部脱いで汚染エリアに留めておく。
- 脱衣後、被害者をもう一度、汚染エリア出口近辺で放射線量をチェックする。
- 医療従事者は生物汚染と同様なプロテクションを行い、マスクは正確に装着されているか、できれば N95 マスクの装着が望ましい。
- 頻繁に手指や衣類の放射線量を調べる。

【負傷者の汚染除去】

- 患者の放射線チェックは一定の方法で熟練者が行うことが望ましい。
- 大量の放射線物質付着の場合や、体に放射線物質が埋没している場合があり、注意する必要がある。
- 埋没している場合、撮子で除去可能なら除去して、鉛保管箱内で管理する。
- 放射線量の値と場所は記録にとどめる。
- 衣服は必要に応じて切除し、顔から足側に向けて放射線物質を丸め込む。
- 放射線に汚染された衣服などは 2 重の袋で包み、ラベルでその旨を表示する。
- 患者の放射線量を定期的に測定し、記録する。

- 体表面は水で優しく洗い流す。まずは非汚染場所からついで汚染場所へ。
- 顔が汚染されている場合、眼球、鼻、耳、口腔内も洗浄する。
- 洗浄後再度放射線量を測定する。外界の2倍の程度まで低下するか、洗浄後も変わらなくなるまで洗浄を繰り返す。
- 創部は防水仕立てで被覆する。
- 多数傷病者が汚染されている場合、立位除染と臥位除染の複数を準備する。

【診断と治療】

- ▶ 血算を測定し、リンパ球数をチェックする。
- ▶ 脱水や電解質異常が生じないかチェックする。
- ▶ 感染源対策には必要に応じて抗菌薬を投与する。
- ▶ 白血球減少症の場合、granulocyte colony stimulating factor の使用を考慮する。
- ▶ 早期（48時間以内）に必要な外科的対応ができない場合、骨髄抑制が改善したのち、必要な手術を行う。

【放射線障害】

- 急性放射線症候群（acute radiation syndrome：ARS）は高線量の放射線に暴露した場合に生じる。dirty bomb は一般的には低線量である。急性放射線症候群は放射線量によりすみやかに症状が出現することもあれば、遅発性の場合もある。
- 悪心、嘔吐は典型例であるが、暴露から症状出現までが線量の推測に役立つ。
- 悪心、嘔吐は暴露後数分から数日の経過で起きることがある。早期の症状出現は診断と線量の推測に役立つ。
- 早期の嘔吐はその後、骨髄抑制、消化管粘膜障害、循環不全、意識障害が続発する可能性がある。
- 症例によっては無症状の場合もある。
- 皮膚の放射線障害は、痒み、チクチク感、紅斑、浮腫が数時間、数日、さらに遅れて（数ヵ月後）出現することも多い。
- 遅発性の出現は熱傷と異なる鑑別点である。
- 局所症状に合わせて診療し、感染をコントロールする。
- 除染処置を行っても、高線量が検知される場合、内部汚染を考えないといけない。
- 通常は内部汚染だけで早期に症状は出現しない。顔や口の汚染があった場合、内部汚染の可能性を考慮する。
- 線量評価は尿、血液、便も対象になることがある。
- 内部汚染の場合、体外除去剤としての Prussian Blue, Diethylenetriaminepentaacetic acid (DTPA), Bicarbonate の投与が推奨されている。
- 嚥下による汚染は胃洗浄、下剤、制酸剤が消化管除染に役立つ。

【精神的な問題】

- 都市部では多くの方が精神的サポートを求めて医療機関を訪れる。その目的はスクリーニング、除染、単に安心したいためである。
- 精神的な問題だけで悪心、嘔吐が生じ得る。
- 放射線による嘔吐、嘔気は頻繁で繰り返し生じるが、精神的な問題で生じる場合は、心理的要因がきっかけとなる。
- 現場に赴く医療機関にはメンタル対応のチームも必要である。

9. 爆傷と小児

【背景】

- 多くの医療従事者は爆傷に罹患した小児の治療経験がない。
- 成人と小児の爆傷形態の違いがある。

【臨床症候】

①中枢神経損傷

- ・意識消失がなくても中枢神経障害が生じ得る。
- ・爆傷に曝され、意識障害がなくても、行動異常（嗜眠傾向、イライラしているなど）、繰り返す嘔吐、痙攣、一過性の意識消失、髄液漏を示す小児は病院での診療を受けさせる必要がある。
- ・頭部は身体に比し大きく、頸椎は未熟のため、高位頸髄損傷をきたしやすい。SCIWORAが生じやすい。

②胸部損傷

- ・爆傷肺は死亡原因になり得る。気管の長さが短く、径が小さいため、容易に衝撃波による影響を受け、気管攣縮や窒息を生じやすい。挿管が困難であり、容易に自己抜管されてしまう。胸壁は柔軟性があり、胸壁損傷が生じなくても肺損傷は生じ得る。
- ・縦隔は偏移が容易で、呼吸や循環への影響が出づらく、循環不全や低酸素血症があれば、必ず緊張性気胸を疑う必要がある。
- ・外傷性窒息が生じやすい。喉頭が閉鎖された状態で胸部や腹部圧迫が起こった際に生じる。眼瞼結膜の充血、痙攣、見当識障害、上半身を中心とした点状皮下出血、呼吸不全である。

③腹部損傷

- ・腹部損傷が生じやすい。腹壁が薄く、胸郭に守られている臓器部分が少なく、肝臓や脾臓は相対的に成人よりも大きいからである。

④四肢損傷

- ・骨皮質の損傷なく、骨が曲がる塑性変形（plastic deformity）
- ・骨皮質の骨折のみ（膨隆（torus）骨折や若木（greenstick）骨折）
- ・骨端線損傷（小児骨折の18%程度）
- ・前腕骨折は通常落下の際に生じる。

【初期治療】

- ▶頭部外傷では頸髄損傷の合併を疑う。
- ▶繰り返しの身体評価が必要である。小児は最初は協力的でないからである。
- ▶小児は循環系の許容量が大きく、循環血液量の25%が生じないと血圧低下がみられない。
- ▶輸液が必要な場合、生理食塩水や乳酸加リンゲルで20-30 ml/kg投与を最初に行う。
- ▶温度管理は成人以上に気を使う必要がある。放射熱、対流熱、蒸発熱を奪われ、体温が低下しやすいからである。
- ▶小児を除染する場合は、不安を与えないように両親の前でできるだけ行う。
- ▶重症外傷のイベントでは小児のメンタルケアを考慮する。

10. メンタルヘルス

【背景】

- テロの爆傷は国際的にあえて殺傷能力、恐怖、苦悩、混乱を起こそうと意図されている。自然災害と比較し、テロの爆傷は長期間の精神的な異常をきたしやすい事案となる。脅威や精神的異常は、自身が損傷したか、家族や友人が損傷したか死亡したか、愛する人の情報欠如、脅威な現場を目撃したかなどの因子により発生率が異なってくる。
- 救済者も多数の死亡者や惨状の目撃により精神面が障害されることがある。
- たいていの脅威、苦悩反応は正常な反応であり、基本的なメンタルアプローチで対応可能である。臨床医は、生理的、心理的、認知的、行動異常の報告を真摯に受け止める必要がある。

【臨床症候】

- ・身体：疲労、消化器症状、心窩部や喉の違和感、頭痛、慢性疾患悪化、身体的不調の訴え、動悸
- ・精神：抑うつ、悲嘆、イライラ感、怒り、憤り、不安、恐怖、絶望感、疑心感、罪悪感、突発的な気分変動、

感情的麻痺, 不平等感

- 認識：混乱, 見当識障害, 悪夢の繰り返し, 災害への没頭, 集中力欠如, 短期記憶力障害, 判断力低下, 信頼していたものへの懐疑, 優柔不断, 悩み, 集中できる時間の短縮, 記憶喪失, 不要な記憶, 自己非難
- 行動異常：不眠, 簡単に泣く, 日常行動が異常な活発化, 他人との衝突, 異常な警戒感, 驚愕反応, 孤立感, 不信感, イライラ感, 拒絶感, 遠距離感, 断定的, 異様なリーダーシップ. 飲酒量や喫煙などの増加.

【初期対応】

- ▶ 精神的応急対応を患者, 家族, 救援者に必要に応じて提供する.
- ▶ 連絡, 手段や語らいの場の確立, 安全な場所を確保, 必要に応じて身体的に安定化を図る.
- ▶ 最新の必要とする情報を集約して提供する.
- ▶ 患者に不要に災害状況を語らせない.
- ▶ 日常生活の補助
- ▶ 苦悩反応へどのように対応するかの情報や教育を提供する.
- ▶ 必要に応じて精神的な加療ができるような体制づくり
- ▶ 患者の置かれている状況は今後のことに関して, 正確で, タイミングよく, 信頼できる情報を提供する.
- ▶ 患者, 家族には苦悩を生じる現場や騒音環境から静かな場所へ隔離する. 子供と患者の隔離は最小限度に留める.
- ▶ 病院, 社会のサービス, 宗教の提供などは適切化する.
- ▶ 下記の症状出現時は精神科へ紹介する.
 - ・ 見当識障害：日付, 場所, 最近の出来事がわからない.
 - ・ 高度な不安感や興奮：異常な動揺, 不眠継続, 悪夢の連続, フラッシュバック, 妨害的な思考
 - ・ 解離感覚：感情解離, 思考流出, 現実感の欠如, 時間歪曲
 - ・ 過度なうつ反応：絶望感, 役立たずの感覚, 容赦ない罪悪感, 原因なく泣く.
 - ・ 精神：幻聴, 幻覚, 感覚麻痺, 一つの思考に取りつかれる.
 - ・ 自立性の欠如：食事, 入浴できない, 他人に依存, 通常のことができない.
 - ・ 自殺や他害の考えや計画
 - ・ 酒やドラッグへの過度な依存
 - ・ 家庭内暴力
- ▶ 救援者への配慮が必要. 救援者も精神的障害を受ける可能性に留意する.
- ▶ 自身や協働, 管理側に, 身体, 感情, 認識, 行動の問題が生じているか評価する.
- ▶ 休憩を強制的にとらせる.
- ▶ バディーを組ませて判断させる.
- ▶ 必要に応じて, 精神的応急対応を提供する.
- ▶ 必要に応じて, 精神科へ紹介する.
- ▶ 救援者の仕事ぶりが家族への精神的なストレスがかかっている可能性を考慮する.
- ▶ 多くの心理的反応は正常で, 特に治療介入なく自然緩解する. しかし, すべての患者, 家族, 救援者に精神的応急対応がとれる体制づくりは必要である.
- ▶ 社会的ネットワーク内で生活している人, 例えば家族, 宗教団体はそうでない人と比較して精神的な問題は生じにくい.
- ▶ 苦悩やメンタル異常が持続する場合は専門家へ紹介する.

11. 高齢者

【背景】

- 高齢者に関する爆傷のデータはわずかである. しかし, 一般外傷や高齢者への管理で判明している事

柄は、高齢者で罹患した爆傷症例に応用が可能と思われる。

- 骨折部位の増加，慢性疾患の増悪
- 外傷性脳損傷の悪化
- 爆傷後の合併症増加

本来あった身体的問題，精神的問題のうえに，多発外傷が加わると，病院前救護，院内診療，リハビリの内容に大きく影響する。また，陳旧性虚血性疾患，高血圧，慢性呼吸不全，糖尿病，認知症，脳血管障害，慢性腎不全，関節炎，逆流性食道炎，慢性疾患に伴う貧血は潜在的な問題となる。これらのもともとあった治療を爆傷の治療に追加する必要がある。

【臨床症候】

- ・身体的症状の出現はわずかであっても積極的な対応が必要となることがある。
- ・出血性ショックにみられる頻脈，低血圧は高齢者には薬剤や基礎疾患の問題で出現しづらい。早期の侵襲的モニタリングが必要な場合がある。

【診断】

- ・処方内容は把握し，薬の相互作用に留意する。β遮断薬やCa拮抗薬は生理的な反応を低下させることがある。
- ・加齢とともに脳萎縮が生じ，閉鎖性頭部外傷に罹患した高齢者は若年者と比較して血腫量が増加しないと意識障害が出現しづらいため，早期の頭部CTが必要である。
- ・フレイルチェストは高齢者では目立たないことがあるが，これらの損傷に伴った胸部損傷の評価が必要になる。積極的な対応を行わないと疼痛のために致死的な合併症を生じることがある。
- ・せん妄はまれではなく，薬剤，感染症，その他の急性失血，電解質異常，臓器障害，血糖異常，低酸素血症，不整脈，頭蓋内器質疾患，脱水，痛み，体動困難，断眠，便秘，尿閉などが原因で生じる。これらの評価では原因が定かでない限り，可逆的な問題である。
- ・聴覚や視力の障害は高齢者では一般的である。これらの存在が意識や認識の評価の妨げになることがある。

【初期治療】

- ▶一般的な外傷蘇生術は高齢者にも有用ではある。
- ▶疼痛はせん妄として現れることがあり，これらに適切な対応が必要である。
- ▶生理学的な反応を最大限利用するために，非緊急，非致死的な侵襲的処置は短期間は保留する。
- ▶血管，頭部，頸部，胸部，腹部，整形外科的疾患に対する外科的な対応時に周術期にβ遮断薬の使用は禁忌でない限りにおいて，有用である。
- ▶60歳以上の高齢者では術後，深部静脈血栓症に対する管理が必要である。
- ▶術後，社会サービス，リハビリ（PT，OT（occupational therapy））や栄養，薬剤管理を早期に専門家と相談する。家族に事前指示に関する情報を聴取し，これらを管理に組み込む。腎不全レベルをクレアチニンで把握する。薬剤管理に役立てる。
- ▶認識されていない認知症はせん妄発現の要因となる。皮膚バリアの破綻を防ぐ算段を講じる。

12. 放射線診断

【背景】

爆傷は多数傷病者に多発性外傷を生じる可能性のある事案である。医療機関で爆傷になれた医療従事者はほとんど存在せず，医療資源はすぐに枯渇する。他の外傷と異なり，患者数の数ならびに，複数の受傷機転による多発性外傷で，資源の再分配が必要となる。この観点から，放射線診断も院内の患者の評価ならびにトリアージの際の重要な鍵となっている。

【初期評価】

- ① 1次爆傷

この評価は肺ならびに消化管損傷に焦点が絞られる。一次肺損傷は肺胞出血と気胸による肺の透過性の変化で象徴される。そのため、呼吸器症状を呈している爆傷肺が疑われる症例ではまずは胸部 X 線撮影が施行されるべきである。腹膜炎の症状がなくても、消化管損傷に伴う free air の検出は重要で、通常の放射線診断より、CT 画像が検出に優れている。

② 2次爆傷

爆弾破片、爆弾に入れられた殺傷能力を高めた物質（螺子、釘、ナット、ボルト）により、穿通性外傷や鈍的外傷が生じ得る。X 線撮影は、基本的に異物通過路の診断に役立てることがあり、さらに別の診断方法を必要とする症例の選別に用いられる。体幹部 CT は循環動態が安定した症例での評価に有用である。緊急手術が不要な患者では CT は損傷の評価に用いられる。

③ 3次損傷

骨折の評価を主体に行われるが、胸部 X 線撮影では、気胸、血胸、肺挫傷、大動脈損傷の示唆に有用である。骨盤 X 線撮影は不安定骨折の評価に有用である。FAST も用いる。CT は外傷損傷の評価に有用である。

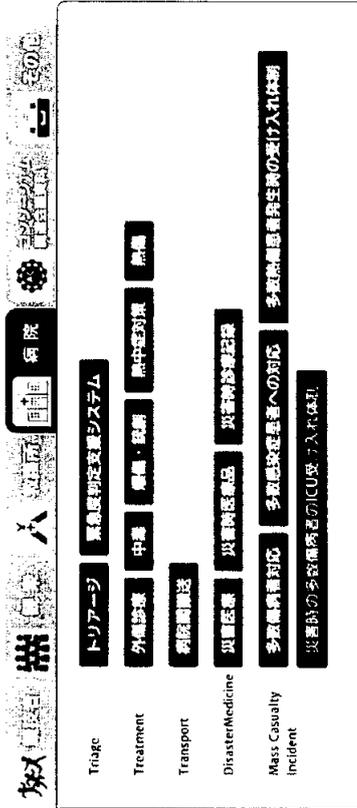
柳川 洋一

略語一覽

AAST	American Association of Surgery for Trauma
ACSCOT	American College of Surgeons Committee on Trauma
ATLS	Advanced Trauma life Support
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CTA	CT angiography
EAST	The Eastern Association for the Surgery of Trauma
GSW	gunshot wound
ISS	Injury Severity Score
MDCT	Multidetector computed tomography
MDCT-A	Multidetector computed tomography with angiography
NTDB	national trauma data bank
REBOA/IABO	resuscitative endovascular balloon occlusion of the Aorta/intra-aortic balloon occlusion
SCIWORA	spinal cord injury without radiographic abnormality
SSI	Surgical site infections
SW	stab wound
TBSA	Total body surface area
VATS	video-assisted thoracic surgery
WTA	Western Trauma Association

- 2016.03.01 日本救急医学会 救急医療の発展と救急医療の未来に関するシンポジウム開催
- 2017.11.09 NHK首都圏ネットワークにて11/3に開催された「キックオフシンポジウム」に関する記事が掲載されています。
 11月10日（金）午後6時10分～7時までの番組での3～4分ほど放送の予定です。
- 2017.11.07 日本小児科学会 小児救急医療の発展と救急医療の未来に関するシンポジウム開催
- 2017.10.05 日本救急医学会 救急医療の発展と救急医療の未来に関するシンポジウム開催
- 2017.10.05 日本AED財団 AEDの普及と救急医療の未来に関するシンポジウム開催
- 2017.09.01 コンソーシアムのWEBサイトを公開しました。

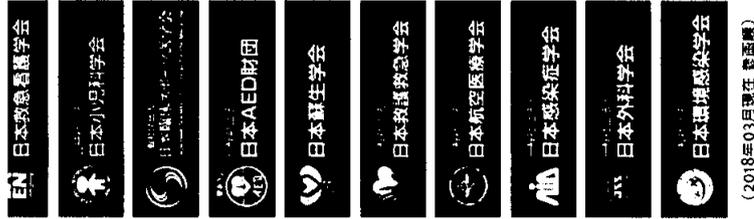
Documents コンソーシアムからの発信



該当件数 2 件のドキュメント

2018.04.20 【日本集中治療医学会】2020東京五輪競技実施都県病院病床数一覧_20180420

2018.04.20 【日本熱傷学会】重症熱傷診療に関する現状調査と熱傷初期診療_201803



(2018年03月現在 敬称略)

東京オリ/パラリンピック大会における J-SPEED の活用に係る
IOC 及び東京大会組織委員会との面会記録

1. 経緯

- (1) 東日本大震災を契機に「災害時の診療録のあり方に関する合同委員会」が設置され標準様式として災害診療記録/J-SPEED が提唱された。
- (2) 両用式の熊本地震（2016 年）における運用実績は国際的にも注目を集め、J-SPEED 方式が WHO 国際標準（MDS）として採用された。
- (3) 両用式はマスギャザリングイベント分野にも応用され、G7 伊勢志摩サミット（2017 年）で採用されて実績を残した。
- (4) 東京大会での活用に向けたオリパラ版 J-SPEED 活用構想には、WHO も強い関心を示しており、WHO から IOC にプロジェクトが紹介された。
- (5) IOC も関心を持ち、今回、IOC による大会プロジェクトレビューの訪日機会にあわせる形での面会要請が IOC サイド (Dr. Richard Budgett, Medical and Scientific Director) からあった。

2. 面会概要

- (1) 日程：2018 年 4 月 23 日(月) 17:00-17:40
- (2) 場所：東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会（虎ノ門）
- (3) 面会者：
 - ア [International Olympic Committee]
Dr. Richard Budgett (Medical and Scientific Director)
 - イ [公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会]
赤間高雄先生 (メディカルディレクター)
宮本哲也先生 (大会準備運営第一局 医療サービス部長)
三ツ井彰さん (医療サービス部救急医療課長)
福井元さん (医療サービス部救急医療課 救急医療チーム 係長)
清末聖子さん (医療サービス部救急医療課 兼 医療人材課 主事)
 - ウ [AC・日本災害医学会]
小井土雄一
久保達彦
五十嵐豊

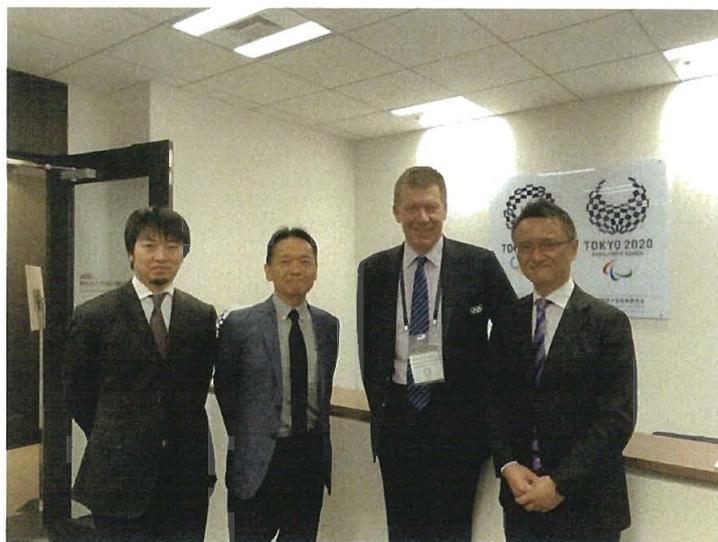
3. 議事

- (1) アカデミックコンソーシアムの紹介
- (2) 東京オリパラリンピックにおける J-SPEED (国際名 MDS) 活用に係る提案

4. 討議骨子

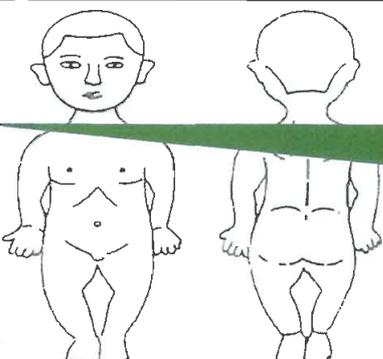
- (1) 【前提情報】オリパラではスポンサーの関係で医療関係電子システムはGE 以外は利用できない（紙運用は問題にならない）。GE システムは選手診療用に設計されており、観客の診療（ほとんどは軽傷）は考慮されていない。設置は会場のみでサーベイランス機能はない。
- (2) 【提案への評価】J-SPEED (国際名 MDS) の活用について、Dr. Budgett から極めて強い関心が示され、「観客を対象とした診療部分で間違いなく有用」との評価を得た。「WHOとも協議し、またGEにもコンタクトしたい」旨、ご発言をいただいた。
- (3) 【今後の予定】GEとの調整が最大の課題である。今後、再度、大会組織委員会にご説明の機会をいただき、ご理解を得られればGEとの調整に入らせていただく。

5. 写真



*Dr. Budgett はロサンゼルス大会のボート競技ゴールドメダリスト

TOKYO 2020 Olympic and Paralympic GAMES - EMT MEDICAL RECORD (MDS+)

J-SPEED/MDS - Check all that apply		Date					
Age	□Month □Year		ID				
	□<1, □1-12, □13-19, □20-74, □75-		Name	(nickname)			
Sex	1	□ Male	Present Address	<性・年齢・背景> <input type="checkbox"/> (性別): 男性・女性(妊婦)・女性(妊娠なし) <input type="checkbox"/> (年齢): 0, 1-12, 13-19, 20-74, 75- <input type="checkbox"/> (背景): 大会スタッフ <input type="checkbox"/> (背景): 医療通訳必要 <input type="checkbox"/> (背景): 日本在住者・訪日外国人			
	2	□ Female (Not Pregnant)					
	3	□ Female (Pregnant)					
Demographic	4	□ Staffs of the Games (with AD card)	Nationality				
	5	□ Requiring Medical Transtaltion	Vaccination	Measles	□ Y □ N □ U		
	6	□ Foreigner(vitignn Japan within 30days)		Tetanus	□ Y □ N □ U		
	7	□	Allergy	□ Y (Drug / Food / Other) □ N □ Unknown			
	8	□	Past History	□ Y (HT / DM / BA / Other) □ N □ Unknown			
	9	□	Medication	□ Y (HT / DM / BA / Other) □ N □ Unknown			
	10	□					
Health events	11	□ Injury	Chief complaints	□ Pain (Head / Chest / Abdo			
	12	□ Heat Stroke		□ Trauma			
	13	□ Fever		□ Diarr			
	14	□ Acute respiratory infection		□ Nausea			
	15	□ Gastrointestinal infections		□ Vomit			
	16	□ Suspected measles		□ Sore throat			
	17	□ Suspected meningitis		□ Cough			
	18	□ Case requiring consultation to ICD experts		□ Dyspnea			
	19	□ (Additional)		Vital signs	BT	°C	
	20	□ (Additional)			PR	/ min	
	21	□ (Additional)			Wt.	Kg	
	22	□ Case requiring urgent Mehtal Health support					
23	□ Chimial agent invorvement suspteced						
24	□						
25	□						
Procedure & Outcome	26	□ Prolonged consultaion (>30min)	<処置・転帰> <input type="checkbox"/> 30分以上の診療 <input type="checkbox"/> 医療機関への受診指導 <input type="checkbox"/> 救急搬送 <input type="checkbox"/> 死亡				
	27	□ Referral to medical facilities*					
	28	□ Emergency Medical Transportation					
	29	□ Death					
	30	□					
	31	□					
	32	□					
	33	□					
Context	34	□	<特記> <input type="checkbox"/> 暴力被害 <input type="checkbox"/> 薬物・アルコール				
	35	□ Violence					
	36	□ Drugs or Alcohol suspected					
	37	□					
	38	□	Diagnosis				
	39	□	Drug Name / Dose				
	40	□	Nursing Record				
			Staff Signature	Reception	Doctor	J-SPEED/MDS	Nurse
			Time(:)		(Dr.)		
			Drug	Exit	Data Input		
			Time(:)				

<Memo>

平成 29 年度厚生労働行政推進調査事業費(厚生労働科学特別研究事業)

**2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に
向けての救急・災害医療体制の構築に関する研究**
(研究代表者:横田裕行)

**重症熱傷診療に関する現状調査
と
熱傷初期診療に役立つ教育資材の開発**



一般社団法人 **日本熱傷学会**

平成 30 年(2018 年)3 月

[内 容]

1. 熱傷診療に関する現状調査(速報値, 平成 29 年 12 月)
2. 熱傷初期診療施設における 12 の Q&A
3. やけど(熱傷)をみたら～応急処置ハンドブック～

[監 修]

一般社団法人 日本熱傷学会

オリンピック・パラリンピック開催準備特別委員会

織田 順 (東京医科大学救急・災害医学分野)

清住 哲郎 (防衛医科大学校防衛医学講座)

齋藤 大蔵 (防衛医科大学校防衛医学研究センター外傷研究部門)

佐々木 淳一 (慶應義塾大学医学部救急医学)

田中 裕 (順天堂大学医学部附属浦安病院救急・災害医学)

熱傷診療に関する現状調査（速報値）

期日 平成29年10月～12月

方法 調査用紙を郵送し、郵送、FAX、電子メールにて回収

対象 309施設

救命救急センター（284施設）

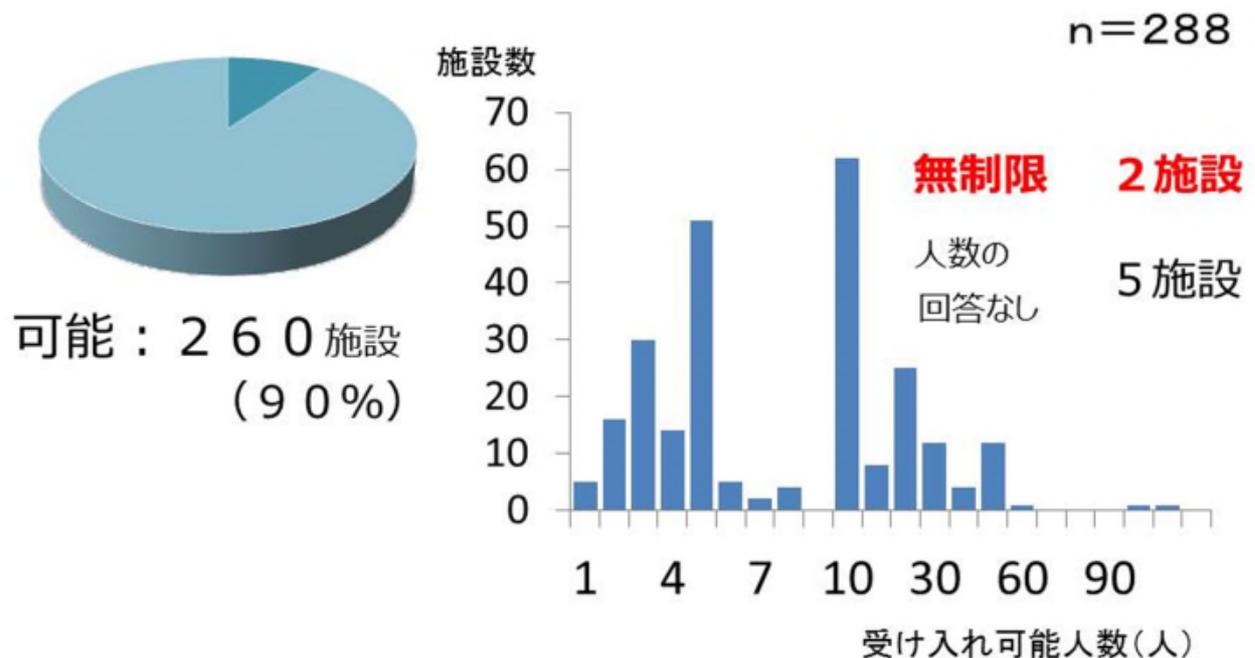
熱傷専門医認定研修施設（104施設）

東京都熱傷救急連絡協議会参加施設（14施設）

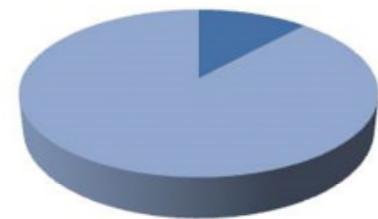
委員リコメンド（1施設）

288施設（93.2%）から回答

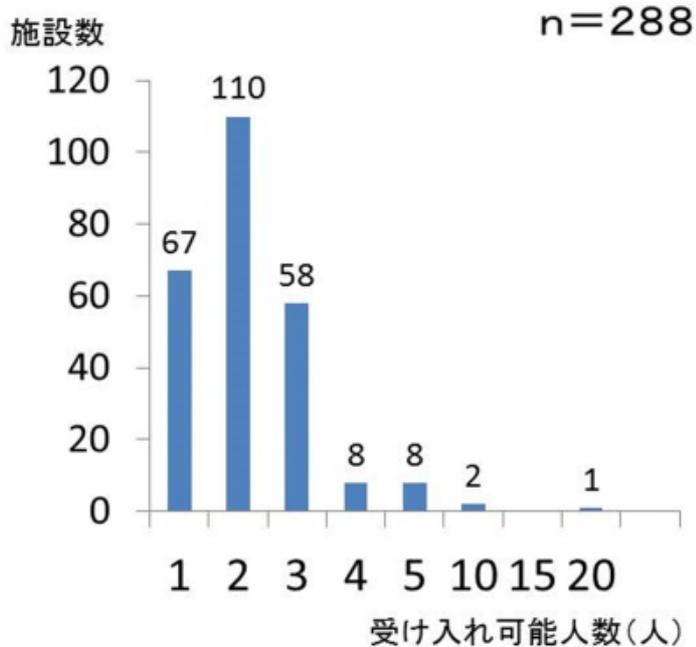
質問 貴施設の近傍で多数熱傷患者が発生した場合、多数の患者を一時的に収容、トリアージ、初期診療を行い、分散搬送の拠点として貴施設を活用することが可能ですか？可能であれば、概ね何名程度まで受け入れが可能ですか？



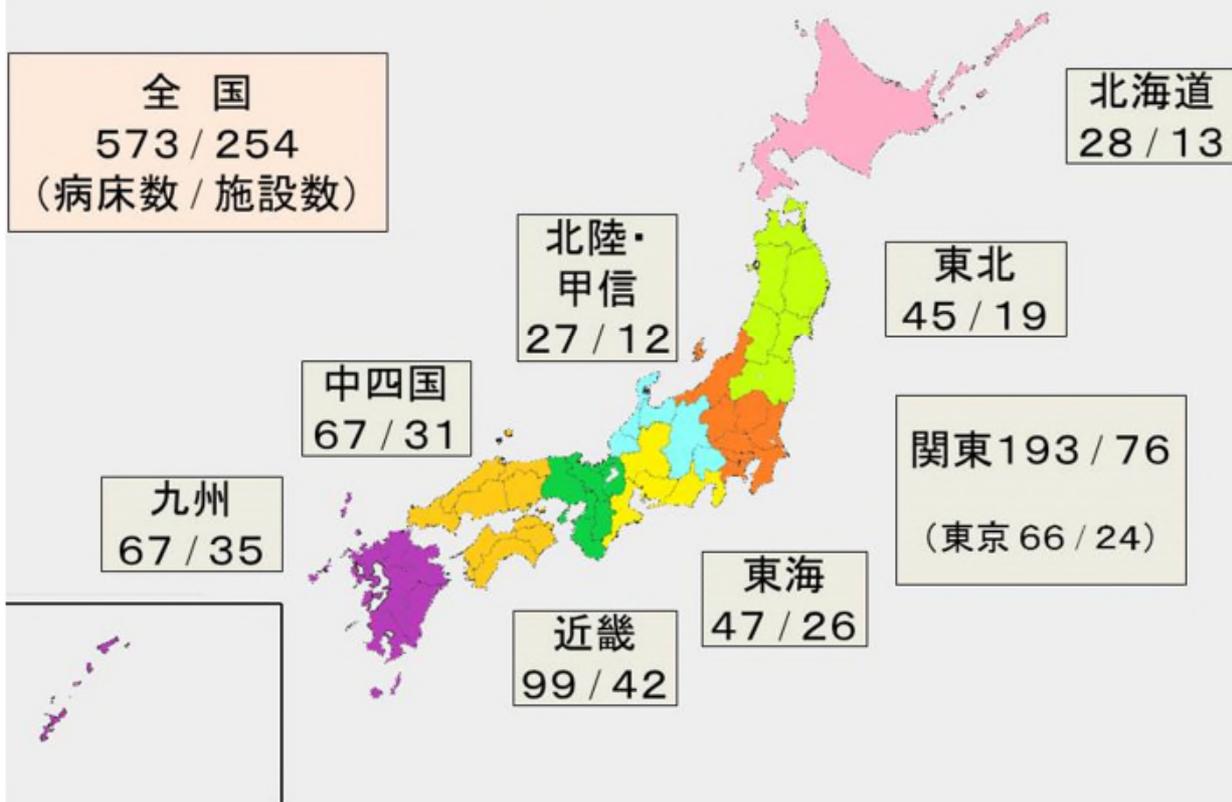
質問 分散搬送先の医療機関として熱傷患者を受け入れる場合、集中治療が必要な重症の熱傷患者を何名まで受け入れ可能ですか？



可能：254施設
(89%)



重症熱傷患者の集中治療病床数



熱傷初期診療施設における 12のQ&A

Q1 熱傷診療に慣れていない施設で熱傷患者を受け入れざるを得ない場合に気をつけることはなんですか？

A1 熱傷の発生は減少しており、多くの熱傷患者を日常的に診療している施設はそれほど多くはありません。専門的に熱傷診療を行う施設で速やかに診療を開始することが理想的ですが、離れたところで発生したり、多くの熱傷患者が発生するような状況では、近隣の医療機関で基本的な処置を行った後に、必要に応じて根本治療を行うことのできる施設に転送（2次トリアージ）する必要があります。

Q2 Primary Surveyが大事なのはなぜですか？

A2 火災で煙を吸って受傷した後に喉頭が腫れてきて窒息した、意識レベルが悪いのは広範囲熱傷のためだろうと思ったら一酸化中毒であった、初療時の血圧低下は熱傷ショックではなく合併損傷による出血性ショックのためだった—など、皮膚の損傷以外の原因が生命を脅かす例があるため、まずは気道・呼吸・循環の安定化を図る必要があるためです。これがQ1(A1)の基本的な処置として最も重要です。

Q3 熱傷診療で気道確保を要する場合はどんな時ですか？

A2 吸入損傷で、熱によって喉頭が傷害され腫脹すると窒息リスクがあるため気管挿管を要します。気管支鏡で観察できない場合、嚔声の有無や、顔面の熱傷や煙の吸入状況を勘案して判断します。また、広範囲熱傷では大量の輸液を要するため

浮腫が増強して、あるいは鎮静を要するような管理的な理由で気管挿管が必要なことがあります。いずれもリスクを先読みして、後手に回らないように対処すべきでしょう。

Q4 輸液はどう開始すればよいですか？

A4 まずは末梢輸液路から乳酸リンゲル液を開始しましょう。広範囲熱傷では2ルート以上確保しましょう。熱傷急性期の病態は血管透過性の亢進、つまり血管内から外への水分・ナトリウム・たんぱく成分の移動がその本体です(熱傷ショック)。

Q5 輸液はどう調節すればよいですか？

A5 輸液速度には様々な指標がありますが、成人では24時間に2 x 体重(Kg) x 熱傷面積(%) ml、小児では3 x 体重(Kg) x 熱傷面積(%) mlが目安です。このうち半分を最初の8時間に投与する、つまり初期により多く輸液を要する見込みとなっています。ただしこれらは目安に過ぎず、実際には尿道カテーテルを留置した上で、時間尿量を測定しつつ、輸液速度を調節します。時間尿量の目標値は成人で0.5ml/体重(kg)、小児で1ml/体重(kg)です。つまり診療開始時には「体重」を測定し、「熱傷面積」を評価しておく必要があります。

Q6 熱傷面積はどう評価すればよいですか？

A6 成人では「9の法則」つまり頭部・上肢・下肢前面・後面・体幹前面上半分・下半分・後面上半分・下半分をそれぞれ概ね全身の9%と評価する概算方法です。
(裏面に続く)

熱傷初期診療施設における 12のQ&A

小児は頭部が大きく四肢が短いことを勘案して計算します。患者自身の手掌は1%に相当すると考えるのも概算の助けになります。

Q7 外傷初期診療に照らして、**見落としやすい点**は何ですか？

A7 特に広範囲熱傷では皮膚損傷にばかり目を奪われることのないようにしましょう。気道確保の際には頸椎保護は必要ですし、ショックに対しては胸腔、腹腔、後腹膜の損傷を疑い、FAST(超音波検査)や頸椎・胸部・骨盤レントゲンなどをチェックするのは同じです。閉塞性ショックの可能性にも留意します。

Q8 **意識レベルの評価**はどうすれば良いですか？

A8 外傷初期診療と同じく、GCS、JCSでの評価と神経学的な評価を行きましょう。広範囲熱傷であっても、通常意識レベルは保たれています。意識レベル低下を認める際には熱傷のためと思わず、一酸化炭素中毒、低酸素血症、頭部外傷、血糖異常、ショック、薬物など積極的に原因を探るようにしましょう。

Q9 **熱傷創の処置**はどのようにすれば良いのでしょうか？

A9 汚染があれば洗浄します。熱傷専門施設への転送が前提の場合は、軟膏処置は行わず、清潔なシートで被覆するだけで良いでしょう。心配な場合は転送先医療機関と相談しましょう。なお創汚染が強い場合を除き、予防的な抗菌剤投与は不要です。

Q10 **酸・アルカリなどの化学物質**に暴露して受傷したようですが、どう処置すれば良いですか？

A10 中和は行わず、他の化学物質暴露の場合と同じく、二次災害防止策を講じた上で、脱衣させ大量の水で洗い流すようにしてください。低体温にならないよう留意してください。ただしフッ素については、致死的な低カルシウム(Ca)血症を引き起こす可能性があるため、Ca濃度モニタリング・補正と循環モニタリングが必須となります。

Q11 **雷**による受傷に対して、現場対応・初期対応はどうすれば良いのでしょうか？

A11 雷撃傷ではまず、現場の安全確認が最重要です。現場でさらに犠牲者が増えることのないように十分気をつけます。

初期診療では、外傷(頭部、頸部外傷を含む)を伴うことがある点、重篤な不整脈を生じることがある点、着衣の燃焼を伴うことがある点すべてに対処する必要があります。雷撃への接触点をチェックする必要があること、神経所見を経時的に記録することが重要です。連続的に心電図モニタリングを行います。

Q12 **熱傷専門治療施設への転送基準**は何でしょうか？

A12 初期診療を行った医療機関で熱傷診療を行っていない場合のみならず、医療リソース不足や患者数が多すぎる、など継続診療が困難であれば、すべて転送の適応となります。ただし重要なのは、転送時には転送先に医師から医師へしっかりと情報を伝えること、気道・呼吸・循環の安定化を図りこれらを維持しつつ搬送することです。

◆ 応急処置は？

熱傷の治療は、応急処置が重要です！ 以下に応急処置の例を示します。

- ① 洋服やアクセサリーは必ず外して下さい。
- ② 常温の水（水道水で良い）で患部を5分間程流して下さい。
氷水で流したり、直接氷を当てたりする等、過剰な冷却は避けて下さい。
- ③ 水疱は無理に破らないようにして下さい。
破れてしまった場合は、流水で流して清潔なガーゼ等で保護して下さい。

上記の応急処置の後、必ず専門医を受診しましょう。
軽症であっても、傷の処置で不明な点があれば、受診をお勧めします。

重症熱傷は、専門施設での治療が必要です！

米国熱傷学会のガイドラインでは、以下のような場合、熱傷専門施設（日本では大学病院など）での治療が必須とされています。

- 体表の10%以上（※）を占めるⅡ度熱傷
- 全てのⅢ度熱傷
- 顔面や手・足、膝や肘などの関節に至る熱傷
- 化学物質による熱傷
- 電撃傷
- 気道熱傷（炎や煙を吸い込んだことによる損傷）
- 小児の熱傷

※ 熱傷の範囲（広さ）は、体表面積に占める熱傷部位の割合（熱傷面積、%）で表現されます。
目安として、自分の手のひらから指全体が体表の1%に相当します。

やけど（熱傷）をみたら

～ 応急処置ハンドブック ～



一般社団法人 日本熱傷学会

編集協力：慶應義塾大学医学部救急医学

◆ 熱傷の原因は？

原因はさまざまですが、以下のようなものが熱傷を引き起こします。

1. 火炎（火災や事故など）
2. 高温の液体（熱湯など）
3. 化学物質（酸性・アルカリ性の液体など）
4. 電撃傷（感電・落雷など）

遭遇する機会が多いのは“火炎”や“熱湯”による熱傷です。

重症度は、主に熱傷の“深達度（深さ）”と“範囲（広さ）”で決まります。

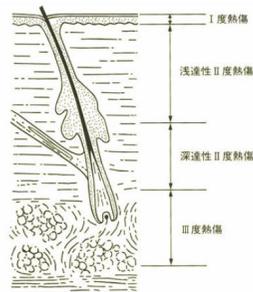
◆ 熱傷の深達度（深さ）とは？

皮膚のどの深さまで熱傷が及んでいるかによって、Ⅰ度からⅢ度に分類されます。Ⅰ度が最も軽症なもの、Ⅲ度が最も重症なものです。

Ⅰ度：表皮まで

Ⅱ度：真皮まで

Ⅲ度：皮下組織まで



それぞれの熱傷について、写真で紹介します。



Ⅰ度熱傷

赤く腫れて、強い痛みがあります。
いわゆる“日焼け”と同じ状態です。
1週間以内で治癒し、傷跡はほぼ残りません。



Ⅱ度熱傷(浅達性)

真皮の浅い層までの熱傷です。
水疱（水ぶくれ）を形成し、強い痛みがあります。
水疱の底は赤く、1～3週間で皮膚が再生します。



Ⅱ度熱傷(深達性)

真皮の深い層までの熱傷です。
水疱の底は白く、皮膚の再生には2～3週間以上かかります。



Ⅲ度熱傷

白色で、皮膚は硬く、痛みを伴いません。
基本的に手術（壊死した組織の切除 + 皮膚移植）が必要になります。

Ⅰ度熱傷及びⅡ度熱傷のほとんど、またⅢ度熱傷のごく一部は、小範囲であれば外来治療が可能です。しかし、深達度を肉眼で判断することは非常に難しく、迷ったら専門医（形成外科、皮膚科など）の受診をお勧めします。

ガイドライン執筆					
項目	担当	副担当1	副担当2		
1 訪日外国人対応					
1.1 訪日外国人の人数予測と集団医療対応の予測					
1.1.1 期間中の訪日外国人人数予測(年齢別、国別、その他)	杉野 達也	北口 正			
1.2 外国人対応可能な医療機関					
1.2.1 医療機関リストとその検索	溝端 康光				
1.2.2 救急医療情報システムによる検索	溝端 康光				
1.3 医療通訳と外国語対応					
1.3.1 医療通訳に求められるもの	福島 英賢	明石 恵子	佐々木 亮		
1.3.2 医療通訳の確保	福島 英賢	明石 恵子	佐々木 亮		
1.3.3 外国語対応ツール	福島 英賢	坂下 恵治	佐々木 亮		
1.4 外国人医療における課題					
1.4.1 医療費	佐々木 亮	松本 吉郎			
1.4.2 インフォームド・コンセント	佐々木 亮	松本 吉郎			
1.4.3 宗教・生活習慣と医療	峯村 純子	明石 恵子	末廣 吉男		
1.4.4 滞在継続(大使館や領事館対応等)	佐々木 亮	松本 吉郎			
1.4.5 帰国への後送対応	庄古 知久	明石 恵子			
1.4.6 死亡時の対応	庄古 知久	明石 恵子			
2 日常の救急医療体制への負荷軽減					
2.1 負荷予測					
2.1.1 競技期間中の生活人口の変化		横田 順一郎			
2.1.2 競技内容と急性期疾患の発症からみた救急医療への負荷予測(脳卒中・心筋梗塞・食中毒など、熱中症は別途)		横田 順一郎			
2.2 負荷軽減のための対策					
2.2.1 電話相談?	北口 正	西川 浩二	溝端 康光		
2.2.2 市民への病院受診案内・教育?	西川 浩二	北口 正	溝端 康光		
3 熱中症					
3.1 発生予測					
3.1.1 暑さ指数(WBGT)による予測	神田 潤	森住 敏光			
3.1.2 SNSによる予測	布施 明				
3.1.3 競技別の予測(開催時間、開催競技場など)	横田 順一郎	森住 敏光			
3.2 現場での判断					
3.2.1 観察項目	三宅 康史	神田 潤	清水 敬樹		
3.2.2 現場での救急対応	三宅 康史	神田 潤	清水 敬樹		
3.2.3 搬送先選定基準(救急隊判断トリアージ基準):東京消防庁疾病観察カード	三宅 康史	神田 潤	森住 敏光		
3.3 軽症例への対応					
3.3.1 初療対応(補液、休憩)	神田 潤	清水 敬樹	三宅 康史		
3.3.2 入院先選定基準(医師トリアージ基準):熱中症重症度スコア、熱中症重症度分類	神田 潤	清水 敬樹	三宅 康史		
3.4 重症例への対応					
3.4.1 初療内容:積極的冷却、緊急対応(人工呼吸など)	清水 敬樹	三宅 康史	神田 潤		
3.4.2 入院先選定基準(医師トリアージ基準):熱中症重症度スコア・熱中症重症度分類	清水 敬樹	三宅 康史	神田 潤		
3.4.3 合併症	清水 敬樹	三宅 康史	神田 潤		

教育・研修					
1. 選手側医療スタッフ(医務室・FOP)に対する応急処置・救急医療の教育・研修(パラリンピックにおける選手対応含む)	溝端 康光	宮本 哲也			
2. 法執行機関等初動要員に対する応急処置等の教育・研修	布施 明	溝端 康光			

1 訪日外国人対応

1.1 訪日外国人の人数予測

1.1.1 期間中の訪日外国人人数予測（年齢別、国別、その他）

1) 訪日外国人観光客数の推移

日本政府観光局（JNTO）によると、2017年の訪日外国人観光客数は過去最多の2,869万1千人で、前年との比較でも119.3%というきわめて高い増加率を示していた。この要因としては、航空路線の拡充、寄港船舶数の増加、査証要件の緩和、観光プロモーションの推進など、様々なものが考えられている。

国別にみると、韓国(714万人)と中国(735万6千人)が初めて700万人台に達し、これに台湾、香港を加えた東アジア地域からの観光客数は、前年比121.9%の2,129万2千人となり、全体の70%以上を占めた。また、ロシアからの訪日客はこの年の査証要件緩和の効果により、前年比140%と著明に増加していた。

そのほか、タイ、シンガポール、マレーシア、オーストラリア、英国、フランス、イタリアの7ヶ国からの訪日客が今年の合計数を上回り、その結果、主要20ヶ国全ての訪日観光客数が過去最高となった。

訪日観光客数の増加が予想をはるかに上回ったことから、日本政府は新たな数値目標として2020年に4,000万人という数字を掲げている。当然これは東京オリンピック・パラリンピック開催によって押し上げられる要素を含めてのことである。

2) 東京オリンピック・パラリンピック開催期間中の外国人旅行者数

1964年のオリンピック東京大会の開催に際しては、東海道新幹線や高速道路の建設、宿泊施設の整備などが急速に進められ、外国人旅行者を受け入れるための基礎的なインフラが整備された。国土交通省観光庁の統計データによると、この年、オリンピック開催期間中の訪日外国人旅行者数は約5万人であった。その後、1972年に札幌で開催された冬期オリンピックでは、国内外から約66万人、また1998年の長野オリンピック・パラリンピックでは合わせて130万人を超える観客が集まったとされている。

これら過去のイベント開催時と比較して、前述の通り明らかに訪日外国人観光客の増加傾向が強まっている中で開催される2020年東京オリンピック・パラリンピックでは、期間中に東京および周辺地域を訪れる外国人旅行者数は相当なものになると予想される。ホテルの客室数、交通機関の整備、さらには国際経済の状況など多種多様な要因が絡むため、外国人旅行者数を予測することは容易ではない。招致委員会や厚生労働省のデータを基にしたある研究機関の報告では、オリンピック開催期間中に訪れる外国人旅行者は20~40万人、1日あたりの宿泊者数は約15万人と推計されている。また、別の報告では、オリンピック観戦目的の観光客総数は505万人、そのうち海外からの観客は16%にあたる80万8000人と試算している。これに続くパラリンピックの観客数は過去2大会の実績から、オリンピックの30%前後と推測される。このように、研究者によって予測人数に2倍以上の開きが見られるが、それだけ規定因子が複雑で推計が難しいということであろう。

外国人対応可能な医療機関リストとその検索

溝端 康光

1. 外国人受入れ医療機関認証制度 (Japan Medical Service Accreditation for International Patients: JMIP)

外国人患者の円滑な受入れを推進する国の事業の一環として、厚生労働省が平成 23 年度に実施した「外国人患者受入れ医療機関認証制度整備のための支援事業」を基盤として整備された認証制度である。多言語による診療案内や、異文化・宗教に配慮した対応など、外国人患者の受入れに資する体制が、一般財団法人日本医療教育財団により審査され、認証される。

本認証制度の対象となる医療機関は、第三者機関による認証制度によって医療施設機能が評価されている病院または健診施設である。この「第三者機関による認証制度」には、日本医療機能評価機構による病院機能評価、卒後臨床研修評価機構による臨床研修評価、日本人間ドック学会による人間ドック健診施設機能評価、ISO9001、ISO14001 等が含まれる。

審査は書面調査と訪問調査をもとに実施され、外国人受入れ体制について確認し、有識者からなる「認証審査会」において判定され、認証を得た医療機関には日本医療教育財団より認証書が発行される。

認証済み医療機関のリストは、「都道府県」、「診療科目」、「医療機関名」の条件指定により外国人受入れ医療機関認証制度 (JMIP) の HP (<http://jmip.jme.or.jp>) で検索することが可能である。救急対応できる医療機関であるか否かは検索条件にはなく、リンクされている各医療機関の HP で確認するか電話での問い合わせが必要である。各医療機関の HP は外国語で表記できるように整備されている。

平成 30 年 4 月 1 日の時点で認証されているのは、16 都道府県の 41 医療機関である(表 1)。

2. 観光庁の訪日外国人旅行者受入可能な医療機関リスト

国土交通省観光庁は、訪日外国人が円滑に医療機関にアクセスできるよう、訪日外国人旅行者受入可能な医療機関を日本政府観光局 (JNTO: Japan National Tourism Organization) ウェブサイト (https://www.jnto.go.jp/emergency/jpn/mi_guide.html) に掲載している。本ウェブサイトは、英語、中国語(繁体字・簡体字)、韓国語、日本語で表記される。

この医療機関に選定されている医療機関は、都道府県が表 2 の要件を満たすものとして観光庁に報告したもので、2016 年度で約 900 カ所が選定され、さらに 100 カ所追加することを目指している。

医療機関の検索条件として、都道府県、対応言語(英語、中国語、韓国語、ポルトガル語、スペイ

ン語、その他)、医療科目(救急科、内科、外科、小児科、精神科、皮膚科、脳神経外科、泌尿器科、整形外科、眼科、耳鼻咽喉科、産科、婦人科、歯科、その他)、利用可能クレジットカード、JMIP 認証、フリーワードを入力することができる。

「東京都」「救急科」で検索した場合、23 医療機関が検索される。そのうち、診療所が 5 機関である。日本語以外の言語で HP が表示されるのは 13 機関であり、JMIP 認証機関が 6 機関含まれる。また、医療機関向けにサポートページが準備されており、外国人向け多言語説明資料(厚生労働省)、病院のための外国人患者の受入参考書(経済産業省)、訪日外国人旅行者受付+診療マニュアル(九州運輸局)、医療費未払い対策マニュアル(近畿運輸局)、病気！ケガ！の外国人観光客対応 HAND BOOK(沖縄県・一般財団法人沖縄観光コンベンションビューロー)、多言語問診票、薬の服薬に関する説明書(岩手県)などを入手することができる。

3. 救急医療情報システムを活用した外国人対応可能医療機関の検索

全国の都道府県は、医療法に基づき、病院等の管理者より報告された情報をウェブサイト公表している(医療法第六条の三、第 5 項)。この内容は、患者がどの医療機関を受診するかを判断する際の重要な情報源となっている。訪日外国人が救急で医療機関を受診する際にも、どの医療機関が外国語対応可能なかを検索するうえで、この医療情報は活用する。しかしながら、都道府県ごとに整備されたシステムは、外国語対応の情報提供において利便性に差が認められる状況である

「都道府県名」と「医療情報」をキーワードとして検索した各都道府県の医療情報システムを表に示す。ウェブサイトが日本語以外でも閲覧できるようにしているのは、47 都道府県のうち、11 都府県のみである。このうちの多くは、日本語で記載された HP を「Google 翻訳」等の機能を用いて、英語、中国語、韓国語等に翻訳表示しているものである。また、ウェブサイトは日本語表示であっても外国語対応可能な医療機関の検索機能のみを英語としているところは 19 県である。外国語対応可能な医療機関の検索が日本語でしかできないのは 13 府県であり、検索機能自体を持たないのは 4 県であった。

表1 外国人受入れ医療機関認証制度にて認証された医療機関

北海道	医療法人 雄心会 函館新都市病院	函館市
	医療法人 徳洲会 札幌東徳洲会病院	札幌市
青森県		
岩手県		
宮城県		
秋田県		
山形県		
福島県		
茨城県		
栃木県		
群馬県		
埼玉県	医療法人 社団協友会 彩の国東大宮メディカルセンター	さいたま市
千葉県	学校法人 埼玉医科大学 埼玉医科大学国際医療センター	日高市
	日本赤十字社 成田赤十字病院	成田市
	社会医療法人 社団木下会 千葉西総合病院	松戸市
東京都	公益財団法人 日産厚生会 玉川病院	世田谷区
	東日本電信電話株式会社 NTT東日本関東病院	品川区
	国立研究開発法人 国立国際医療研究センター病院	新宿区
	医療法人 徳洲会 東京西徳洲会病院	昭島市
	佼成病院	杉並区
	東京都立広尾病院	渋谷区
	学校法人国際医療福祉大学 国際医療福祉大学三田病院	港区
	社会福祉法人 恩賜財団済生会 東京都済生会中央病院	港区
	国家公務員共済組合連合会 虎の門病院	港区
	独立行政法人 地域医療機能推進機構 東京高輪病院	港区
神奈川県	医療法人 徳洲会 湘南藤沢徳洲会病院	藤沢市
	医療法人 沖縄徳洲会 湘南鎌倉総合病院	鎌倉市
新潟県		
富山県		
石川県	社会医療法人財団 董仙会 恵寿総合病院	七尾市
福井県		
山梨県		
長野県	社会医療法人財団 慈泉会 相澤病院	松本市
岐阜県	社会医療法人 厚生会 木沢記念病院	美濃加茂市
	社会医療法人 蘇西厚生会 松波総合病院	羽島郡
静岡県	磐田市立総合病院	磐田市
愛知県	名古屋共立病院	名古屋市
	学校法人 藤田学園 藤田保健衛生大学病院	豊明市
三重県		
滋賀県		
京都府	医療法人財団 康生会 武田病院	京都市
	医療法人社団 恵心会 京都武田病院	京都市
	公益社団法人 京都保健会 京都民医連中央病院	京都市
大阪府	医療法人 沖縄徳洲会 吹田徳洲会病院	吹田市
	国立大学法人 大阪大学 医学部附属病院	吹田市
	医療法人 徳洲会 岸和田徳洲会病院	岸和田市
	地方独立行政法人 りんくう総合医療センター	泉佐野市
兵庫県		
奈良県		
和歌山県		
鳥取県		
島根県		
岡山県	国立大学法人 岡山大学 岡山大学病院	岡山市

岡山県	津山中央病院	津山市
広島県		
山口県		
徳島県		
香川県		
愛媛県		
高知県		
福岡県	医療法人 徳洲会 福岡徳洲会病院	春日市
	社会医療法人 大成会 福岡記念病院	福岡市
	国立大学法人 九州大学 九州大学病院	福岡市
佐賀県		
長崎県		
熊本県		
大分県		
宮崎県		
鹿児島県	社会医療法人 緑泉会 米盛病院	鹿児島市
沖縄県	医療法人沖縄徳洲会 南部徳洲会病院	島尻郡
	医療法人沖縄徳洲会 中部徳洲会病院	中頭郡

表2. 訪日外国人旅行者受入可能な医療機関の選定要件

- 1). 外国人旅行者の訪問状況とアクセスを考慮しつつ、以下の全ての要件を満たす病院を1か所以上選定すること。
 - [1] 24時間365日救急患者を受け入れていること
 - [2] 救急科、内科、外科、小児科を含む複数診療科を有すること(総合病院を想定)
 - [3] 少なくとも英語による診療が可能であること(通常診療時間内に、医師が直接英語で診察、または、日英通訳者を介した診療が可能であること)
- 2). 上記[1]～[3]の要件を全て満たす病院を1か所以上選定した上で、あわせて、外国人旅行者の訪問状況や医療機関へのアクセスを考慮し、必要に応じて「外国語による診療が可能である」医療機関(診療所を含む)も選定すること。
- 3). 厚生労働省が推進している外国人患者受入れ医療機関認証制度(JMIP)の認証病院及び、厚生労働省の「平成27年度医療機関における外国人患者受入環境整備事業」における医療通訳・外国人向け医療コーディネーターを配置した拠点病院も参考にしつつ、医療機関の選定を行うこと。

表3 都道府県医療機関情報システムと外国語対応医療機関の検索機能

	医療情報システム	URL	ウェブサイトの外国語表示	外国語対応可能な医療機関検索の可否・検索時の言語	英語	中国語(台湾)	韓国語	タイ語	フィリピン語	インドネシア	トルコ語	ベトナム語	カンボジア語	フランス語	ポルトガル語	ドイツ語	ロシア語	イタリア語	スペイン語	その他	
北海道	北海道医療機能情報システム	https://www.mri.pref.hokkaido.lg.jp/hokkaido/ap/qq/men/pwtpmenult01.aspx	X	日本語	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
北海道	北海道救急医療・広域災害情報システム	http://www.qq.pref.hokkaido.jp/sp/qq01/spmnlit.asp	X	X	○																
青森県	青森医療情報ネットワーク	https://www.qq.pref.aomori.jp	X	英語	○																
岩手県	いわて医療ネット	http://www.med-info.pref.iwate.jp	X	英語	○																
宮城県	みやぎのお医者さんガイド	http://medinf.mmic.or.jp/regulation.php	X	英語	○																
秋田県	あきた医療情報ガイド	http://www.mri.pref.akita.lg.jp/akita/qq/men/pwtpmenult01.aspx	X	英語	○																
山形県	山形県医療機関情報ネットワーク	https://www.pref.yamagata.jp/medical-net/	X	英語	○																
福島県	ふくしま医療情報ネット	https://www.ftmis.pref.fukushima.lg.jp/ap/qq/men/pwtpmenult01.aspx	X	英語	○																
茨城県	茨城県救急医療情報システム	https://www.qq.pref.ibaraki.jp/WP0101/RP010101BL.do	X	日本語	○																
栃木県	いばらぎ医療情報ネット	http://www.qq.pref.tochigi.lg.jp/ap/qq/men/pwtpmenult01.aspx	X	X	○																
群馬県	ぐんま統合型医療システム	http://www.med.pref.gunma.jp	X	英語	○																
埼玉県	埼玉県医療機能情報提供システム	http://www.iryu-kansaku.jp/saitama/kansaku/Category/Search.asp?sym	X	日本語	○																
埼玉県	埼玉県救急医療情報システム	https://99.pref.saitama.lg.jp	X	X	○																
千葉県	ちば医療ナビ	http://www.iryu.pref.chiba.lg.jp	X	日本語	○																
千葉県	ちば救急医療ネット	https://www.qq.pref.chiba.lg.jp	X	X	○																
東京都	東京都医療機関案内サービス ひまわり	https://www.himawari.metro.tokyo.jp/qq13/qqport/tomintop/	A	英語・中国語・韓国語	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
東京都	かながわ医療情報検索サービス	http://www.iryu-kansaku.jp/kanagawa/	X	日本語	○																
神奈川県	神奈川県救急医療情報システム	http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f534442/	C	X	○																
新潟県	にいがた医療情報ネット	https://qq.niigata-iyeku.jp/qq15/qqport/kenmintop/	A	英語・中国語・韓国語	○																
富山県	とやま医療情報ガイド	https://www.qq.pref.toyama.jp/qq16/qqport/kenmintop/	B	英語	○																
石川県	石川県医療・薬局機能情報提供システム	http://i-search.pref.ishikawa.jp	C	日本語	○																
福井県	医療情報ネットふくい	http://www.qq.pref.fukui.jp/qq18/qqport/kenmintop/	A	英語・中国語・韓国語	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
山梨県	やまなし医療情報Net	https://www.yamanashi-iryu.net/qq19/qqport/actb0019TPMMLT01.do	A	英語・中国語・韓国語	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
長野県	ながの医療情報Net	https://www.qq.pref.nagano.lg.jp	B	英語	○																
岐阜県	ぎふ医療施設ポータル	http://www3.pref.gifu.lg.jp/pref/s11229/teikyo/	A	英語	○																
岐阜県	ぎふ救急ネット	https://www.qq.pref.gifu.lg.jp	D	X	○																
静岡県	医療ネットしずおか	https://www.pref.shizuoka.jp/qq22/qqport/kenmintop/	A	英語	○																
愛知県	あいち医療情報ネット	http://iryujoho.pref.aichi.jp	B	英語	○																
愛知県	あいち救急医療ガイド	http://www.qq.pref.aichi.jp	C	日本語	○																
三重県	医療ネットみえ	https://www.qq.pref.mie.lg.jp/qq24/qqport/kenmintop/	C	日本語	○																
滋賀県	医療ネット滋賀	http://www.shiga.iryu-navi.jp/qqport/kenmintop/	A	英語・中国語・韓国語	○																
京都府	京都健康医療よろずネット	http://www.mfcs.pref.kyoto.lg.jp/ap/qq/men/pwtpmenult01.aspx	A	英語・中国語・韓国語	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

	医療情報システム	URL	ウェブサイトの外国語表示	外国語対応可能な医療機関検索の可否・検索時の言語	英語	中国語(台湾)	韓国語	タイ語	フィリピン語	インドネシア	トルコ語	ベトナム語	カンボジア語	フランス語	ポルトガル語	ドイツ語	ロシア語	イタリア語	スペイン語	その他
大阪府	大阪府医療機関情報システム	http://www.mfs.pref.osaka.jp/apaaq/qq/men/pwtpmenult01.aspx	X	日本語	O	O								O	O	O	O	O	O	
兵庫県	大阪府救急・災害医療情報システム	https://www.mfs.pref.osaka.jp/apaaq/qq/mnmv/mwtpmenult01.aspx	X	X																
	兵庫県医療機関情報システム	http://web.qq.pref.hyogo.jp/hyogo/ap/qq/men/pwtpmenult01.aspx	X	日本語	O	O								O	O	O	O	O	O	
奈良県	兵庫県広域災害・救急医療情報システム	http://web.qq.pref.hyogo.jp/ap/qq/men/pwtpmenult01.aspx	X	X																
	なら医療情報ネット	https://www.qq.pref.nara.jp/qq29/qport/kenmintop/	X	英語・中国語・韓国語	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
和歌山県	わかやま医療情報ネット	https://www.wakayama.jp/qq29/qport/kenmintop/	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
鳥取県	とっとり医療情報ネット	https://medinfo.pref.tottori.lg.jp	X	日本語	O	O								O	O	O	O	O	O	
島根県	島根県医療機能情報システム	http://www.qq.pref.okayama.jp	X	日本語	O	O								O	O	O	O	O	O	
岡山県	おかやま医療情報ネット	https://www.qq.pref.okayama.jp	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
広島県	救急医療Net Hiroshima	http://www.qq.pref.hiroshima.jp/qq34/qport/kenmintop/	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
山口県	やまぐち医療情報ネット	http://www.qq.pref.yamaguchi.lg.jp/qq35/WP000/RP000001BL.do	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
徳島県	医療とくしま	http://anshin.pref.tokushima.jp/med/	X	X																
香川県	医療ネットさぬき	https://www.qq.pref.kagawa.lg.jp/ri37/qport/kenmintop/	X	日本語	O	O								O	O	O	O	O	O	
愛媛県	えひめ医療情報ネット	https://www.qq.pref.ehime.jp/qq38/qport/kenmintop/	X	日本語	O	O								O	O	O	O	O	O	
高知県	こうち医療情報ネット	https://www.kochi-iryo.net	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
福岡県	ふくおか医療情報ネット	https://www.fmc.fukuoka.med.or.jp/qq/qq40gmmenult.asp	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
佐賀県	99さがネット	https://www.qq.pref.saga.jp	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
長崎県	ながさき医療機関情報システム	http://iryou.pref.nagasaki.jp	X	X																
熊本県	くまもと医療ナビ	http://mis.kumamoto.med.or.jp	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
大分県	おおいた医療情報ネット	http://iryo-joho.pref.oita.jp	X	英語・中国語・韓国語	O	O								O	O	O	O	O	O	
宮崎県	みやざき医療ナビ	https://www.e-navi.pref.miyazaki.lg.jp	X	英語	O	O								O	O	O	O	O	O	
鹿児島県	かごしま医療情報ネット	http://iryo-info.pref.kagoshima.jp/qport/	X	日本語	O	O								O	O	O	O	O	O	
沖縄県	沖縄県うちな医療ネットワーク	http://imuutina.pref.okinawa.lg.jp	X	X																

医療機関において医療通訳が必要となる背景

現在、住民として登録されている外国人は 247 万人と推定されている。こうした外国人の中には日常会話がある程度できる人も多いと思われるが、こと医療に関わることとなると、専門用語の理解だけでなく、病状を的確に伝え、また医師の説明をしっかりと理解することが必要となる。さらには病院内で患者取り違えや、手術部位の間違えを防ぐためにも、医療機関側と外国人患者の間には、言語サポートを活用してのコミュニケーションが必要となる。現在においても医療機関に外国人が受診することはままあることとであるが、来る東京オリンピックでは相当数の外国人がこの日本を訪れることとなるため、これまで通訳を利用したことがないような医療機関でも外国人の患者に対応する機会が増えると考えられる。医師や看護師の中には英語での日常会話は可能な人もいるが、診察や医療費の説明の際に必要なテクニカルタームを熟知している人ばかりではない。また、それぞれの言語毎に医療通訳が必要となるが、常に多言語に対応できる体制をとっておくことは容易ではない。特に英語以外の言語に対応できる通訳者を常時確保しておくことは難しいため、遠隔の医療通訳システムを使えるよう準備しておくことや、対応可能な近隣の医療機関への紹介方法をスタッフに周知しておくことも準備として欠かせない。このように現時点では、医療機関側で医療通訳を依頼できる先をあらかじめ探し、連絡先や依頼方法を確認しておく必要がある。具体的には、医療通訳に対応可能な遠隔通訳サービスとの契約、地域の人材バンク的なものに登録されている、すでに医療通訳を経験している人などのリソースの活用が必要になる。また、外国人への医療提供の場面では言語のみでなく、各国の宗教や慣習が一つの障壁となり得る。例えば、女性の患者には女性の医師や看護師だけで対応して欲しい、と言った宗教や慣習からの依頼を受けることもあるであろう。こうしたことから、外国人患者とのコミュニケーションには、単に言語だけではなく、医療機関側の異文化への理解、寛容な態度も求められる。

医療通訳に求められるもの

他の多くの国と同じように、本邦でも医療通訳は国家資格ではなく、民間の認定資格である。本項では医療通訳者の特殊性を理解するために、医療通訳に一般的に求められるものについて提示する。

1) 知識

医療における患者の権利に関する知識と理解

医療や保健に関する基本的な知識と用語の理解

日本における医療のシステムについての知識と理解

文化および社会的な違いやコミュニケーションに関する知識と理解

2) スキル

通訳言語の十分な運用能力

通訳における言語を適切に運用できる能力は医療通訳にもとめられる基本スキルである。各々の言語において日常会話以上の通訳技術が求められる。

通訳技術（対話を中心とした逐次通訳）

→通常医療機関を外国人が受診する場合は医療者または患者からの、ある一定の発言ののちに通訳して伝える逐次通訳の形をとることが多い。このため、ある一定の時間的余裕がある分、診療を終えるまでに長時間を要するデメリットがある。多忙な医療機関では長時間の診療は他の患者の診療の妨げになることもあることから、逐次通訳であってもスムーズな通訳技術がもとめられる。

異文化に合わせた適切な対応能力や調整力

→医療従事者からの情報や実際に行われる処置などが外国人患者にとって受け入れられないようなこともあるため、状況に合わせた対応が求められる。

適切な情報収集力

→通訳する内容によっては高度な医学的な判断を求められることがある。その際は通訳者が十分に理解した上で情報を通訳して伝える必要がある。その際、自身に不足している情報などがあれば適切に情報を収集できる能力が求められる。

体調や精神面を含めた自己管理能力

→事例によっては外来での通院を繰り返す必要もあり、また入院症例の場合はある一定期間の対応が求められることがある。さらに緊急事態では夜間対

応を求められることもあり、こうした点から体調面の管理は重要である。また、緊急事態では患者家族のストレスも大きく、医療通訳を担当するものが受ける精神面へのダメージも無視できない。精神面も含めた体調の自己管理能力が求められる。

3) 倫理

医療通訳者として定められた職業倫理などは現時点では定められていない。しかしながら、医療の現場という特殊性から以下に述べる倫理を守ることが求められる。

1. 基本的な人権の尊重
2. 守秘義務、プライバシーの尊重
3. 中立・客観的な判断
4. 正確性
5. 専門性の維持・向上
6. 信頼関係の構築
7. 利用者との私的な関係の回避
8. 医療従事者、支援団体や専門家との連携・協力
9. 健康の保持増進
10. 品行の保持

医療通訳の確保

救急医療においては、急な体調不良者に対応をする必要があるため、以下のような体制整備が必要である。

1) 遠隔通訳

英語や中国語といった需要の大きい言語を含む電話やタブレット画面を用いた遠隔通訳を利用できるよう医療機関として常時あるいは必要時に臨時で使えるように備えておくことが必要である。東京都では、平日夜間と週末に医療機関が利用できる救急診療の電話通訳サービスが導入されている。あらかじめ登録をしておけば、患者や医療機関の費用負担なく使用が可能である。

2) 対面通訳（院内スタッフ）

受付対応や診察場面の通訳の多くは、電話やタブレットで対応可能であるが、治療方針含め複雑で時間がかかるコミュニケーションの場合、対面通訳を確保しなくてはならない場合も想定される。院内の語学堪能者で対応をする場合は、その人の対応可能時間と依頼方法を含めたリストの作成が必要になる。他の業務を行うことについての部門責任者の承認をあらかじめ得ておくことも重要である。

3) 対面通訳（外部からの派遣）

自治体によっては、定期的に通訳養成研修を開催し、医療機関に有償・無償で派遣をしているところもある。事前予約が必要なところが多く、救急外来のように急ぎの対応が必要な場合は必ずしも希望どおりに調整できないこともあるため依頼する案件によって依頼をすることを検討する。民間の通訳派遣会社に依頼する場合は、費用が割高になるので、その費用をだれが負担するのか、医療通訳が可能な通訳か等を事前に確認することが重要である。

4) 医療通訳者以外の人による臨時の通訳対応

夜間の救急診療で、マイナーな言語の場合には、通訳の確保は困難であり、同行している友人や家族に通訳の協力をしてもらわないといけない場面も少なくない。しかし、繰り返し依頼できないこともあり、また訓練を受けていない人の通訳では誤訳やミスコミュニケーションのリスクが増え、個人情報保護の観点からも課題が多い。平日の日中にフォローを行うなど事後の支援が必要である。

5) 医療通訳を依頼する時の留意事項

医療サービスやあるいは外国人コミュニティの方の協力を得る場合にせよ、医療機関側が協力することでコミュニケーションが円滑となることがある。下記の点に留意すると良い。

- ・ 通訳者の位置に配慮すること
通常、患者の真横、ないし少し斜めうしろに位置してもらうようにすると、患者が主体として話しやすい環境となる。

- ・ 通訳しやすい話し方で話すこと
通訳を正確に行うためにもあまり長文を話すと、通訳が困難となり、誤解の元となる。このためできるだけ通訳しやすいように簡単かつ正確な日本語を話す事に心がけることが大事である。
- ・ 通訳時間をせかせないこと
医療機関に従事する者にとって時間を十分に取ることが非常に難しい場面も多いが、外国人対応の場合はミスコミュニケーションが重大な問題に発展しかねないため、ある程度時間をしっかりと取る必要がある。
- ・ 通訳業務以外の雑用を依頼しないこと
言語の問題から、ついつい入院中に必要な物品の購入や家族への連絡をお願いしてしまう事があると思われる。雑用と通訳業務の間の線引きが医療機関側からわかりにくい点もあるかと思われるが、その点は十分に配慮する必要がある。

*外国人患者とのコミュニケーションにおいて医療機関側が医療通訳者を一人の専門職として捉えることに慣れていないために、通訳している人を患者の家族または関係者と同一視してしまう傾向がある。患者自身に対してはもちろんであるが、医療通訳者が「通訳業務」に専念できるように、環境や言葉遣いなどにも配慮することを心がけなければならない。

外国語対応ツール

そもそも患者が話す言語が何かによって対応が異なるため、判断ツールとして、代表的な言語を一覧とした多国籍対応意思表示ツール(図 1)などを準備する必要がある。外国語対応ツールとしては、電話やタブレット画面を介した医療通訳サービスが一般的である。近年は音声認識技術の進歩から、無料または比較的安価なスマートフォンなどのアプリや専用の通訳デバイスが開発されている。しかし、これらアプリやデバイスは簡単な通訳になるため、会話者の発音などの影響を受け、正確さに欠ける翻訳が行われるリスクがまだあり、診療の現場

での医療通訳の代替ツールにはならない。込み入った通訳となるとやはり通訳サービスが必要になる。

1) 遠隔医療通訳システム

電話やタブレットを介した医療通訳サービスで、英語・中国語など需要の多い言語では 24 時間対応可能なものも多い。ただし、対応時間、対応言語については各社のサービスをあらかじめ把握して活用する必要がある。需要の高い言語では、すぐに繋がらない場合もある。

2) スマートフォンなどのアプリ

アプリの入ったスマートフォン端末に直接話しかけることで、音声を認識し、通訳してくれるアプリが複数開発されている。アプリによっては 30 言語にも対応しているものもあり、また無料で利用できるものもあるが、医療の現場で必要な会話まで対応できているものは少数であり、医療通訳の代わりにはならない。

3) 専用デバイス

医療者着用型通訳機器（ウェアラブルデバイス）やポケットサイズの専用端末で音声を認識して、通訳する端末も近年開発されており、ポケットに差し込んで、ハンズフリーの状態ですべて患者対応可能というメリットがある。しかし、課題としては、WiFi 環境の整備、音声周囲に漏れやすいこと、が挙げられる。また、音声認識の精度の点から、医療者と患者双方がシンプルな会話をすることに努める必要がある。

参考文献

1) 「医療機関等外国人対応マニュアル」あいち医療通訳システム推進協議会。

<http://www.aichi-iryoku-tsuyaku-system.com/manual/index.html>

2) 「医療通訳共通基準」医療通訳の基準を検討する協議会. 2010

<https://www.tabunkakyoito.org/医療通訳育成カリキュラム/医療通訳共通基準/>

3) 「医療通訳育成カリキュラム基準」 厚生労働省

<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000056944.html>

図 1

コミュニケーションツール(受付時、指差し)

Q

日本語	通訳は要りますか？ 無料です。
English 英語	Do you need language assistance? It's free of charge.
中国語	您需要翻译帮助吗？ 是免费的。
Español スペイン語	¿Necesita asistencia idiomática? Es gratuito.
Português ポルトガル語	Você precisa de um tradutor? É gratuito.
Tagalog フィリピン語	Kailangan mo ba ng interpreter? Libre lang, walang bayad.

A

YES	NO
------------	-----------

訪日外国人対応

1.4 外国人医療における課題

1.4.5 帰国のための医療搬送 Medical Repatriation

訪日外国人が退院帰国する際、独歩不能な場合は医療搬送が必要となる。事件や事故に巻き込まれたケース以外は、日本の行政サイドの実質的なサポートは全くない。帰国のための手続きは日本側の病院スタッフ、特に事務職が調整しなければならない。帰国を検討するにあたり以下の項目を考慮する。

- ① 本人の希望
 - ② 家族の希望と理解
 - ③ 帰国後の受け入れ病院の選定
 - ④ 日本側の主治医の医学的判断
 - ⑤ 移動中必要な医療機器及び薬剤の準備
 - ⑥ 医療スタッフ付き添いの必要性判断
 - ⑦ エアチケットの手配（LCCは避ける）
 - ⑧ 国内飛行場までの搬送方法
 - ⑨ 飛行機乗継時の対応手配
 - ⑩ 到着飛行場から病院までの搬送方法
 - ⑪ 搬送費用の総額
 - ⑫ 日本での医療費の計算（1点何円とするのか）
 - ⑬ 旅行保険でカバーできる費用（救済者費用）の額
 - ⑭ 患者の支払い方法
 - ⑮ 説明内容を正しく伝えられる通訳（医療通訳者）の確保
- 航空機に搭乗できる身体状態かの判断の一助として International Air Transport Association (IATA) の Medical Manual がある。IATA は世界 280 の航空会社が加盟している（全航空会社の 83%）。
<http://www.iata.org/publications/Pages/medical-manual.aspx>
この中に Specific Medical Guidelines が記載されており、参考になる。
- 主治医は航空機搭乗許可の診断書 Fit To Fly Form (FTF) を作成する。また、航空会社に提出する医療情報 Medical Information (MEDIF) も作成する。航空会社がこれを査定するのにストレッチャー搬送の場合、5 営業日はかかる。
- 旅行保険会社への連絡

搬送費用だけの補償なのか、帰国の搬送コーディネーション、同行する医療スタッフの派遣も請け負うのか確認する。

- 無保険旅行者の場合、日本にある各国大使館に連絡してみる。アメリカとカナダは公費で負担できる制度がある。
- 酸素投与
米国発着路線は酸素ボンベの機内持ち込みは出来ないが、貸し出しは対応している。各国の航空会社にて対応は異なっている。
- 医療機器の持ち込み
機内では電源確保はできないため、点滴ポンプなどはバッテリーの予備を準備する。
- 搬送医療チームが迎えに来た場合も、病院を出発するまでの医療行為は主治医側がおこなう。治療における医療の責任範囲を明確にしておく。
- 準備に時間がかかり帰国のタイミングを逃す場合がある。病状が進行している患者の移送手続きは迅速におこなう。
- 患者が退院に関して病院側の提案を受け入れない場合は、自己責任での退院・帰国になる。これに対する同意書を作成し、患者の署名を必ず取得しておく。
- 通訳を介した病状説明では、患者や家族が楽観視し病状や予後を深刻に受け入れていない場合がある。リスクは繰り返し説明すべきである。

付録 国内の海外搬送業者

医療スタッフの搬送付添いや病院手配、各種保険の申請までおこなう業者もある。これまでの搬送実績のあるアシスタンス業者を下記に示す。

- ・LieBEN (リーベン) : 0120-119-751
- ・INTERNATIONAL SOS : 03-3560-7170 (会員以外も対応可能)
- ・Japan Assist International : 050-3684-6780

1.4.6 死亡時の対応

海外渡航者の死亡は 1/100,000 と言われている。日本で訪日外国人が死亡した場合は、遺体の本国への移送が問題となる。日本では火葬が一般的だが、海外では土葬が主流である。遺族に遺体処理法について確認する。また国によって移送方法の規則が異なるため、在外公館（大使館または領事館）に連絡し対応につき協議する。

- 死亡診断書が 2 通必要となり、1 通は在外公館（大使館または領事館）に連提出する。
- 火葬の場合はもう 1 通を死亡した病院のある役所に提出し、埋火葬許可書を交付してもらう。これには時間がかかるケースが多いようである。
- 遺体移送の場合は遺体処理（エバーミング）をおこなう施設にもう 1 通を提出する。施設からの遺体処理証明書と納棺梱包証明書が必要となる。
- 死亡原因によっては航空機での遺体移送ができないこともある。
- 費用は旅行保険が適応されることもあり、保険会社にも連絡をする。
- 本国への遺体移送の業務全般をおこなう葬儀会社が国内に存在する。葬儀会社は在外公館から指定される場合もある。

1. 訪日外国人対応

1.4 外国人医療における課題

1.4.3 宗教・生活習慣と医療（案）

・参考資料「あいち医療通訳システム推進協議会」HP

「医療機関等外国人対応マニュアル」

<http://www.aichi-iryoku-tsu-yaku-system.com/manual/index.html>

1. 外国人患者に対応するときの基本的な留意点

外国人に対する偏った見方をしないこと、日本人とは文化、習慣も違うので考え方、感じ方が日本人とは異なることを意識することが必要と思います。我々が海外に旅行に行った際に、言葉の不自由さ、文化、習慣の違い、様々な不慣れな状況に不安を抱きます。同様に海外の旅行者も不安を持つでしょう。日本人でも体調不良を訴えたり、病院を受診することに不安を覚えるのに、異国の地で病気やけがになった際には様々な不安を抱えて、病院を訪れます。我々は、患者さんの不安を少しでも和らぐように、まずは挨拶でも良いので声をかけてあげることが必要だと思います。

2. 各国の医療事情と医療に対する考え方

1) 中国の医療と文化の違い

日本のようなインフォームド・コンセントはほとんど行われないう。セカンドオピニオンは、普通に行われている。重大疾患の告知について、なるべく本人を避けて、まずは家族に告げるように配慮している。漢方以外の薬についても自分で服薬コントロールできると考え、効かないと思ったら倍の量を飲んだり、回数を増やしたりするので要注意。服薬よりも注射を好む。

2) ブラジルの医療と文化の違い

薬についても、何のためにどのくらい飲まなければならないのかと言ったことを具体的に理解していないと、良くなった時点で中止してしまうこともあるようです。処方の方も異なっており、総じて強めのものを短期間服用として出されるようです。日系南米人患者さんの中には、日本の薬は効かないと思いこんでしまっている人が少なくないようです。また、母国の薬を飲み続けていることもありますので、注意が必要です。

食文化については、夕食時間が21時くらいから始まる

3) ペルーの医療と文化の違い

質問や説明を求めると嫌がる医師に対しては冷たいと感じますし、一度診察において医師に不信感を抱くと悪化してもその病院に戻らず、別の病院を受診し、治療が遅れてしまう

こともあります。

帰国には体力と気力が必要です。「帰国しての治療」に関しては、医師から勧めると治療を拒否しているように感じるので、伝える際には注意してください。帰国の話をするときには患者への説明の中であくまでも選択肢の一つとしてください。

薬の種類や量は日本と違うため、帰国して治療する場合は確認が必要。薬の量については、ほとんどのペルー人が「日本の薬は弱い・効かない」と信じているため、勝手に量を増やしたり、本国から薬や注射液を取り寄せたりする。投薬管理は患者任せでなく確認の必要あり。多くはカトリックを信仰しているが、それ以外の宗教によっては一定の医療行為を禁止していたりする。また、本国では火葬より土葬が一般的なため、火葬する際は遺族への配慮が必要。死期が近づくと宗教者を呼んでお祈りを希望することがある。

3.文化の違いによる留意点

良くルールは変えられても文化は変えられないというように、人には地域社会の文化により、価値観、世界観、習慣、行動様式、風習、言語など異なります。それを変えることは難しいことです。そのため、外国人に接した際に、医療に対する考え方、宗教行為、習慣・国民性のちがいに気がつかず、医療者と患者さんの双方に「戸惑い」、「混乱」、「不信」が発生することがあります。

1) 宗教上の注意

ヒンドゥー教は牛肉を食べてはいけない、イスラム教は豚肉を禁じています。ユダヤ教は肉製品と乳製品を一緒にしたもの、たとえばチーズバーガーは食べられません。個人的にそうしたことをゆるく解釈し守っていない人もいます。

宗教については、各国の政治事情と同様に、思わぬ論争に発展してしまうことを避けるために自分の意見や主張を表明しないほうが無難でしょう。

①イスラム教への留意点

イスラム教に由来する行為や制限は、厳格な人とゆるく解釈する人といった人による違い、宗派による違い、国・地方の習慣による違いという3つの違いがあるようです。

イスラム教徒は、通常、早朝から就寝までの間に5回、メッカの方向に向かって10分間程度のお祈りを毎日する。患者さんからメッカの方角を聞かれたときは、真北と真東の方角を教えてあげると、自分でメッカの方角を割り出します。また、年に1回、ラマダーンという断食月があります。1年のうち1か月間(毎年開始日が10日ずつ前にずれていく)、日の出から日没までは水も含めていっさいのものを口にすることができず、日没後に飲食をします。ただし、入院中の健康管理上必要な食事や決められた時間に服薬の必要がある場合、点滴の必要がある場合などは断食を許され、後日健康になってからその日数の分だけ各自で断食を行えばよいそうです。

女性が夫以外の男性に肌をさわらせるのは宗教上許されないことです。そのため、女性患者の場合は女性医師を強く希望することになります。ただし、生命の危険があるときや

意識不明の場合は、許されているそうです。

食事の面では豚肉がタブーのため、ラードやゼラチンなどが料理や加工品にわからない形で入っていても食べられません。豚肉以外の動物肉の場合でも、ハラールというイスラム教による「儀式処理」された肉以外は食せません。アルコール類も一切だめです。基本的に魚介類や豆類、穀物類で作られた食事が良いでしょう。特別に作れないようであれば、ベジタリアンと同じにすればいいと思います。

4. インフォームドコンセント
5. 検査（肌に触る行為など）
6. 看護ケア
浣腸や坐薬
死後の処置 等
7. 薬剤について

WBGT による予測

熱中症は、体内での熱の産出と熱の放散のバランスが崩れて、体温が著しく上昇した状態だが、体への熱の出入りに関係する気象条件としては、気温（周囲の空気の温度）、湿度（空気に含まれる水蒸気量に関係）、風速、放射（輻射）熱（太陽からの日射、地表面での反射、建物からの輻射など）がある。気温が高い、湿度が高い、風が弱い、日射・輻射が強いという条件は、いずれも体からの熱放散を妨げる方向に作用するため、熱中症の発生リスクを増加させる。熱中症予防のための指標として、夏期の湿度が高い日本では、気温だけでなく湿度も熱中症の増加に大きく寄与すること、日射の影響も考慮する必要があることから、気温、湿度、風、日射・輻射の気象条件を組み合わせた指標として、暑さ指数（WBGT：Wet Bulb Globe Temperature）が推奨されている。図1（WBGTと熱中症搬送者数）のように WBGT（暑さ指数）が高くなると、熱中症搬送が増えるのは明らかであり、東京オリンピックの開催期間に熱中症患者が多数発生するのは不可避である。

暑さ指数に対応する行動指針としては、（公財）日本体育協会による「熱中症予防運動指針」、日本生気象学会による「日常生活における熱中症予防指針」がある。しかしながら、これらは市民を対象とした指標であり、極限まで鍛錬したオリンピック選手や関係者の指標となるかは検討が必要である。

東京都内では1か所（北の丸公園）のみでWBGTを測定していて、これを基に都内の各地区の熱中症の発生を予測するのは難しい。都内の各地区・競技施設での発症を予測し、対策を立てるには、東京都内の発症傾向を把握する必要がある。

これまでに東京都内での熱中症の大規模疫学調査は行われていない。東京都内の二次病院83例の報告では、従来の日常生活、スポーツ、労働の3群に、新たに電車を加えて4群に分類しているが、図4（東京都内での軽症熱中症（82例））のように電車での発症が全体の18.3%（15例）にもおよび、スポーツ（12.2%）や屋外労働（11.0%）より多く、相当の割合を占めていた。さらに、図5（東京都内の熱中症の発症している時間帯）のように電車での発症は午前が多かった（60.0%）と報告されており、通勤ラッシュの電車が東京都内の熱中症の特徴となっている可能性がある。

東京都内や大規模イベント特有の発症傾向、オリンピック選手・関係者を対象とした暑熱環境での行動指針を把握したうえで、WBGTを用いた発症予測と対策を行う必要がある

オリパラ委員会2018 WBGTによる予測

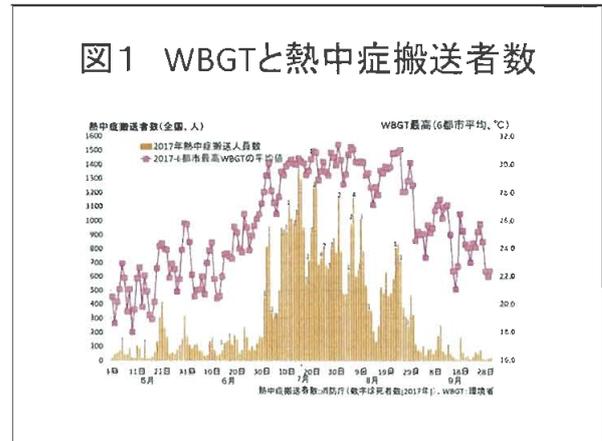
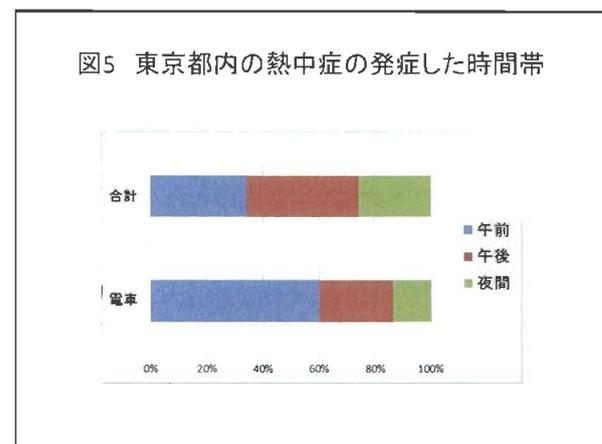
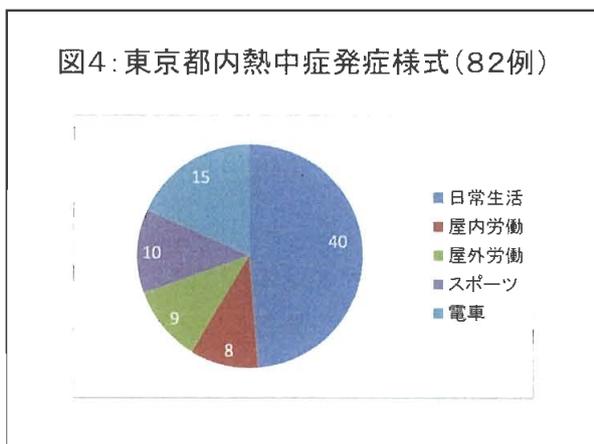


図3 日常生活における熱中症予防指針

日常生活における熱中症予防指針

温度基準 WBGT	注意すべき 生活活動の目安	注意事項
危険 31度以上	すべての生活活動でおこる危険性	高齢者においては安静状態でも発生する危険性が高い。外出はなるべく避け、涼しい室内に移動する。
重要警戒 28～31℃		外出時は炎天下を避け、室内では室温の上昇に注意する。
警戒 25～28℃	中等度以上の生活活動でおこる危険性	運動や激しい作業をする際は定期的に十分に休息を取り入れる。
注意 25℃未満	強い生活活動でおこる危険性	一般に危険性は少ないが激しい運動や重労働時には発生する危険性がある。



本内容をガイドラインと称してよいのか？

【はじめに】

昨今、インフルエンザ等の感染症の流行予測に検索語、ソーシャルネットワークサービス (social network service、以下 SNS と略す) 等を用いた手法が注目を集めている。グーグルはユーザーの検索ワードを検討することによりインフルエンザの流行を公的機関と同等の正確さで1~2週間早く予測することが出来ると報告している。中国でもインターネットの検索語の動向がインフルエンザの流行を反映する可能性があることが示されている。また、SNS の一つであるツイッターによるインフルエンザ様疾患の評価は疾患の推移を追跡できることが知られている。インフルエンザという感染症で用いられた方法であれば、外因性疾患にも応用できる可能性がある。

さて、わが国における最高気温の歴代全国ランキングをみると、40℃を超える観測地点がこれまでに18地点あり、そのうち11地点は2000年以降に観測されたものである。今後も熱中症への対策を講じる必要があり、前述の SNS を用いた熱中症の予測が可能となるのであれば、即時性の観点等からその有用性が高いと考えられる。

【概要・内容】

<熱中症救急搬送者数と相関する気象データは？>

A：平均気温と最高気温である

解説；2013年の気象データ（日別の平均気温、最高気温、最低気温、平均湿度、日照時間、平均風速、降水量）と日別の熱中症救急搬送者数（東京都、神奈川県、大阪府）を分析した。それぞれの気象データに対して当日、前日データのほか前日との差分データも検討した。その結果、当日の平均気温と最高気温が熱中症救急搬送者数と高い相関があることがわかった。

<気象データから熱中症救急搬送者数を予測することは可能か？>

A；可能だが、馴化（じゅんか）の観点から限界がある。

解説；相関の高い平均気温と最高気温のうち標準偏差が小さい平均気温を説明変数とし、目的変数を100万人あたりの熱中症救急搬送者数の予測式として近似できるかを検討した。作成した予測式を時系列での熱中症救急搬送者数と比較してみると、最初のピーク時でどの地域でも予測式の値が実際の熱中症救急搬送者数を下回ることが判明した。シーズン初期の頃は、暑さに対して、身体がまだ“馴化”されていないために、同じ気象条件でも多くの熱中症患者が発生するためではないかと推察された。

<SNS データと熱中症救急搬送者数に相関はあるか？>

A；相関する

解説；ヒトの気候（暑熱）への馴化の問題があるとするならば、気象データだけで熱中症救急搬送者数を予測するのは限界があると考えられた。昨今、感染症の予測にネット検索やSNSが使用されていることに着目し、同様のことが外因性疾患である熱中症でも応用が可能かを検討した。SNSの一つであるツイッターに着目し、熱中症救急搬送者数と「熱中症と考えられる」ツイート数との関係を検討したところ相関があることがわかった。気象データの予測式では予測が困難であったシーズン当初でも相関していた。このことは熱中症発生予測にSNSが役立てる可能性があることを示している。

<熱中症と考えられるツイート中に使用される言葉に特徴はあるか？>

【解決すべき問題点】

＜SNS を用いた熱中症予測の手法を提案できるか？＞

＜「熱中症と考えられる」ツイートの特徴を捉える＞

熱中症救急搬送者数と関連した「熱中症と考えられる」ツイートは下記の文字列を伴っているものと定義している。

熱中症（かも）？／熱中症（に）なっている／熱中症（に）なった／熱中症（に）なりかけて／熱中症っぽい／熱中症（に）なりそう／熱中症（に）なって／熱中症（に）なってしまった／熱中症（に）なりました。

そこで、これらのツイートを分析することにより頻出する共起ワード等の特徴について分析する。共起ワードとは、特定のワードについて注目した際の、同じツイート内に存在する別ワードを意味する。

さらに、「熱中症と考えられる」ツイートの頻出共起ワードが存在する場合、性別や年代、地域によって共通の特徴が認められるかを検討する。

このような「熱中症と考えられる」ツイートの共起ワードを検討することにより、熱中症という単語は使われていないが、熱中症になる可能性のある人を共起ワードから検出できる可能性がある。

＜根拠が単年度データ→複数年度でも同様のことが確認できるか＞

これまでの SNS の一つであるツイッターでの熱中症関連ツイートと熱中症救急搬送者数との関係についての分析は単年度（2014 年）によるものであった。ツイートをを用いた熱中症予測を実現するためには、単年度にとどまらず複数年度でも同様の結果が得られることが必要である。

そのため、2014 年以外の年におけるデータを分析して、同様の結果が得られるかを検討すべきである。

＜SNS を用いた予測式の開発＞

複数年度でも 2014 年と同様に「熱中症と考えられる」ツイートと熱中症救急搬送者数が関連していることが明らかとなれば、「熱中症と考えられる」ツイートを活用した熱中症救急搬送者数の予測式の開発は可能であり、予測式を考案する。

＜前兆ワードを分析する＞

「熱中症と考えられる」ツイートを時間的に遡って検討することにより、熱中症になりそうなツイートをピックアップすることが出来るかを検討する。また、「熱中症と考えられる」ツイートの頻出共起ワードが使用されている（組み合わせなども考慮）ツイートがその後、熱中症様の症状をどの程度きたすのか（きたさないのか）等を検討する。

【必要な取り組み】

＜提案された予測手法を社会実装できるか？＞

考案された予測式より、熱中症救急搬送者数を予測することは可能となる。

この予測を前日に行う事が出来れば

- 救急車の効果的配置を提言可能

この予測を地域別に行う事が出来れば

- より地域に密着したヒトの耳に届く熱中症注意喚起が可能

前兆ツイートを捕えることが出来れば

- 個別にメッセージ（熱中症予防のための）を送ることが可能

3.1.3 競技別の予測（開催時間、開催競技場など）

地法行政独立法人 堺市立病院機構 横田順一郎

要旨

スポーツ競技における熱中症に対する事前対策や救急医療体制を検討する上で、競技別の発症予測や傷病者動向を予測する必要がある。本項ではマラソンを想定し、観客を中心とした熱中症傷病者の動向を推測するために、祭事を取り上げ発生時間、傷病者動向及び救急医療の実態を調査した研究を中心に紹介する。関連して、熱中症全体の時間別発生などの分析も追加した。

結果、限定された時間に多数傷病者が発生し、ウオークインとして直近の医療機関に集中する結果、救急搬送受入れ機関の選定に困難を来した。対策として、イベント地域の医療機関はウオークイン対策としての救急外来の機能強化を、周辺医療機関に救急車受入れや三次医療機関の確保を計画するのが望ましいと結論する。即ち、多数のウオークイン対応を念頭に置いた集団災害医療としての体制が必要である。

1. 熱中症集団発生の実態

大阪府南部を中心とした多数の地区では秋の週末に、だんじり祭（以下、祭礼）執り行われ、救急医療機関は外傷傷病者だけでなく、年によっては熱中症や食中毒など多彩な救急対応が求められる。とくに、平成 28 年の祭礼時は気温・湿度とも高くなり、堺市医療圏において熱中症が集団発生し、救急搬送業務および救急医療機関の機能に支障を来した。その後翌年以降の対策を検討するために、調査研究を行ったので紹介する。

堺市医療圏（堺市人口：834 千人）には、26 の救急病院があり、うち 1 つの堺市立総合医療センターに三次救急医療施設が併設されている。消防機関は堺市消防局、地域メディカルコントロールは隣接する高石市を含めて、ほぼ一体となっている。

堺市立総合医療センターは、平時の祝日曜日 1 日でウオークイン約 70 名、救急搬送患者約 26 名（うち三次 3～4 名）に対応している。祭礼地区の中心部に堺市立医療センターが位置している（図 1）。多数の熱中症が発生した 2017 年 10 月 2 日の時刻別救急搬送者数を図 2 に示した。12 時から急増し、14 時でピーク、22 時まで続いていた。また、祭礼の中心部にある堺市立総合医療センターの同日の救急患者診療数を示したのが、図 3 である。13-15 時に患者が急増し、その内容は外傷に加え、熱中症や急性脱水症が多くをしめ、この時間帯の救急要請に十分応えられなかった。

2. 対策の検討

上記の実態を対象に課題と対策を検討した。課題として、祭礼地区にある医療機関にはウオークインとして患者急増のあることを過小評価した点と、消防機関側が救急要請時の搬送先を平時通りの業務基準で選定したことである。

前者については、ウオークイン患者の動向は予想できず、事前制御が困難である。このため、医療機関にとってはイベント（この例では祭礼）と環境因子（高温・多湿などの予報）から、救急外来の人員を強化するなどの対策が必要と思われる。

一方、消防機関は集団災害としての行動の遅れが指摘され、本実態を調査研究した森田は、分散搬送の運用を推奨している¹⁾。堺市消防局の『集団災害警防計画』では、局地的な同一災害や事故等により、傷病者がおおむね 20 人以上発生、又は発生するおそれがあり、通常体制では救急・救助活動が困難であると予測される災害となっており、集団熱中症も含まれている。本件では、最終的に 60 名の傷病者が発生しているが、スイッチは入らなかった。理由としては、発生場所が異なり情報の集約化が難しかった、個々の事例で救急・救助活動が困難になるまでにはいたらなかった、当院から消防機関への働きかけがなかったことなどが挙げられる。そこで、祭礼時に対する具体的な運用方法を検討し、事前にスイッチを入れることが必要と指摘している。さらに、災害時の初期対応である、CSCATTT で示される共通の考え方をもとに具体的な運用方法を考えるべきとも述べている。まず、複数個所で発生することや、興奮した祭礼参加者による活動妨害の前例もあったとのことで、C（指揮命令/連絡調整）S（安全確保）を行うために『祭礼』のキーワードで救急隊と支援を行うポンプ車（支援隊）の同時出勤となった。現場では、C（情報伝達）と A（評価）を、救急隊と指揮隊で行い応援の必要性などを判断し消防本部に依頼するとともに、TTT（トリアージ、処置/治療、搬送）を順次開始するが、祭礼傷病者は複数個所で多数発生するため現場全体像の把握は困難と考え、消防本部が全体像を把握し分散搬送の必要性を判断したら、現場では重症例は直近の医療機関への搬送を優先するが、その他の傷病者は祭礼地域以外へ分散搬送するのがよいという（図 4）。

3. 熱中症救急搬送の実態

祭礼などイベント時に発症する熱中症については以上の通りであるが、熱中症対策を立てるにあたり、熱中症発生の季節別及び時間別などの実態を把握しておく必要がある。ウオークインを含めた傷病罹患数としての疫学統計は存在しないため、救急搬送数で推計することにした。

堺市消防局における 2010 年 1 月～2017 年 12 月の救急搬送人員；365,717 名のうち、「熱中症」と記録された搬送傷病者；2,555 名（約 0.7%）を対象とした。対象を搬送時刻、労作性因子の有無、最高気温および日暑さ指数との関連を検討した。なお、運動、就労運度中などを労作性因子が関与したとして分類した。

救急搬送時刻とその頻度を、労作性、非労作性との分け、その頻度を図 5 に示した。ともに環境因子の気温と相関した搬送患者数となっている。労作性、非労作性を問わず午前 10 時以降の昼間帯で多くなり、準夜帯まで救急依頼の多いことがわかる。最高気温と熱中症搬送者数との関係を、日暑さ指数と熱中症搬送者数との関係を図 6 にした。最高気温 33℃、または日暑さ指数 28℃を超えると、熱中症による搬送人数が急増する傾向が認められる（図 6）。熱中症環境保険マニュアル 2014²⁾ に掲載されている死亡者数の発生と同様の結果である。

この調査から、熱中症発症を制御するには、暑さ指数 28℃異常が予測される日、午前 10 時以降のイベント、競技などは回避するべきである。

参考文献

- 1) 森田正則：祭礼による多数傷病者事案の分散搬送についての検討。プレホスピタルケ

ア、4月号、東京出版（掲載予定）

2) 熱中症環境保健マニュアル 編集委員会：熱中症環境保険マニュアル 2014. 環境省環境保健部環境安全課、2016

図表

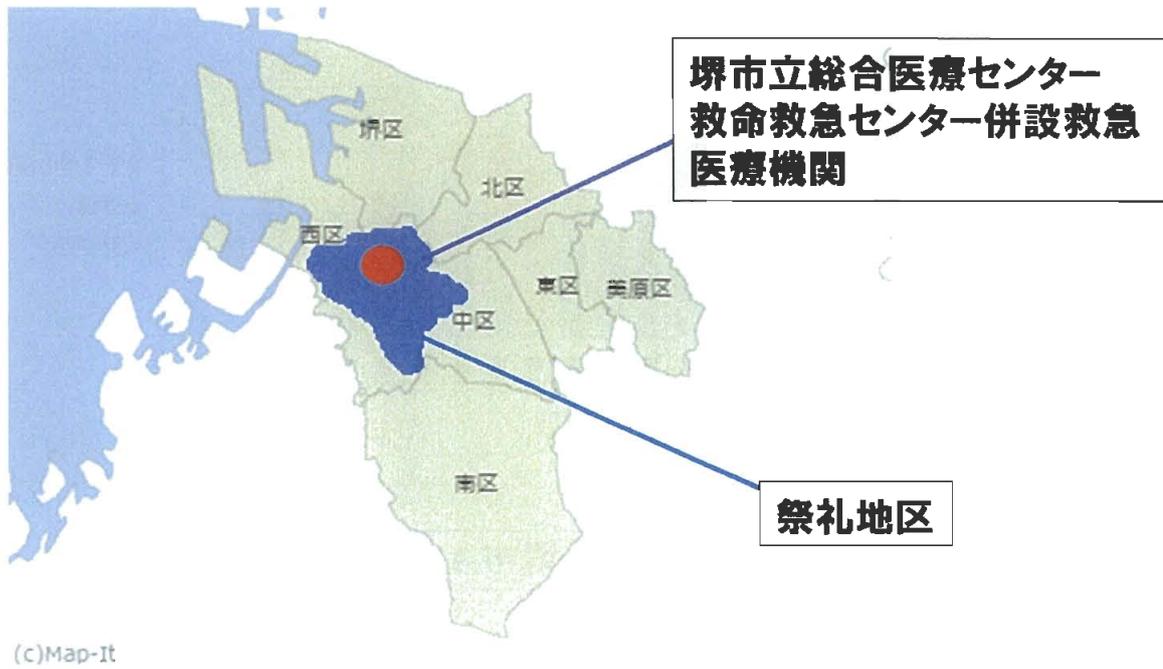


図1 堺市立総合医療センターと祭礼地区

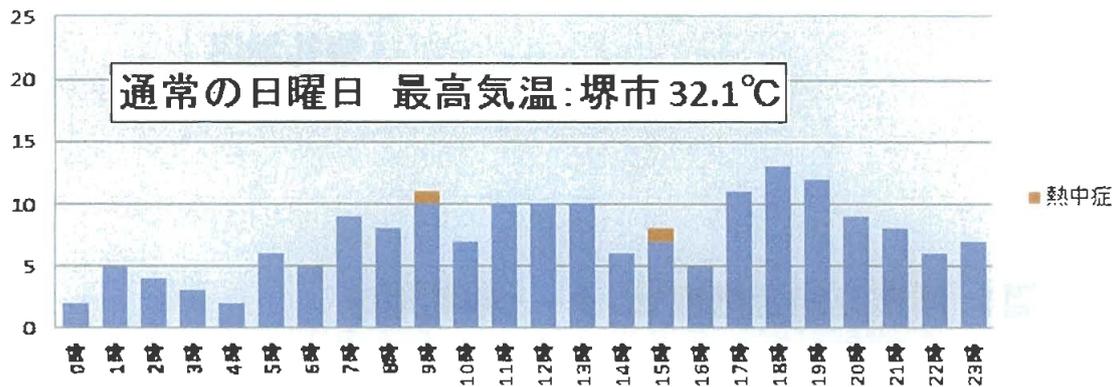
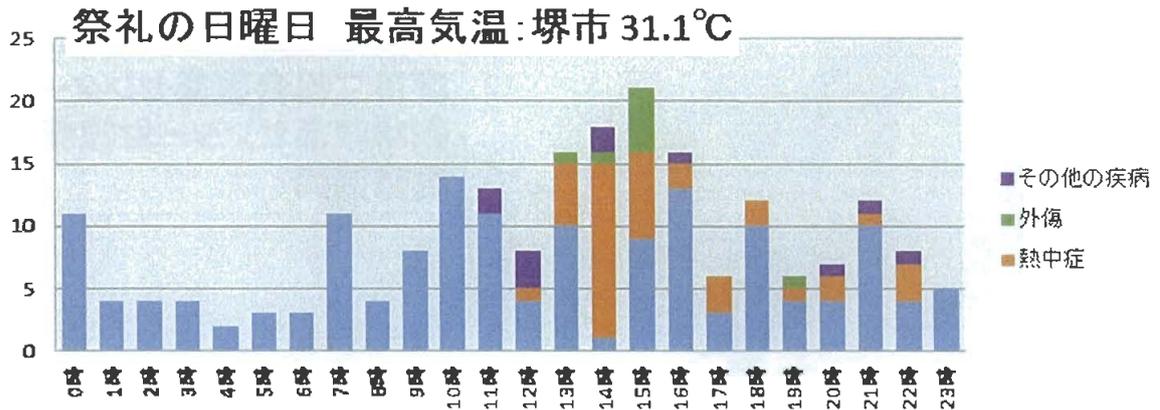


図2 祭礼時の救急要請の実態(堺市消防局調べ)
 上段：祭礼の行われた10月2日の時間別救急出動件数
 下段：祭礼のない同等の気温時の救急出動件数

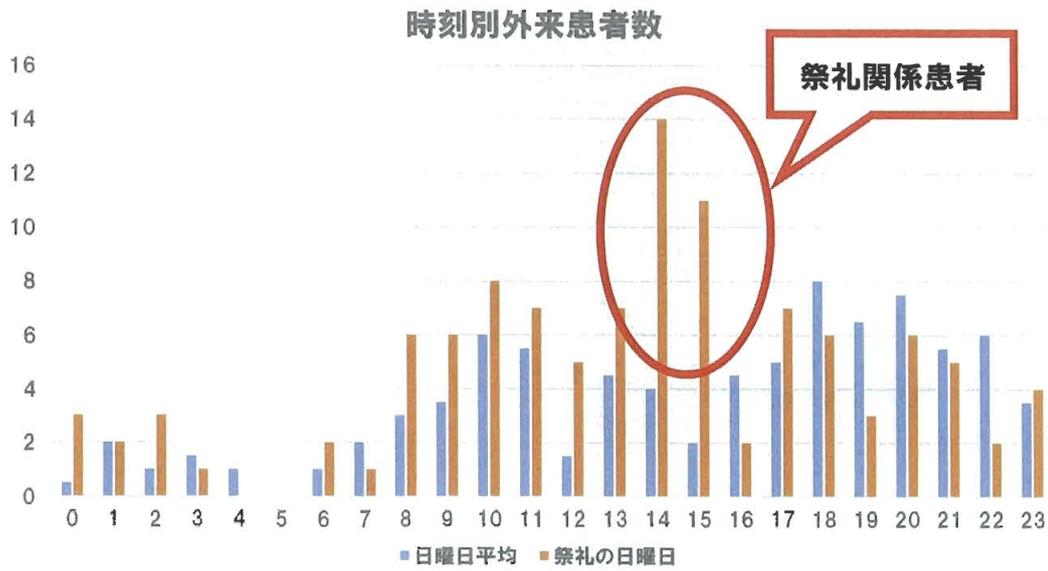


図3 救急医療機関の外来患者数と祭礼関係患者(堺市立総合医療センター)
 通常日曜日の救急外来に比較して、祭礼関連(主に熱中症)の患者が14、15時に集中し、救急外来はもとより、三次の救命救急センター機能も破綻した。

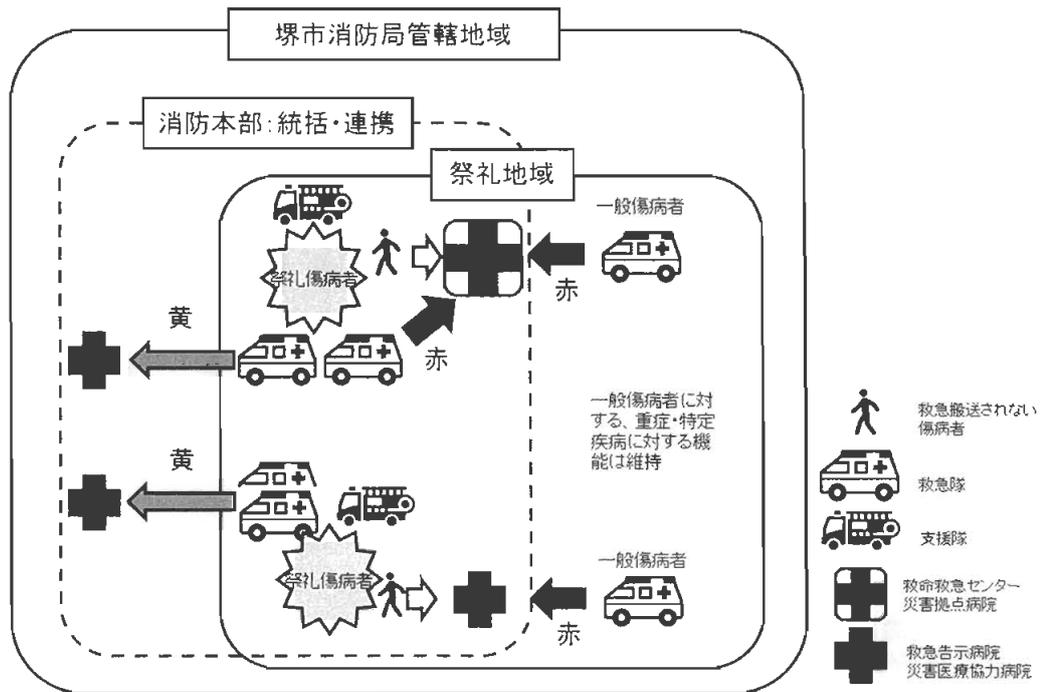


図4 分散搬送のイメージ

図は、祭礼地区内に【赤】を受ける救急救急センター併設医療機関が存在する場合を想定している。地区内の医療機関側はウオークイン対応の強化と三次のみの受入れとし、二次対応は隣接地区の救急医療機関へ分散する例である。

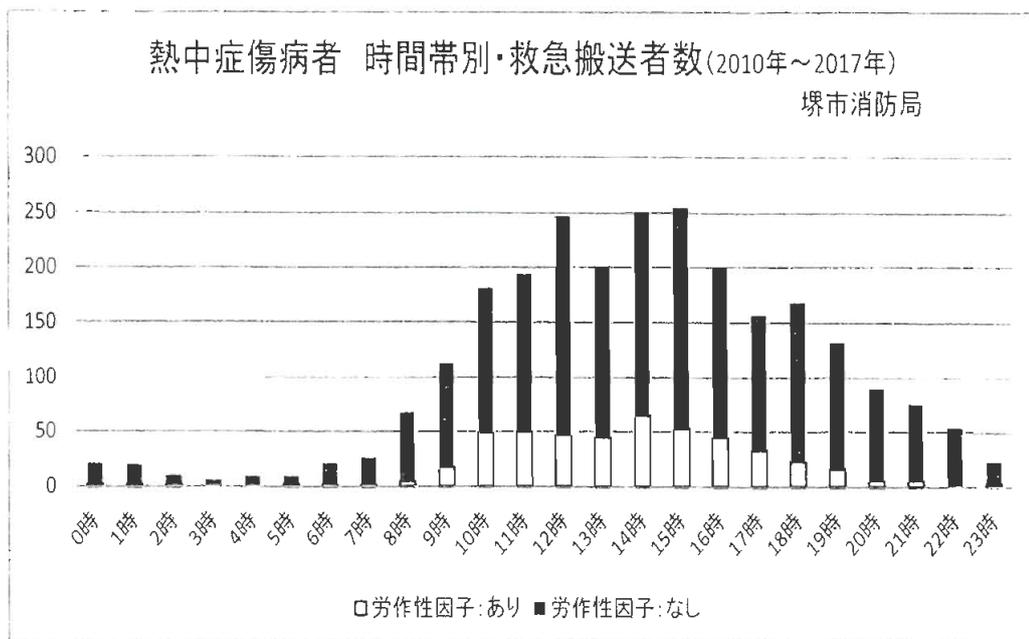


図5 熱中症救急搬送傷病者数

時間帯別に労作性, 非労作性に分け、搬送者数を表した。
(堺市消防局調べ)

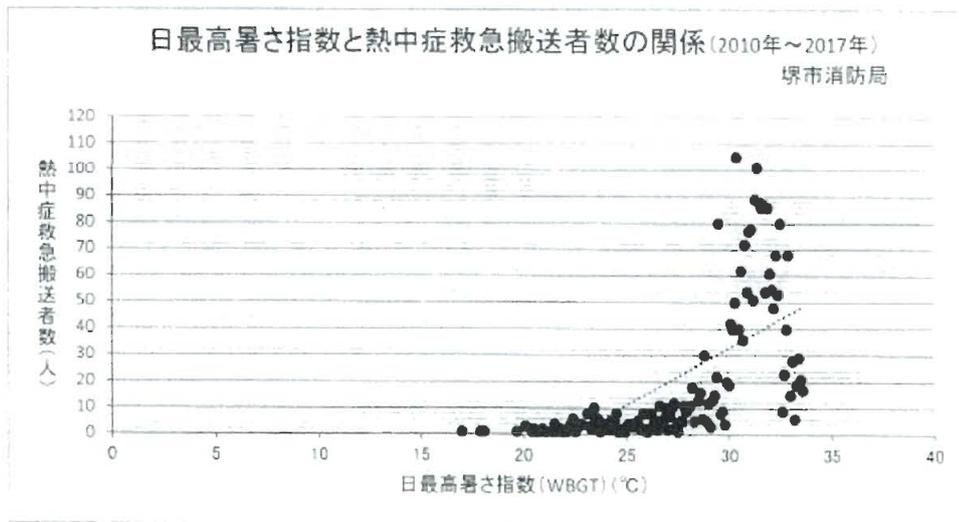
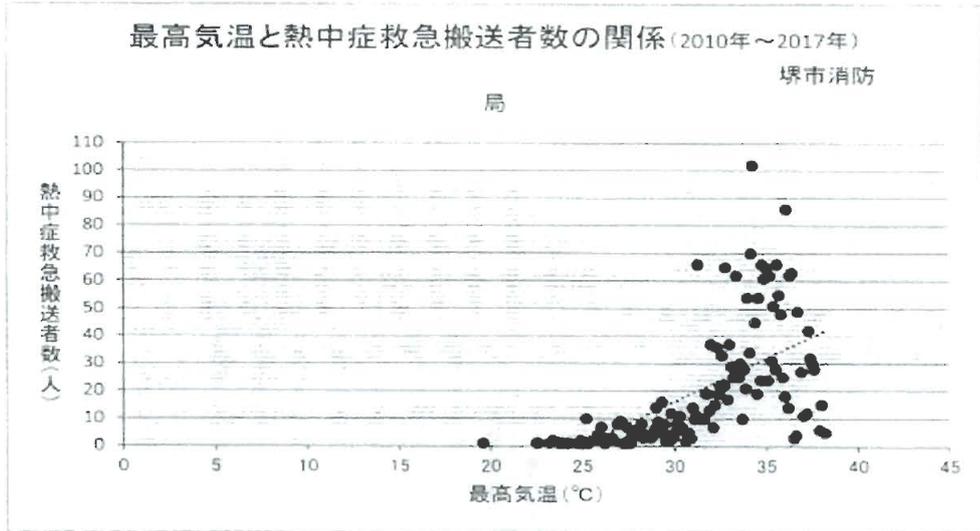


図6 1日の搬送患者数と環境因子
 (堺市消防局調べ)

現場での判断

1) 観察項目

熱中症は夏季の暑熱下で多く発症する環境性疾患であり、迅速な評価と対応が必要なのは論を待たない。当項目では「現場」を医師の診察以前の競技会場や一般市民の居宅、鉄道などの公共機関すべてを対象とする。

熱中症は、スポーツや労働が原因の労作性と日常生活で発症した非労作性に大別できる。労作性熱中症は発症の経緯から診断が可能である。その一方、非労作性熱中症は、日常生活での発症なので、臨床経過からは熱中症と判断できないし、図1（熱中症重症度分類）のように熱中症の症状も多岐にわたるので、他の疾患と鑑別するのは難しく、悪戯に、鑑別診断に時間を要しては、熱中症としての対応が遅れる危険が大きい。従って、東京オリンピック・パラリンピックの開催期間のように熱中症患者が大量に発生することが予測される状況では、全ての患者に熱中症の可能性があると考えて、熱中症と他の鑑別疾患の双方の初期対応を行うべきである。

従って、現場では、発症の経緯を聴取しながら、バイタルサインなどから重症度を判定し、搬送するのに適切な医療機関を決定しながら、水分摂取や冷却・休憩などの処置を行う必要がある。

搬送する医療機関を決定するトリアージには図2（熱中症の診療フロー）のように2段階あり、現場で初期治療を行う医療機関を決定する1st トリアージと初期医療機関が入院先を決定する2nd トリアージがある。

東京オリンピック・パラリンピックが開催される東京都では、熱中症患者の1st トリアージの判断基準として、図3（東京消防庁疾病観察カード：以下観察カード）がある。観察カードで重症を判断するには、バイタルサインに加えて、高温環境下や脱水の程度を確認するために、体温や皮膚所見を観察する必要がある。

2) 現場での救急対応

①患者・市民

現場での対応については、これまで、図4（厚労省熱中症環境保健マニュアル「熱中症の応急処置」：以下「応急処置」）をもとに啓発がすすめられてきた。患者・市民は、応急処置の通りに対応するのが望ましいと考えられる。

競技会場では、水分と休憩可能な場所（涼しい場所、服を緩める場所（Check 2）、水分を摂る場所（Check 3））を確保する必要がある。

②救急隊

「応急処置」に従うと、救急隊が対応するのは、意識がない場合、水分摂取ができない場合、水分摂取をしても症状が改善しない場合である。可能な範囲で脱衣を行い、可及的速やかに早期の搬送を行う。

脱水を伴うショックと判断した場合は、ラクテックの点滴静注が可能である。しかしながら、重症例においては、補液のみでは転帰が悪化するという報告があり、手技に不慣れな場合や早期搬送を阻害するような場合は必須ではない。

【今後の検討】

早期の搬送、冷却、補液など緊急の対応は有効であるが、救急隊の初期対応としての効果について、検討していかなくてはならない。

3) 搬送先選定基準

東京都の搬送先の基準は、図2の観察カードである。バイタルサインの異常を認めた場合、もしくは高温環境下で発生したか、脱水を伴う意識障害を重症と判断して（3次選定して）、救命救急センターへ搬送する。

熱中症の重症度の指標としては、日本救急医学会の推奨する重症度分類（図1）がある。図5のように意識障害、肝障害、腎障害、凝固障害を認めた場合に最重症にあたるⅢ度に該当するが、これでは、軽症意識障害からDICを呈した多臓器不全までを同範疇に含むことになる。熱中症重症度スコア（図6）は各臓器障害の重症の程度をポイント化して重症度を判定する。日本救急医学会が実施した熱中症疫学調査 Heatstroke STUDY での報告では、死亡もしくは退院時の後遺症残存を評価項目としたら、熱中症重症度スコア4点以上もしくは重症意識障害をともなう3点で有意に転帰が悪化していた（図7・図8参照）。従って、図9のように熱中症重症度分類Ⅲ度の中から、熱中症重症度スコア4点以上もしくは重症意識障害をともなう3点を重症と判断して、より鋭敏に重症例を選択することができる。

1st トリアージと熱中症重症度スコアの関係について、Heatstroke STUDY での報告では、現場での意識（JCS）、血圧、呼吸数、脈拍、SpO₂ と来院時の熱中症重症度スコアが明らかな2192例を対象として、現場での意識（JCS）、血圧、呼吸数、脈拍、SpO₂ のいずれか1項目でも東京消防庁疾病観察カードに基づく異常所見があった場合を1st トリアージ陽性として、熱中症重症度スコアでの重症判断を評価項目としたら、オッズ比19.7（95%信頼区間12.85～30.46）で感度は94.0%であり、オッズ比も感度も十分に高かった（図10参照）。観察カードによる現場の重症判断は、既に東京消防庁で採用されているもので、現場での使用実績もある。以上より、観察カードは1st トリアージで推奨される。

【今後の検討課題】

東京消防庁での実際の使用状況を検討する必要がある。

図6 熱中症重症度スコア

①～④の合計点が4点以上を重症と判断する。

- ① 中枢神経症状
 - GCS: 9～14: 1点
 - GCS: ≤8: 2点
- ② 肝障害
 - AST (IU/l) ≥ 34, ALT (IU/l) ≥ 31 : 1点
- ③ 腎障害
 - BUN (mg/dl) > 20, Cr (mg/dl) > 1.1 (male), 0.8 (female) : 1点
- ④ DIC
 - PT比 ≥ 1.2, FDP ≥ 10: 1点
 - DICスコア ≥ 4点: 2点

図7 熱中症重症度スコア別の生存曲線

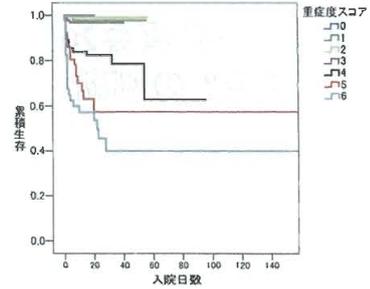


図8 熱中症重症度スコアと重症意識障害

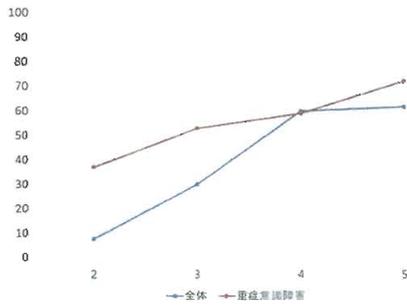


図9 熱中症重症度スコアと重症度分類



図10 1stスクリーニングと熱中症重症度スコア

	1stスクリーニング			
	陽性	陰性	合計	
熱中症重症度スコア	重症	360	23	383
		94.0%	6.0%	100.0%
	非重症	799	1010	1809
		44.2%	55.8%	100.0%
合計	1033	1159	2192	
	52.9%	47.1%	100.0%	

軽症例への対応

1) 初療対応

観察シートで非重症と診断された症例は、概ね体温が高くなっていないので、脱水が病態の中心である。従って、細胞外液 1000mL と 2 時間程度の休憩が必要である。

東京都内の二次病院で非重症と判断された熱中症患者 82 名の症例集積研究では、日常生活の高齢者で重症例（熱中症重症度スコア 4 点）が 1 例あったが、その他の 81 例は全てスコア 3 点以下の非重症であった。平均体温が全て 37℃以下で、深部体温が 38℃以上だったのは、熱中症重症度スコア 4 点の重症例 1 例のみだった。不十分な補液のみで帰宅（飲酒後の来院で患者希望で治療中断）した 1 例が再受診していたが、それ以外の帰宅例は、救急外来で 2 時間程度をかけた細胞外液 500-1000mL の補液と休憩による受動的冷却で症状が改善していた。

2) 入院先選定基準

図 1（熱中症の診療フロー）に示した通り、初期医療機関では、熱中症重症度スコアを算出して、2nd トリアージを行い、重症と判断された症例は集中治療室に収容するか、救命救急センターへ転送するのが望ましい。重症と判断された症例は転帰が悪化する危険性が高いか、人工呼吸器管理やカテコラミン投与などの集中治療管理を行う可能性があるからである。

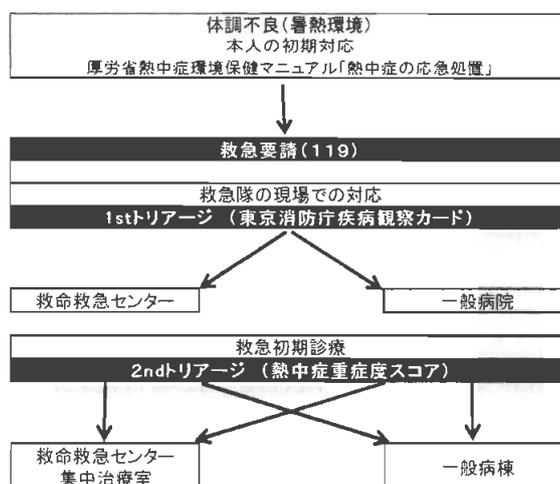
熱中症重症度スコア以外にも、熱中症の重症度の指標に CK やプロカルシトニンをはじめとして、各種血液検査結果を用いることが検討されてきたが、十分なエビデンスは得られていない。

1st トリアージ（観察カード）、2nd トリアージ（熱中症重症度スコア）双方で陰性だった症例についての集中治療管理の実際についての検討としては、HsS で 1st トリアージ陰性で人工呼吸器の使用状況が明らかな 943 例を対象として、搬送後に人工呼吸器を使用したのは合計 3 例で、全て 2nd トリアージ陽性であった。1st トリアージ陰性例でカテコラミン、CHDF、PCPS を使用した症例はなかった。即ち、1st トリアージ、2nd トリアージ双方で陰性だった症例で集中治療を実施していた症例はなかった。

以上より、1st トリアージに観察カード、2nd トリアージに熱中症重症度スコアを用いたトリアージシステムを用いると、双方で陰性だった場合に転帰悪化例、集中治療管理例は少なく、アンダートリアージを避けるのには有効である。

オリパラ委員会2018 軽症例への対応

図1 熱中症の診療フロー



重症例への対応

1) 初療

重症熱中症の初期診療として重要なのは、脱水に対する補液、高体温に対する冷却、及び呼吸や循環不全に対する人工呼吸器管理などの集中治療管理である。

まず、A（気道）B（呼吸）C（循環）の安定を図るのが最優先される。必要に応じて、気管挿管・人工呼吸器管理、大量補液、カテコラミン投与などの集中治療管理を開始しなくてはならない。

重症熱中症に対して、特定の冷却法を支持する大規模調査は行われていない。スポーツ選手や軍隊を対象とした症例集積研究では、Cold water immersion（図 1：アイスプール）が有効だという症例集積研究が散見される。また、蒸散冷却・氷嚢・水冷式ブランケットなどの体外冷却は、古典的な方法ではあるが、非労作性熱中症における有効性を示した症例集積研究がある。

本邦においても Cold water immersion（図 1：アイスプール）は、意識障害の 3 例に行い、速やかに数日以内に後遺症がなく退院となった報告がある。

血管内冷却カテーテルを用いた深部冷却（サーモガード）やゲルパッド式水冷体表冷却（Arctic Sun）などの最新式体温管理装置を用いた冷却は、本邦でも報告があるが、現段階では症例数が少なく、従来からの体外冷却に対する有効性は示されていない。

Heatstroke STUDY では、深部体温が 38 度以上で冷却法が明らかな 412 症例を対象として、死亡もしくは退院時の後遺症残存を評価項目とした報告がある。転帰悪化率が補液のみでは 44.4%であったのに対して、蒸散冷却・氷嚢・水冷式ブランケットなどの体外冷却では 20.9%、胃洗浄や膀胱洗浄を用いた体内冷却を併用した場合は 23.3%であった（図 2 参照）。

補液のみでは転帰が特に悪化するので、体外冷却などの積極的な冷却を行うべきである。但し、特定の冷却法を推奨するものではないので、各医療機関の実情に応じた冷却法を採用するべきである。

<今後の課題> スポーツ選手への Cold water immersion（アイスプール）の適応

2) 入院先

気管挿管・人工呼吸器管理、大量補液、カテコラミン投与などの集中治療管理を開始した症例は勿論、熱中症重症度スコアを用いて重症と判断された症例は、転帰の悪化や集中治療管理を必要となる可能性があるため、救命救急センター・集中治療室へ入室するのが望ましい。

重症例でも数日以内に全身状態が改善して、一般病院へ転院する症例が多い。しかしな

がら、救命救急センター入院後に一般病院へ転院した 15 例の転帰で、3 例が死亡、11 例が 29 日以上退院となっていたという報告がある。転院後の転帰はこれまで良好とされていたが、転院後の回復が十分でなく、長期入院となっている事例が多い可能性があり、今後の調査が必要である。

3) 合併症

重症熱中症は、中枢神経、肝、腎、DIC、循環器などの多臓器不全を呈する。

各臓器障害に推奨される特定の治療法はなく、対症療法で以下のような各種治療法が行われているのが現状である。

中枢神経障害に対する低体温療法、肝障害・肝不全に対する輸血・血漿交換・肝移植、腎不全に対する血液浄化療法、DIC に対するリコンビナントトロンボモジュリン、AT-III 製剤などの抗 DIC 治療法を行った報告がある。

熱中症の主たる後遺障害は中枢神経障害であり、DIC を発症した症例に致死的障害が多いことを考慮すると、転帰の改善にこうした集中治療管理が結びつくか今後も検討していく必要がある。

法執行機関等初動要員に対する応急処置等の教育・研修

担当：布施明

【教育対象】

- 法執行機関等初動要員（警察、海上保安庁等）
 - 消防職員
 - セキュリティ担当者
- 等

【教育内容】

「テロ災害等の対応力向上としての止血に関する教育テキスト」（消防庁、平成30年3月）を参考として、事態対処医療の概要と止血の実践、離脱の方法を講義・実習形式で行う

【開催回数】

参加団体の意向を聞いて調整

【依頼・相談すべき参加団体等】

- 警察庁、関係各都道府県警
 - 消防庁、関係消防本部
 - 東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会；警備担当部署
- 等

【課題】

- 予算
 - インストラクター体制
- 等



**2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る
救急・災害医療体制を検討する学術連合体**

The Academic Consortium on Emergency Medical Service and Disaster Medical Response Plan
during the Tokyo Olympic and Paralympic Games in 2020

『東京都が主催する大規模イベントにおける
医療・救護計画ガイドライン
(平成21年4月 東京都福祉保健局)』に基づく
「2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る救
急・災害医療体制を検討する学術連合体」からの提案

平成30年4月

はじめに

本文書は、『東京都が主催する大規模イベントにおける医療・救護計画ガイドライン（平成 21 年 4 月 東京都福祉保健局）』を基に、「2020 年東京オリンピック・パラリンピックに係る救急・災害医療体制を検討する学術連合体（オリンピックアカデミックコンソーシアム）」が、近年の知見や提言を加味し、提案を追記したものである。文書中に 9 つの提案と 10 の注記を盛り込んでおり、近年の国内外の情勢を鑑み、かつ地域を問わず普遍的に活用できるガイドラインの策定に向けて提案するものである。

平成 30 年 4 月

2020 年東京オリンピック・パラリンピックに係る 救急・災害医療体制を検討する学術連合体

日本救急医学会
日本外傷学会
日本集中治療医学会
日本集団災害医学会
日本中毒学会
日本熱傷学会
日本臨床救急医学会
東京都医師会
日本救急看護学会
日本小児科学会
日本臨床スポーツ医学会
日本 AED 財団
日本蘇生学会
日本救護救急学会
日本航空医療学会
日本感染症学会
日本外科学会
日本環境感染学会

目 次

	頁
1 目的	1
2 基本的な考え方	1
3 自治体本部及び関係機関等の基本的役割	2
(1)自治体本部	
(2)大会運営本部	
(3)消防	
(4)警察	
(5)会場施設管理者	
4 医療・救護体制及び関係機関等との連携	4
(1)自治体本部	
(2)大会運営本部	
(3)医療救護本部	
(4)医療救護所	
(5)臨時救護所	
(6)集団災害用救護所	
(7)その他	
5 大規模イベント会場に配備する医療救護資器材の種類及び数の目安	8
(1)医療救護資器材の種類等	
(2)医療救護資器材数の目安	
6 搬送体制	10
(1)救急車の配備	
(2)回転翼航空機の緊急離着陸場の確保	
7 後方医療機関等の確保及び連携	11
(1)平常時の対応医療機関等	
(2)多数傷病者発生時の対応医療機関	
(3)医療救護活動から予測される医学的緊急情報等の共有化	
8 特殊災害対応（CBRNE、暴動等）	13
9 医療救護活動の記録	13
10 訓練	13
※ 本文中の大会本部等の名称は全て仮称である。	

1 目的

- 本ガイドラインは、自治体が主催する大規模イベント（以下「大規模イベント」という。）において、主催者としての自治体が平常時及び多数傷病者発生時の主として観客に対する医療・救護計画を作成するための指針である。
- 医療・救護計画の作成にあたっては、主催者としての自治体と医療機関、消防、警察及び会場施設管理者等が連携を密にし、万全を期する必要がある。
- 本ガイドラインで想定する大規模イベントとは、単一又は複数施設で同時期に開催され、多くの参加人数（観客を含む。）を見込むイベントである。
- 本ガイドラインは、民間が主催する大規模イベントの医療・救護計画作成に活用されることを期待する。
- 本ガイドラインは、大規模イベントとしての **2020年予定の東京オリンピック・パラリンピック**での活用を視野に入れる。

2 基本的な考え方

- 医療・救護計画を作成するにあたっては、消防、警察、日本赤十字社並びに競技団体及び会場施設管理者等（以下「関係機関等」という。）と十分な調整を図り、計画、避難計画、救護室設置計画等（以下「会場管理計画等」という。）と有機的な連携を図れたものとする。
- 近隣の救急医療機関及び地区医師会等の理解・協力を得て、医師・看護師等の医療スタッフや、医療施設等と効率的に連結融合した医療・救護体制を構築するものとする。
- 主に観客を対象とし、平常時の医療・救護体制を確保するとともに、多数傷病者が発生した際の医療救護が的確に行なわれるよう、傷病者の数や症状による段階的な医療・救護体制を確保する。このことにより周辺救急医療機関の負担の軽減も図るものとする。
- 医療・救護体制の各段階において、現地調整機能を有する大会運営本部で観客の避難誘導など関係機関等と協調を図るものとする。
- 原因別（暴動、火災、テロ、自然災害、群衆雪崩等による外傷、熱傷あるいは熱射病、食中毒等）に計画を細分化するのではなく、多数の傷病者が発生している現場に対応する基本的な医療・救護体制を構築するものとする。
- 医療救護活動に従事する者の安全管理に配慮した体制を構築するものとする。
- オリンピック等の大規模イベントについては、大会組織委員会等と十分な協議の上での医療・救護計画の作成が必要となるため、開催決定後詳細な実施計画等を策定していくものとする。

3 自治体本部及び関係機関等の基本的役割

(1) 自治体本部

- 自治体が大規模イベントを主催する場合は、企画・準備段階から実施・終了に至る一連の総括を行なう自治体本部が設置される。
- 自治体本部は、医療・救護委員会を設置し医療・救護計画を作成するとともに、(提案1)多機関連携センター(仮称)を設置する^{注1)}。

注1) 米国は、多数傷病者発生時に際して、危機管理体制の一環として当該の州全体にわたる多機関連携センター(Multi-agency coordination center:MAC)を計画的かつ組織的な方法で事前に確立するためのガイドラインを策定している。本邦における大規模イベント開催時においても、同様の機能を有する多機関連携センターをイベント開催前から設置し、開催中に継続的に運用することが望まれる。

(2) 大会運営本部

- 大規模イベント会場ごとに、大会運営の総括を行なう大会運営本部が設置され、関係機関等の会場管理計画等と医療・救護計画の総合調整を図る。
- <提案②>発生した災害に関する情報の共有化を徹底するように努める。災害発生の際は、関係機関及び活動隊員が認識出来るコード名を、事前に決定し、周知しておくことが望ましい。コードの発令主体は、自治体知事もしくはその委託を受けた関係機関の責任者とし、情報伝達手段は、事前に準備を行う。また、関係機関等と協議を行い、観客及び活動隊員等への安全管理を最優先とした規制範囲等を明確にするなど、二次的被害の拡大防止に努める。
注2) 英国では、災害に関する情報を関連機関で共有化するために、事前に決められたコードを緊急対応機関が共有している。またいずれの機関からも共有されたコードを発令できることで、早期の情報共有が可能となっている。
- 災害の規模、場所に応じて観客の避難経路と活動隊の侵入経路が重ならないよう、予め関係機関等に各経路の確保を徹底するなど、円滑な医療救護活動が行えるよう努める。
- <提案③>都道府県医師会、地区医師会および周辺救急医療機関等と連携した救急医療体制の確保強化に努める。その際、それぞれの地域医療圏域の救急医療供給体制に応じた計画を立てるように努める。
- 通訳サービス体制の確保、会場管理関係者等への応急救護知識普及の徹底及び応急手当用品等(AEDを含む。)の整備を行なう。

- 観客の誘導や案内等を行うとともに、会場内の情報収集を行ない、大会運営本部へ情報提供を行なうコーディネーターの配置に努める。
- 現地係員の事前教育、事前訓練等の実施・調整を行なう。

(3) 消防

- 関係法令（消防法、火災予防条例等）の遵守、避難安全確保及び安全管理の確認指導を図る。
- 多数傷病者発生時の救急活動計画の作成及び応急手当・傷病者搬送等の医療救護活動の支援協力を行なう（救急隊、担架隊、巡回警戒隊の配置及び医療救護所支援等を含む。）。
- 多数傷病者発生時の情報収集及び人的被害状況の把握及び関係機関等との情報の共有化を図る。
- 災害現場等での救急隊員等とともに、活動する医療救護班（東京 DMAT を含む。）の安全確保に努める。

(4) 警察

- 関係法令（警察法、警察官職務執行法等）上の安全管理等の確保、傷病者等搬送経路の確保など医療救護活動を支援する。
- 多数傷病者発生時の情報収集及び人的被害状況の把握並びに原因情報等を関係機関等と共有化を図れるよう努める。
- 傷病者搬送経路及び避難誘導経路の確保等、医療救護活動に必要な交通規制等を行なう。
- 多数傷病者発生危険の予防に関する警備警戒指導を行なう。
- 災害現場等で活動する医療救護班の安全確保に努める。
- 観客等の避難誘導及び実施可能な救護措置を行なう。

(5) 会場施設管理者

- 関係機関等の指導及び安全に関する関係規定等に基づく施設・設備の適正な維持管理を図る。（優良防火対象物認定取得の推進）※1
- 職員等に対する応急手当の普及指導の徹底に努める。

※1「優良防火対象物認定表示制度」とは、管理権原者からの申請に基づき、消防署長が審査・検査し、避難上の安全の性能が確保されている等、認定基準に適合している場合に、防火上優良な建物として認定するものである。なお、当該建物には、優良防火対象物認定証（優マーク）を表示することができる。（火災予防条例第55条の5の9等）

本制度は、建物関係者が行った防火安全対策の向上に係る自主的・意欲的な取り組み等を消防機関が評価し、防火安全性の高い優良な建物へ誘導することも目的の一つとしている。

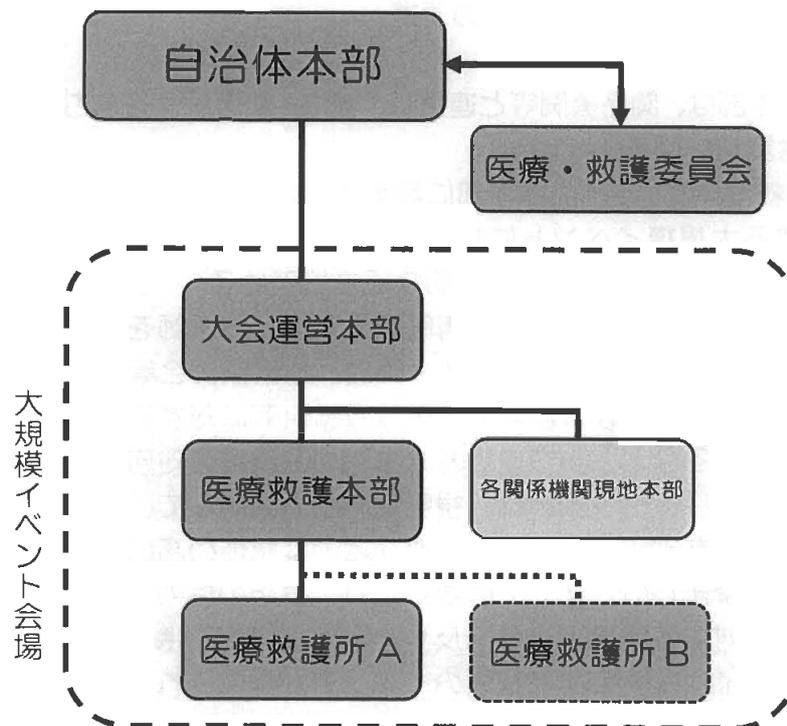
4 医療・救護体制及び関係機関等との連携

(1) 自治体本部

- 自治体本部は、関係機関等と連携し、医療・救護計画を含む会場管理計画等の総合調整を図る。
- 医療・救護体制は、自治体本部に設置された医療・救護委員会を核とし、対象とする大規模イベントにおける<提案④>医療救護活動(熱中症予防や落雷対策等を含む)を計画し、適切な運営に努める。
- 医療・救護委員会は、救急・災害医療に精通した医師を中心に構成する。
- <提案⑤>自治体本部は、自治体医師会、地区医師会等の関係機関及び活動隊員に対する通信連携訓練や、医療救護班等に対するトリアージ訓練を事前に実施するなど、多数傷病者発生時の医療救護対応要領を徹底するよう努める。トリアージ訓練は、視聴覚教材も活用して、最も迅速に搬送すべき傷病者を判別し、同時に止血などの緊急性の高い処置に関して教育することが望ましい。また、必要により、消防の協力を得て、関係機関等の職員等に対する応急手当の普及や、事前訓練を連携して行うよう努める。また、同一イベント会場で類似のイベントが開催される際は、その機会を利用したシミュレーション訓練をすることが望ましい。

注5)多数傷病者発生時の医療救護対応要領を徹底するために、コミュニケーションプロトコルの事前準備、また優先すべき教育内容及びその対象の一例を具体的に明示した。なお、前述のMACシステムにおいても、コミュニケーションプロトコルの事前作成の重要性は強調されている。

図1 医療・救護体制のイメージ図



(2) 大会運営本部

- 大会運営本部は、大規模イベント会場において関係機関等と連携し、かつ情報の共有化を図りながら、医療救護活動の安全を確保するものとする。
- 大会運営本部は、突発事案に迅速に対処できるよう、関係機関等との連携体制を構築しておくものとする。

(3) 医療救護本部

- 大会運営本部の下に医療救護本部を置く。
- 医療救護本部は、大規模イベント会場の医療救護活動全体の統括指揮を行うものである。
- <提案⑥>医療救護本部長は、特にマネジメント能力を要求されるため、医療・救護体制全体に精通した地区医師会所属の救急担当医師あるいは東京 DMAT の登録医師の配置が望ましい。
- また、大会運営本部には医療救護副本部長を置き、関係機関等との迅速な連絡調整を行えるよう努める。
- 医療救護本部は、大会運営本部、消防、警察、医療救護班、協力医療機関、自治体医師会、地区医師会等との専用連絡手段を確保しておく必要がある。
- <提案⑦>医療救護本部は、災害の種類や発生場所別のリスクに応じた多数傷病者発生時の医療・救護体制を確立しておくものとする。その際、イ

イベントなどの開催時間帯を考慮したリスク評価を行い、適切な医療体制を供給出来る様にすることが望ましい。

注7) 特にイベントにおける災害対応計画では、イベントの種類や、開催時期、時間帯、会場設計、参加者などの事前に把握している情報を加味した具体的なリスク評価を実施したうえでの計画を立案する必要がある。

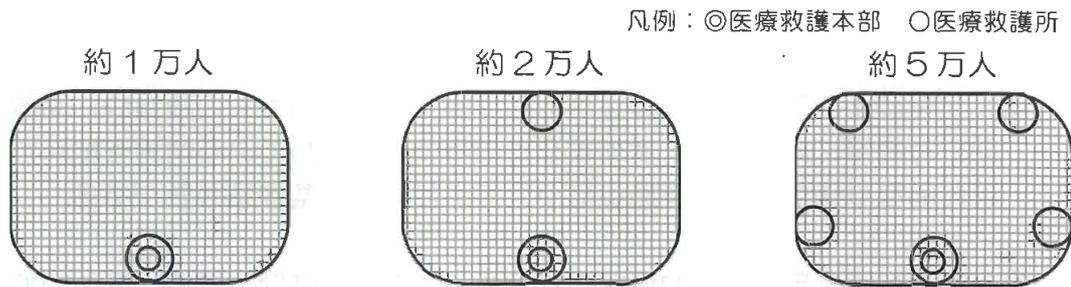
- 医療救護本部は、多数傷病者が発生した場合の時間的推移、場所的拡大及び原因別対応策等を総合的に判断し、効果的な医療救護活動が図られるよう指揮統括を行なう。
- 医療救護本部は、多数傷病者発生時の応急手当や、傷病者の担架搬送等に積極的に関係機関等が協力する体制を事前に大会運営本部と調整し、確保する。
- 医療救護本部には、医療救護班（原則：医師 1、看護師等 2）2 班を配置することが望ましい。
- この内 1 班は、緊急時に即応できる機動性をもった医療救護班とし、救急科専門医師または東京 DMAT の登録医師の配置が望ましい。
- 医療救護本部は、あらかじめ会場に配置された医療救護班及び医療救護資器材のみでは救護力が不足する場合に備え、応援要請の手続き等を確立しておくものとする。

(4) 医療救護所

- 大規模イベント会場に医療救護所を 1 箇所以上設置する。
- 医療救護所は、状況により医療救護本部を兼ねることが出来るものとする。
- 医療救護所の設置数は、消防と協議し消防の現場救護所等（担架班配置数等）と整合性を図りながら、観客数約 1 万席（人）に 1 箇所を目安に設置するよう努める。^{※2}
- 医療救護所の医療救護班は、自治体医師会の協力を得て編成する。また会場周辺の状況（地理等）に詳しい地区医師会を優先して編成することが望ましい。

※2 「2002 年 FIFA ワールドカップ大会における集団災害医療体制計画作成のためのガイドライン」（日本集団災害医学会作成）を参考とした。

図 2 医療救護所の配置イメージ図（例）



※ 約 1 万人の観客増につき、1 箇所の医療救護所を増設する。

(5) 臨時救護所^{※3}

- 医療救護本部は、多数傷病者発生時には医療救護所の近辺に一時的に傷病者の救護と収容にあたる臨時救護所の設置が必要となることから、そのスペースを予め確保しておく。
- 臨時救護所は救急車がアクセスしやすい場所に確保するよう努める。

(6) 集団災害用救護所^{※3}

- 医療救護本部は、臨時救護所で対応できない場合に備えて、集団災害用救護所を設置するスペースを 1 箇所事前に指定しておく。
- 集団災害用救護所は、臨時救護所と同様に救急車がアクセスしやすい場所に確保するとともにトリアージを行い適正な搬送に努める。

※3 努めて専用空地等を確保しておくことが望ましいが、平常時は観客等の通行が可能な空地で、適宜警備員等の協力により必要な救護スペースが確保できればよいものとする。

(7) その他

医療・救護体制は、現場での医療救護から傷病者搬送までの一連の活動の中で、消防と密接な連携を図る必要があることから、消防と事前に十分な協議を行い、連絡体制の確保を含め消防の警戒組織と整合性のある組織体系とすることが望ましい。

5 大規模イベント会場に配備する医療救護資器材の種類及び数の目安

- 医療救護資器材は、外傷用資器材を中心に救命救急処置に必要な資器材とする。また、担架は繰り返し搬送する事や、担架搬送要員の集結状況を考慮して、発生が予想される中等症以上（表 3 医療救護資器材数の目安を参照）の傷病者数の 2 分の 1 程度の数に配備することが望ましい。
- 医療救護本部は、大規模イベント会場に配備された医療救護資器材が不足する場合には、自治体本部に調達を要請する。
- 自治体本部は、要請から速やかに医療救護資器材を供給できる体制を整備しておくものとする。
- 医療救護資器材に係る経費については、主催者である自治体が負担することを原則とする。

(1) 医療救護資器材の種類等

自治体では、自治体地域防災計画（震災編）に定められた災害用救急医療資器材を備蓄しており、自治体本部は、これに準じた医療救護資器材を配備するものとする。

表 1 自治体が備蓄している災害用救急医療資器材

現場携行用 医療救護資器材	災害発生時の初動期での救命措置用で医療救護班が現場携行する医療救護資器材 (3 バッグ 1 セット・傷病者 3 人対応)
災害用 救急医療資器材 (7 点セット)	災害発生時の初動期に、医療救護所で医療救護班が使用する医療救護資器材 (15 箱 1 セット・傷病者 500 人対応)
セルフケアセット	災害発生時の初動期の軽症者用で、傷病者自身又は家族等でセルフケアするための医療救護資器材 (2 箱 1 セット・軽症者 500 人対応)

※詳細は資料編参照

(2) 医療救護資器材数の目安

○ 会場全体の配備数

医療救護資器材の配備数は、サッカー競技場における 2 つの過去の大規模事故事例を参考として、これを上回る傷病者が発生した場合でも対応できるよう、総観客数の 1% として算出した数を目安とする。（表 2 参照）

表 2 過去の大規模事事故事例

名 称	発生年月日等	総観客数	負傷者数	内死者	種 目
ヒルズボロ の悲劇	1989.4.15 イングランド	最 大 約 73,000 人	200 人以上 (0.3%)	95 人	サッカー
事故概要	スタンドの観客が興奮し、立見席等に押し寄せ人波やフェンスに 圧迫され負傷者 200 人以上が発生した。				
ヘイズルの 悲劇	1985.5.29 ベルギー	最 大 約 66,000 人	400 人以上 (0.6%)	39 人	サッカー
事故概要	興奮したサポーター同士が衝突する事態となり、そこから逃れる ためによじ登った壁が倒壊し、多くの観客が下敷きとなった。				

傷病程度別の医療救護資器材の配備数は、消防救急活動の現況(平成 19 年)等を参考に、中等症を全傷病者数の 30%、重症以上を全傷病者数の 10%として算出した数を目安として配備することとした。(表 3 参照)

今後この目安については、更に検証等を重ねていく必要がある。

○ 医療救護所単位の配備数

医療救護所ごとに配備する医療救護資器材数は、傷病者 100 人分(内中等症 30 人分、重症以上 10 人分)を目安とする。

表 3 医療救護資器材数の目安

5 万人会場 (例)	全傷病者	中等症	重症以上
傷 病 者 の 割 合	総観客数の 1%	全傷病者数の 30%	全傷病者数の 10%
医療救護資器材数	500 人分	150 人分	50 人分

6 搬送体制

(1) 救急車の配備^{※4}

- 大会運営本部は、消防と調整の上、次の基準により大規模イベント会場ごとに救急車を配備するよう努める。
- 1会場ごとに1台を基本とし、大会運営本部等の協議により、必要な場合は複数の救急車を配備することが望ましい。また、救急車は、通常の特定期間を含む救急活動が可能な救急救命士を含む3名の救急隊員による編成が望ましい。
- 多数傷病者が発生した場合など、必要により医療救護本部から消防現地警戒本部に救急車の応援要請を行う。

※4 医師数が優勢な場合は、必要により救急車に医師が同乗し、ドクターカーとしての救急車運行を可能とする。

(2) 回転翼航空機の緊急離着陸場の確保

多数傷病者発生時には、応援の医療救護班及び不足する医療救護資器材等を回転翼航空機で会場に搬送することも想定されることから、大会運営本部は、回転翼航空機及び緊急離着陸場を確保することが望ましい。

7 後方医療機関等の確保及び連携

自治体本部は、平常時及び多数傷病者発生時の収容医療機関を事前に指定するとともに、連絡体制を整備する。各医療機関は、大規模イベント開催中の通常の受入体制を確保するよう努める。

(1) 平常時の対応医療機関等

- 医療救護本部は、近隣の救急医療機関で、入院ベッドの確保が可能な場合は、そのベッド数等の医療情報を集約する。
- 医療救護本部は、平常時に単発で発生した重症傷病事案については、消防現地警戒本部と連携し、通常の救急搬送に従った対応を行う。
この場合に、傷病者の緊急度・重症度に応じて、大規模イベント会場に配備された救急車の活用の有無を医療救護本部と、消防現地警戒本部が協議して決定するものとする。
- 医療救護本部は、軽症者をボランティア等が緊急車両以外で搬送することの有無、また民間患者搬送事業者の活用についても、大規模イベント会場ごとに検討しておくものとする。

(2) 多数傷病者発生時の対応医療機関

- <提案⑧>大会運営本部は、中等症は指定二次救急医療機関、重症以上は原則として直近の三次救急医療機関を中心に搬送する。多数傷病者発生時の傷病者の収容促進について、事前に協議・協力を依頼する。その際、会場の場所や構造、イベントの時間帯などからリスク評価を行い、医療圏に応じて搬送先と初回受入れ重症度別傷病者数等を事前に設定しておくことが望ましい。

注8) 多数傷病者発生時の迅速な医療対応及び混乱回避のために、イベント会場（多数傷病者発生場所）毎に、事前に地域をブロック化（医療圏）し、搬送先と初回受入れ重症度別傷病者数の事前設定をしておくことが望ましい。

- 医療救護本部は、災害の発生状況を把握し、関係機関等と連携して必要な医療救護班、医療救護資器材等の集中を行い、効果的な傷病者のトリアージを実施するよう努める。

(提案9) 医療救護本部は、災害時に発生状況を把握し、関係機関等と連携して必要な医療救護班、医療救護資器材等の集中を行い、効果的なトリアージを迅速に実施後、各医療機関との重症度別傷病者初回受入れ人数の事前取り決めに基づき、迅速に傷病者を搬送するよう努める^{注9}。その際、消防からの特殊搬送体制に係るコードの発令をホットラインで実施するよう努

める。その際、消防からの特殊搬送体制に関わるコードの発令をホットラインで実施する場合、『同報システム(同時に予め設定しておいた医療機関へ発信できる仕組み)』の導入や広域災害救急医療システムとも連携することが望ましい^{注10}。

注9)厚生労働省は「災害拠点病院」に対し、被災後速やかな診療再開・業務継続を目的とした計画(BCP)策定を義務化した。BCPでは被害想定に基づいた重症度別傷病者受入れ人数・医療体制・搬送手段の確保などの項目を事前に取り決めるとされている為、多数傷病者発生時での有効活用が求められる。

注10)消防指令と地域内救命救急センター間で敷かれているホットラインのネットワークを利用し、多数傷病者発生事案ではコードの発令を行うことで、情報の共有化・特殊医療体制への移行を迅速に行うことが求められる。

(3) 医療救護活動から予測される医学的緊急情報等の共有化

- 現場救護活動中に知りえた「治療に役立つと思われる情報」、収容医療機関において知りえた「現場救護活動に役立つと思われる情報」及び「災害の原因及び犯罪等の背景に関する情報」等で知りえた情報は、大会運営本部に集約し、関係機関等と情報の共有化を図る。
- 多数傷病者が発生し、自治体内医療機関で収容しきれない場合、自治体本部は、「広域災害・救急医療情報システム(EMIS)」を活用し、自治体圏域を越えた医療機関の確保に努める。

8 特殊災害対応（CBRNE^{※5}、暴動等）

- 医療救護活動は、活動環境の安全が確保された場所で行うものとする。
- 自治体本部は、特殊災害発生時を考慮し、被害を最小限に留めるため、化学剤・生物剤・放射線物質等の専門家や特殊部隊を有する機関との連絡体制を確保するよう努める。

※5 C(Chemical:化学)、B(Biological:生物)、R(Radiological:放射性物質)、N(Nuclear:核)、E(Explosive:高性能爆薬)

9 医療救護活動の記録

- 大会運営本部は、以後の大規模イベント医療救護計画作成の際に役立てるため、気象条件、イベント環境、医療救護班整備状況、傷病者情報など必要なデータ収集を行い、医療救護活動記録としてまとめておくものとする。
- データの収集に当たっては、個人情報保護に留意する。

10 訓練

- 自治体本部は、以下に掲げる訓練を実施するよう努める。
- 訓練は、医療救護関係者のみで実施できるものと、関係機関等と合同で実施する必要があるものとを区別し、大会運営本部の調整の下で計画的に実施するよう努める。
- 訓練は、大規模イベント開催までに十分な時間的余裕を持って実施し、訓練結果を検証するなど計画の修正に反映できるようにする。
- 訓練で想定する傷病者数は、観客 1 万人に対し 20～30 人とし、特殊災害をも想定した訓練とするよう努める。

【訓練実施例】

〔医療救護活動指揮統括訓練〕

大会運営本部要員・医療救護本部容易に対して、医療・救護委員会が指定したコントローラーによる図上訓練を実施するよう努める。

〔医療救護組織別部分訓練〕

医療救護本部要員、医療救護所要員、消防救急隊員等及び関係機関等職員により、多数傷病者発生時の応急手当及び担架搬送、臨時救護所等の設定とトリアージ訓練を時間的経過に従って合同で実施するよう努める。

〔関係機関等との総合実働訓練〕

大規模イベント会場の各組織部署ごとに、関係者が密接な意思の疎通が図れる関係（顔の見える関係）を構築し、効果的な医療救護活動を行うための関係機関等による総合訓練を実施するよう努める。

東京都医師会

東京 2020 大会に係る救急災害医療体制への取り組みの進捗について

- ① 1)救急委員会での会長諮問事項の1つとして「東京 2020 に向けた医師会の対応について」)を検討中。
- 2)医師会会員にむけての講習会開催を計画。(救急災害対応についての基本情報、基本救急コース、止血帯についてなど。)
- 3)東京都医師会のマニュアルを作成する予定。これを東京 2020 のレガシーとして残す方針。(コンソーシアムの一員として整合性をもって進めていく方針)
- ②競技場での観客用医療救護所の担当については以前報告した内容と変更なし
- ・水の森競技場
 - ・新国立競技場
 - ・味の素スタジアム
- 【その他】 マラソン、競歩のコースがほぼ決定した。(資料参照)

Ⅱ. 分担研究報告書

銃創、爆傷等における外傷医療体制の構築に関する研究

研究分担者 木村 昭夫 国立国際医療研究センター病院 救命救急センター長

研究要旨：

銃創・爆傷患者診療指針を作成し、日本外傷雑誌（電子ジャーナル）に掲載した（ダウンロード無料）内容については、Ⅰプレホスホスピタルケア、Ⅱ銃創患者の院内診療手順（初期診療、弾道学の基礎、頭部銃創、頸部銃創、胸部銃創、腹部銃創、四肢銃創）、Ⅲ爆傷患者の初期診療について、アルゴリズムや問題点を解説した。

A. 研究目的

世界的にテロの発生件数は急激に増加し、2014年には年間17,000件を越えている。ここ20年間、わが国では大規模なテロは発生していないが、「イスラム国」は、「日本国民、日本権益を発見次第、我々の戦士、仲間による攻撃の対象となった」宣言している。また、北朝鮮も米国と軍事衝突となった場合、日本国内に潜伏しているとされる数千人の工作員が、日本国民をターゲットとしてテロ行為を行う可能性がある。このように、現在の国際情勢や国内での東京オリンピック・パラリンピック2020など重要国際イベントを控え、テロ発生に対する医療者の備えが必要である。しかしわが国に銃創患者・爆傷患者診療の経験がある医師は非常に少ないことから、診療手順を整理した診療指針を策定・普及させ、この弱点を少しでも解消しておく必要がある。本分担研究に付託された目的は、銃創・爆傷患者に対する診療指針の作成とその知識の均霑化である。

B. 研究方法

以下に示す役割分担で診療指針を作成した。

✓ 銃創について

初療：廣江成政 済生会横浜市東部病院 救命救急センター・外傷センター

頭部：五十嵐豊 日本医科大学付属病院 高度救命救急センター

頸部：霧生信明 災害医療センター 救命救急科

胸部：山元良 應義塾大学病院 救急科

腹部：角山泰一朗 帝京大学医学部附属病院 救急科

四肢：黒住健人 帝京大学医学部附属病院外傷センター

✓ 爆傷について

病院前：齋藤大蔵 防衛医科大学校病院
研究センター外傷部門

初療：柳川洋一 順天堂大学医学部附属静岡病院
救急診療科

作成方針

- ✓ わが国の主に鈍的外傷に対する「外傷初期診療ガイドライン」「外傷専門診療ガイドライン」をふまえ、銃創・爆傷に特有の診断・治療に焦点をあてる
- ✓ 米国の診療ガイドラインを参考とするが、わが国の診療事情に適合させた内容とする
- ✓ 各項では、まずアルゴリズム提示し、その解説とそれに引き続いて個々の問題を説明する。

（倫理面への配慮）：2次資料のみを用いた研究であり、倫理面で特記すべきことはない。

C. 研究結果

約7万字に及ぶ包括的な診療指針を作成することができた。（詳細は成果物を参照）

目次：Ⅰ章；プレホスホスピタルケア総論

Ⅱ章；銃創患者に対する院内診療手順

（初期診療、弾道学の基礎、頭部銃創、頸部銃創、胸部銃創、腹部銃創、四肢銃創）

Ⅲ章；爆傷患者に対する初期診療の重要事項

D. 考察

本診療指針を作成するにあたって参考としたのは、現在でも戦争の当事国であり、国内でもテロの脅威にさらされている国々や銃社会で毎日のように銃創患者が救急の現場に運ばれてくる国々の医師が提唱する最新かつ現時点で最善と考えられる文献である。これらには、医療体制の違いからや鈍的外傷を主に扱っている日本の医師にとっては、若干の違和感を覚える内容があるかもしれないが、そういった点については委員間で可能な限り議論を重ね、妥当な記載となるよう尽力した。

E. 結論

銃創・爆傷患者診療指針を作成した。そのPDFは、多くの医療従事者に読まれるよう、ダウンロード無料の電子ジャーナル化されている日本外傷学会誌第32巻3号（7月号）並びに東京オリンピック・パラリンピックに関わる救急・災害医療体制を検討する学術連合体（コンソーシアム）のホームページにアップロードする予定である。

F. 健康危険情報

総括研究報告書に記入してある。

G. 研究発表

1. 論文発表

銃創・爆傷患者診療指針 日本外傷学会雑誌
32巻3号2018に掲載予定。

2. 学会発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

銃創・爆傷患者診療指針

2018年3月

厚生労働科学特別研究事業
2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けての
救急・災害医療体制の構築に関する研究
統括研究者：横田 裕行
分担研究：銃創、爆傷等における外傷医療体制の構築
分担研究者：木村 昭夫

一般社団法人 日本外傷学会
東京オリンピック・パラリンピック特別委員会
委員長：大友 康裕
委員：五十嵐 豊，霧生 信明，黒住 健人，齋藤 大蔵，角山泰一朗，
廣江 成欧，柳川 洋一，山元 良

緒言：当指針作成の経緯

本銃創・爆傷患者診療指針は、日本医科大学横田裕行教授が主任研究者である平成29年度厚生労働合
成推進調査事業（厚生労働科学特別研究事業）の「2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に
向けての救急・災害医療体制の構築に関する研究（H29－特別－指定－004）の分担研究である「銃創、
爆傷等における外傷医療体制の構築」（分担研究者：木村昭夫）をもとに、一般社団法人日本外傷学会の「東
京オリンピック・パラリンピック特別委員会」（委員長：大友康裕）の活動を通じてまとめ上げたもので
あります。上記特別委員会委員各位のご努力の結果、上記分担研究の報告書であることに留まらず、外傷
診療にかかわる医師であれば、一読しておくべき診療指針としてまとめました。

現在の日本においては、銃創や爆傷は珍しいものであり、多くの外傷にかかわる医師にとってなじみの
薄いものであります。実際、東京オリンピック・パラリンピックの時にも起こる可能性は高いとはいえな
いでしょう。しかしながら70数年以前には、数百万の日本国民が、銃や爆弾により死亡もしくは負傷し
たという動かざる事実があります。当時は外傷診療について現在ほど進歩していなかったでしょうが、そ
の現場にいた医師はできる限りの知識や技術を絞り出して、全力で診療にあたっていたことでしょう。そ
ういったことに思いを馳せてみると、現代のわれわれにとっても他人事ではないという思いが強く生じて
きます。ただ残念ながらその当時の知恵は、現在の日本の医師には伝わってはおられません。本診療指針を
作成するにあたって参考としたのは、現在でも戦争の当事国であり、国内でもテロの脅威にさらされてい
る国々や銃社会で毎日のように銃創患者が救急の現場に運ばれてくる国々の医師が提唱する最新かつ現時
点で最善と考えられる見識です。これらには、医療体制の違いからや鈍的外傷を主に扱っている日本の医
師にとっては、若干の違和感を覚える内容があるかもしれませんが、そういった点についても委員間で可
能な限り議論を重ね、妥当な記載となるよう尽力しました。

本診療指針のPDFは、多くの方々に読んで頂けるよう、2020年東京オリンピック・パラリンピックに
係る救急・災害医療体制を検討する学術連合体（コンソーシアム）のホームページならびに電子ジャーナ
ル化されている日本外傷学会雑誌第32巻3号(7月号)にアップロードする予定であります。東京オリンピッ
ク・パラリンピックに限らず有事の際に、1人でも多くの医師に活用していただけるよう、心から願ってお
ります。

2018年1月元旦

一般社団法人 日本外傷学会 代表理事
2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けての
救急・災害医療体制の構築に関する研究 分担研究者

木村 昭夫

はじめに

世界的にテロの発生件数は急激に増加し、2014年には年間17,000件をこえています。ここ20年間、わが国では大規模なテロは発生していませんが、「イスラム国」および北朝鮮からのテロ攻撃のリスクは決して低くありません。「イスラム国」は、「日本国民、日本権益を発見次第、我々の戦士、仲間による攻撃の対象となった」と宣言しています。北朝鮮も米国と軍事衝突となった場合、日本国内に潜伏しているとされる数千人の工作員が、日本国民をターゲットとしてテロ行為を行う可能性があります。

このように、現在の国際情勢や国内での東京オリンピック・パラリンピック2020など重要国際イベントを控え、テロ発生に対する医療者の備えが必要と考えます。しかし、わが国に銃創患者・爆傷患者診療の経験がある医師はほとんどいないことから、診療手順を整理した診療指針を策定・普及させ、この弱点を少しでも解消しておく必要があります。

2020年東京オリンピック・パラリンピックに係る救急・災害医療体制を検討する学術連合体（コンソーシアム）から、本学会に付託された役割は、「銃創・爆傷患者に対する診療ガイドラインの作成と医療従事者への普及」であります。これを受け、本学会では、銃創・爆傷の診療に精通した医師で構成される特別委員会を立ち上げ、銃創・爆傷患者に対する診療指針（2017年度暫定版）を、以下に示す役割分担で作成しました。

【銃創】

初 療：廣江 成欧	済生会横浜市東部病院	救命救急センター・外傷センター
頭 部：五十嵐 豊	日本医科大学付属病院	高度救命救急センター
頸 部：霧生 信明	国立病院機構災害医療センター	救命救急センター
胸 部：山元 良	慶應義塾大学病院	救急科
腹 部：角山泰一朗	帝京大学ちば総合医療センター	救命救急センター
四 肢：黒住 健人	帝京大学医学部附属病院	外傷センター

【爆傷】

病院前：齋藤 大蔵	防衛医科大学校	防衛医学研究センター外傷研究部門
病院内：柳川 洋一	順天堂大学医学部附属静岡病院	救急診療科

本診療指針の編集方針は、以下のとおりであります。

- ・わが国の主に鈍的外傷に対する「外傷初期診療ガイドライン」「外傷専門診療ガイドライン」をふまえ、銃創・爆傷に特有の診断・治療に焦点をあてる。
- ・米国の診療ガイドラインを参考とするが、わが国の診療事情に適合させた内容とする。
- ・各項では、まずアルゴリズムとその解説を提示し、それに引き続いて Clinical Question とその回答という形式に統一する。

本診療指針を、テロ被害者を診療する可能性のあるすべての医療従事者に精読頂いて、自施設の診療体制の見直しをお願いするとともに、不幸にしてテロが発生した際には、適切な診療の提供によって、多くの命を救って頂けることを期待しております。

一般社団法人 日本外傷学会

東京オリンピック・パラリンピック特別委員会

委員長 大友 康裕

第 I 章 銃創・爆傷のプレホスピタルケア総論



図 I-1

【アルゴリズムの要点】

銃創・爆傷のプレホスピタルにおける救命処置の優先順位は、米国の Tactical Combat Casualty Care (TCCC)¹⁾⁻³⁾ および Tactical Emergency Medical Services (TEMS)⁴⁾ に基づいた“MARCH”が望ましい(図 I-1)。このアルゴリズムは、M:Massive hemorrhage (大量出血の制御)、A:Airway (気道確保)、R:Respiration (緊張性気胸の解除と呼吸管理)、C:Circulation (静脈路確保とショックの治療)、H:Head injury (低酸素や低血圧などによる頭部外傷の悪化を回避)/Hypothermia (低体温の治療と回避)で構成される。通常の救急医療の外傷救護においては、ABCDEの順番で救護・処置がなされるが、銃撃・爆弾テロに対する救護においては、気道確保・呼吸・循環の前に、四肢からの大量出血を制御する必要があるというアルゴリズムである。すなわち、銃創や爆傷では短時間で致命的になり得る四肢の大量出血がしばしば問題となり、まず目にみえる大量出血の制御を優先させることが救命処置として最重要という概念に基づく。最初の評価・処置は、危険が伴う現場で行わなければならない場合があり、可能な限り脅威を排除して、すみやかな退避・脱出に努めるとともに、四肢からの大量出血に対しては、軍用止血帯などによる出血制御を早期に実施することが推奨される。そして、そののち呼吸管理、循環管理、意識・体温管理へと通常の順番に外傷救護を行うのがよいが、可能な限り迅速に後送する必要がある。

- 1) Montgomery HR, et al : TCCC guidelines comprehensive review and update : TCCC guidelines change 16-03. J Spec Oper Med 2017 ; 17 : 21-38.
- 2) Naemt (Corporate Author) : Prehospital Trauma life Support : Military edition. Burlington : Jones & Bartlett Learning, 2014.
- 3) Butler FK, et al : Tactical combat casualty care in special operations. Mil Med 1996 ; 161 (Suppl) : 3-16.
- 4) Campbell JE : Tactical Medicine Essentials. Burlington : Jones & Bartlett Learning, 2010.

【銃創・爆傷に関する医学的エビデンスの基盤となる戦術的戦傷救護 TCCC の紹介】

TCCC は米軍特殊作戦群と米国保健医科大学が作成したガイドラインであり、1997 年から特殊部隊に、2010 年からは米軍全軍に導入された戦傷救護のことである。米国国防総省内の戦場負傷者管理分野における負傷者救護・救命処置の標準と位置づけられており、現在では米国外科学会や米国救護員協会からも推

奨られている。TCCCの理念(TEMSの理念も同様)は1.負傷者の救護, 2.さらなる負傷者の発生防止, 3.任務の完遂, に集約される¹⁾⁻⁴⁾。

TCCCは実証的分析により発展してきた。ベトナム戦争の米軍兵士の死因分析を行った結果, 防ぎ得る外傷死の原因は四肢外傷からの出血, 気道閉塞, 緊張性気胸であった。特に, 四肢外傷からの出血は全体の死因の9%に達し, 無視できない病態であることがわかった⁵⁾。このことより, 米軍は2001年から2010年のイラク・アフガニスタン戦争において, 四肢からの出血に対してCATという軍用止血帯による止血を全軍に指示した結果, 四肢からの出血で死亡した症例が全体の3%まで減少した⁶⁾。さらに, 2001年から2010年の間に特殊部隊である第75レンジャー連隊に対しては, CATによる四肢の止血だけでなく, 骨髄輸液, 胸腔穿刺, 外科的気道確保などのTCCCに基づくすべての救命処置を指示し, 全軍にはCATによる四肢外傷からの止血のみを指示して比較検討したところ, 全軍では戦傷者18,681人のうち3,064人が死亡して16.4%の死亡率であったのに対し, 第75レンジャー連隊では戦傷者262人に対して死者28人で, 死亡率は10.7%と低率であった⁷⁾。この結果から, 米軍は2010年以降, 全軍にTCCCを導入することを決めた。

TCCCの特徴は, 通常の外傷救護と異なり, 前述したMARCH(Massive hemorrhage, Airway, Respiration, Circulation, Head injury/Hypothermia)の順番に処置することにある。すなわち, まず四肢の損傷の大出血による出血死を防ぐことから開始する。救急救護のフェーズとして砲火下の救護(Care under fire), 戦術的野外救護(Tactical field care), 戦術的後送救護(Tactical evacuation care)の3つに分けられる⁸⁾⁹⁾。

ホットゾーンでの“砲火下の救護”では, 脅威の排除が最も重要で, 救護のためにさらなる負傷者を発生させてはならない。負傷者を現場から脱出させるのが目標であり, 負傷者自身もしくは救護者が応急処置を行うのが原則である。そして, 脅威の排除の大原則のもとに, 四肢などの外出血を軍用止血帯で止血する。気道確保としての気管挿管は, 喉頭鏡使用で光を標的に銃撃されるかもしれないので, 戦術的野外救護の段階まで待つのが原則である。砲火下の救護では, 敵からのさらなる銃撃や次なる爆発の危険がある最も危険な地域での救護であり, 負傷者本人または仲間による処置が基本で, 軍用止血帯を用いて緊縛止血のみ行う。また, 頸椎保護は頸椎損傷を強く疑わせる症例を除いて実施しない。

ウォームゾーンでの戦術的野外救護では, 最も危険な地域からは脱出したものの, 依然として危険な領域における救命処置であり, 米軍では衛生兵による応急処置が救命率を上げている。前述したとおり, 米軍では四肢損傷による大出血, 気道閉塞, 緊張性気胸に対する迅速な救命処置が受傷者を救っている。そこには, 有益な救命処置のみを実施し, 迅速に戦術的後送救護へと繋ぐ“buy time”の概念が根底にある。すなわち, 現場でタイムリーな救命処置のみを行い, 少しでも早く後方の安全な地域へ負傷者を送るのが原則である。TCCCでは医師資格をもたない戦闘員あるいは衛生兵であっても救命処置を行う。また, 毛布などで保温し, 低体温を防止する。資機材は限定され, 医療用酸素は準備できないことも多い。

コールドゾーンへの搬送フェーズとなる戦術的後送救護では, 基本的には戦術的野外救護の救命処置を継続して, 戦傷者を搬送する。後送中に経鼻エアウェイによる気道確保では不安がある場合には, きちんと気管挿管を施行して気道確保した方がよい。緊張性気胸に対しては胸腔穿刺を行って症状の改善がみられても, 長時間の搬送が予測される場合にはあらかじめ胸腔ドレナージを行って搬送する。

以上のように, TCCCは有事において銃撃や爆発によって負傷した兵士を救うための戦傷救護であり, 脅威の排除を行って収容所や野戦病院に後送するまでにタイムリーな救命処置を行うことで, 生存率向上を図るものといえる²⁾³⁾⁸⁾⁹⁾。

1) Montgomery HR, et al : TCCC guidelines comprehensive review and update : TCCC guidelines change 16-03. J Spec Oper Med 2017 ; 17 : 21-38.

2) Naemt (Corporate Author) : Prehospital Trauma life Support : Military edition. Jones & Bartlett Pub, 2014.

- 3) Butler FK, et al : Tactical combat casualty care in special operations. Mil Med 1996 ; 161 (Suppl) : 3-16.
- 4) Campbell JE : Tactical Medicine Essentials. Jones & Bartlett Pub, 2010.
- 5) Champion HR, et al : A profile of combat injury. J Trauma 2003 ; 54 : S13-19.
- 6) Eastridge BJ, et al : Death on the battlefield (2001 - 2011) : implications for the future of combat casualty care. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S431-437.
- 7) Kotwal RS, et al : Eliminating preventable death on the battlefield. Arch Surg 2011 ; 146 : 1350-1358.
- 8) Butler FK : Tactical medicine training for SEAL mission commanders. Mil Med 2001 ; 166 : 625-631.
- 9) Butler FK, et al : Implementing and preserving the advances in combat casualty care from Iraq and Afghanistan throughout the US Military. J Trauma Acute Care Surg 2015 ; 79 : 321-326.

【ハートフォードコンセンサス】

米国においても米軍の TCCC を通常の救急医療に導入することは、現場において当初は遅れていた。四肢出血の早期止血のためのターニケットの使用は民間においても必要なことであったが、2013年4月15日に発生したボストンマラソン爆破事件において、多数殺傷事件に対するターニケットの準備と使用が十分ではなかったと指摘された。米国では多数負傷者の出血死を防いで生存性を高めるために、国家としての政策作成のための合同委員会が開催され、「ハートフォードコンセンサス」¹⁾が発表された。第1回のハートフォードコンセンサスは米国のコネチカット州にあるハートフォード病院で2013年4月2日に実施されており、ボストンマラソン爆破事件を予見するかのように開催されたが、第2回、第3回と回を重ねることで、その目標は早期の出血制御をファーストレスポンスに義務づける方向で、普及活動が進んでいる。すなわち、米国では社会として、ターニケットや止血資材の使用に関する教育を救急隊員だけでなく、一般人にも行うことで反テロへの姿勢を示している。また、米軍の13年間で6,800人の犠牲者から得られた教訓、知恵、技能が、民間の救急医療に生かされることが米国社会では求められているともいえる。さらに、米国では2015年5月から軍と民間の外傷救護に関するさらなる相互協力のプロジェクトとして、National trauma care systemの構築が、目的、情報、訓練、人的交流などにおいて進行していることを申し添える²⁾。

- 1) Jacobs LM, et al : Hartford consensus. Bulletin 100 (1S), American College of Surgeons, Sept 2015.
- 2) A National Trauma Care System : Integrating Military and Civilian Trauma Systems to Achieve Zero Preventable Deaths After Injury. 2016. DOI : <https://doi.org/10.17226/23511>

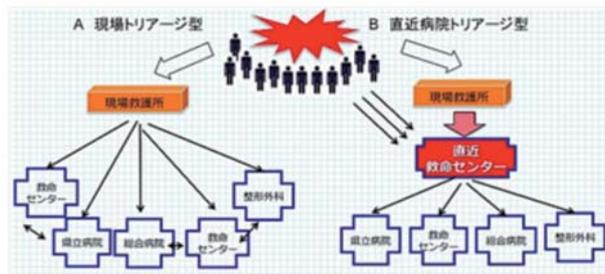
【本邦における銃創・爆傷に対する救急救護の実際】

米国では銃創・爆傷に対する救急救護のガイドラインともいべき TEMS があり¹⁾、テロリズムなどの不測の事態が発生した際の救急救護・医療システムが確立しつつある。一方、日本国内では銃撃や爆弾によるテロリズムの発生が外国と比較して幸運にも少なかったため、外国のテロ事案のほとんどを占める爆傷や銃創に対して本邦の救急救護・医療関係者にはほとんど経験がない。また、米国と日本では法律も違えば、文化・環境も異なる。米国の TEMS をそのまま本邦に導入することは、現実的に難しい部分がある。例えば、銃撃や爆発が発生した場所に日本の消防・救急隊が危険度に関する情報がない状況で救急救護に向かうことは厳しい。そして、救急救命士は本邦の救急救命士法に基づいた救命治療しかできないことはいうまでもない。銃創・爆傷に対して、どのような救急救護体制を国内で創っていくのか、2020年のオリンピック・パラリンピックの開催を控える本邦において、万が一のテロリズム発生に備えて銃創・爆傷に対する救急救護体制を確立することは喫緊の課題と思料する。

本邦における銃創・爆傷の外傷救護案は下記のとおりである。危険を伴うホットゾーンでは、脅威の排除が最重要で、救護のためにさらなる負傷者を発生させないようにする。負傷者を現場から脱出させるの

が目標であり、脅威の排除のもとに四肢などの外出血をCATなどで止血する。負傷者本人またはファーストレスポンドーによる処置が基本で、四肢からの大量出血制御のみを行うべきである。脱出してきた救護所では、いまだ危険が残存する地域における処置になるので、迅速に後送救護へと繋ぐ“buy time”の概念に基づき、タイムリーな応急処置のみを行って少しでも早く後方の安全な地域へ負傷者を送るべきである²⁾。本邦においてはJPTECに基づく処置が標準となるが、より迅速に後送するのが望ましい。したがって、大量傷者が発生した場合には時間をかけたトリアージの実施よりも、迅速に後送することを優先するべきである。一カ所の病院に後送するか分散搬送するかは、発生場所にもよるので、論議のあるところであるが、TCCCの概念からは一カ所にすみやかに送る方が“buy time”の概念に一致する。ボストンマラソン爆弾テロではあらかじめ準備した大きな救護所が危険過ぎて使えなかった。また、秋葉原通り魔事件においては被害者が現場に滞在する時間が長かったという。これらの事例では、より安全な地域への迅速な後送が望まれる。したがって、多数傷者の発生した爆弾テロや銃撃テロの現場では被災者を次々と救急車で迅速に後送し、直近の大きな病院を大量傷者救護所として用いることで、必要な救命処置と初期トリアージを行うとともに搬送の拠点として分散搬送するのがよいと本委員会では提案する（図I-2）³⁾。

直近病院を大量傷者救護所とする



“The closest hospital should be used as a casualty collection point, and initial triage station for distribution to the other available hospitals, rather than as just another treatment facility,”

「直近病院は大量傷者救護所とし、初期トリアージと搬送拠点にすべし」

図I-2

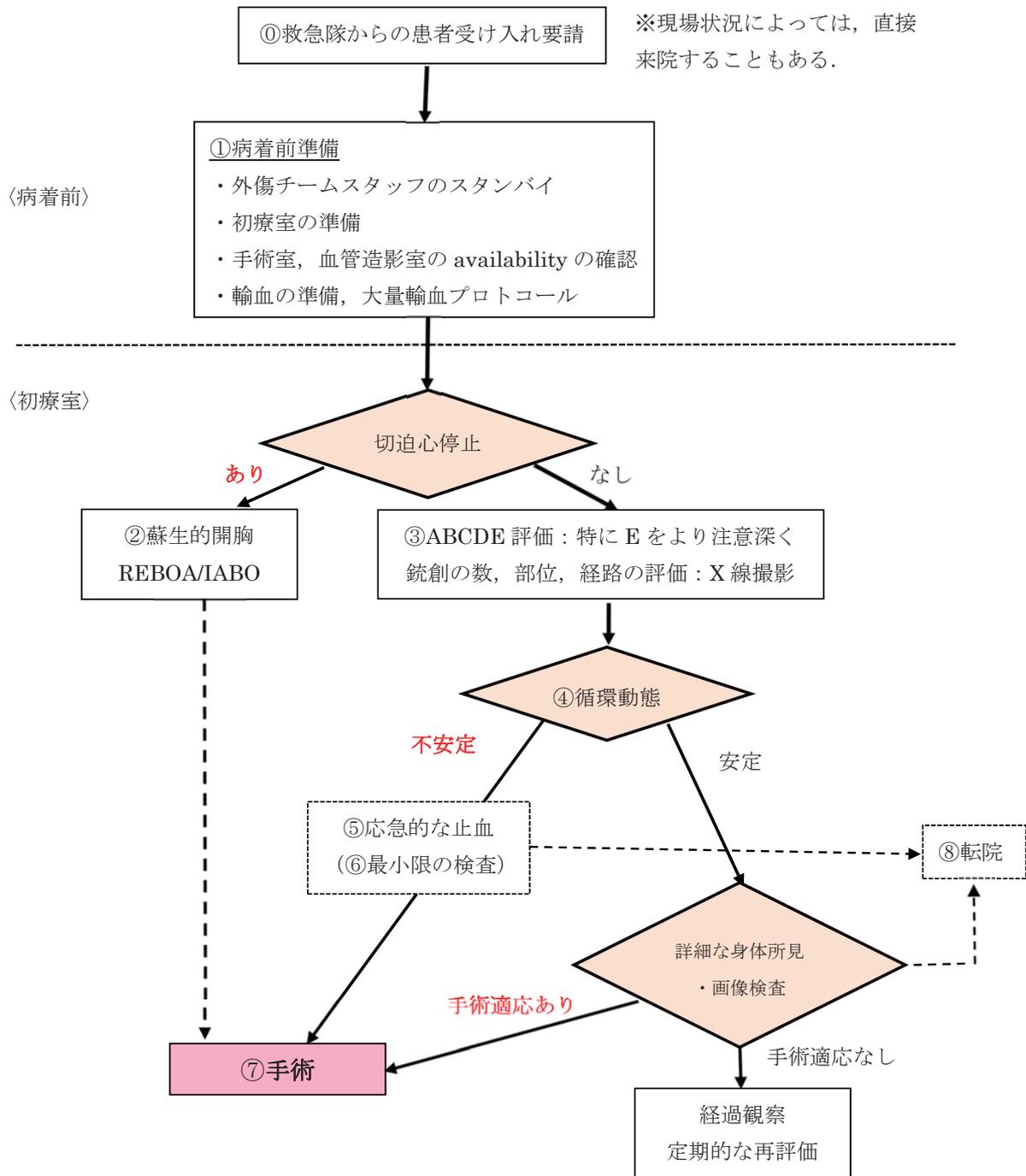
TEMSにおいて負傷者の現場救護所はウォームゾーンに設置されるが、本邦においては救急車などの参集する現場救護所は限りなくコールドゾーンに近いウォームゾーンに設定するしかないものと思料する。しかしながら、国内の爆傷・テロ対応に対して、事件現場であるホットゾーンから救急車が参集する場所（通常は現場救護所）までを担当する救護組織が、警察の特殊部隊のほかにもどの組織が担うのかが本邦では決まっていない。このことこそ、本邦における銃創や爆傷に対する事態対処外傷救護の現時点における最大の問題点といえる。2020年の本邦における東京オリンピック・パラリンピック開催に向けて、今こそ本邦においても銃撃・爆弾テロに対する救急救護体制の構築がオールジャパンで必要ではないだろうか。本邦においても銃創・爆傷に対する多職種連携による切れ目のない救急救護のオールジャパン体制構築が望まれる。

- 1) Campbell JE : Tactical Medicine Essentials. Jones & Bartlett Pub, 2010.
- 2) 日本外傷学会外傷専門診療ガイドライン編集委員会:外傷専門診療ガイドライン. 第2版. 日本外傷学会監修. 東京:へるす出版, 2018. in press.
- 3) Frvckberg ER : Terrorist bombings in Madrid. Crit Care 2005 ; 9 : 20-22.

五十嵐 豊, 齋藤 大蔵

第Ⅱ章 銃創患者に対する院内診療手順

1. 銃創の初期診療



図Ⅱ-1-1 診療手順アルゴリズム

【アルゴリズム要点】

救急隊からの患者受け入れ要請（アルゴリズム①）

○救急隊あるいは現場，消防機関からの銃創患者受け入れ要請連絡を受けた場合，すみやかに関係スタッフ，システムのスイッチを入れ，病着前準備を開始する．多数傷病者で現場が混乱していたり，現場から病院までの距離が近い場合は，救急車搬送より先に直接来院する患者がいることもある．

病着前準備（アルゴリズム①）

○銃創・爆傷患者の搬送前準備は，鈍的外傷と同様である．

○ただし，鈍的外傷と異なり，銃創患者は緊急手術が必要になる可能性が高く，手術加療が予後に直結するため，常時麻酔科を含め迅速に緊急手術が施行可能な体制を整えておくべきである．明確な基準はないが，ショックを伴う銃創症例に対して手術室入室へ10分以上かかると死亡率が高くなるという報告もある¹⁾．

○自施設でどの段階まで診療が可能なのか想定し，追加処置が可能な専門施設をあらかじめ把握しておく．

○活動性出血に対して，救急隊がターニケットを装着もしくは手動的圧迫をしてくる可能性がある．

1) Meizoso JP, et al : Effect of time to operation on mortality for hypotensive patients with gunshot wounds to the torso : The golden 10 minutes. J Trauma Acute Care Surg 2016 ; 81 : 685-691.

初療室

○原則は JATEC に則った診療を行う．

○切迫心停止症例では，蘇生的開胸を行う．施行した症例では鈍的外傷よりも鋭的外傷の生存率が高く，必須の手技である（アルゴリズム②，詳細は後述）．

○初期評価では E の評価，特に単純 X 線撮影での評価が重要である．全身観察をより注意深く行い，銃創の数，部位，活動性出血の有無などを確認する．創が奇数の場合，体内に弾丸が残存している可能性を考える．銃創が複数ある場合，どこが射入口・射出口かは言及せず，銃弾の貫通経路はあらゆるパターンを考える．X 線撮影時には，創のマーカースとしてクリップなどを置く（アルゴリズム③）．

○循環動態不安定な症例は，原則手術であり，必要最低限の処置および検査を行っている間に手術の準備を整え，すみやかに手術の可能な部屋へ搬入する（アルゴリズム④）．

○応急的な処置（アルゴリズム⑤）：創部局所止血±中枢側血流遮断

創部局所止血：ガーゼ圧迫，Foley カテーテル挿入による止血，止血剤

出血部の中枢側血流遮断：ターニケット，外科的血管確保，血管内バルーンカテーテル挿入

※ターニケット装着不可能な部位の出血に対しては，創部局所止血のみ施行し，すみやかに手術室へ移動する．

○最小限の検査（アルゴリズム⑥）：頭部⇒CT

体幹部⇒FAST（詳細は後述），単純 X 線撮影

（四肢⇒単純 X 線撮影）

○ターニケットは途中で緩めてはならない．原則は，手術室など適切に対応できる環境下で外す．

○循環動態の安定している症例も多くある．ただし，常に急変のリスクおよび緊急手術になるであろうことを念頭に，迅速に診療にあたる．

○外出血なく，バイタルが安定している場合でも，むやみに初療室で創の検索は行わない．血栓や周りの組織による圧迫で一時的に止血されているようにみえるものの，実際には動脈の断裂があり，創の開放とともに急激に出血することがある．

○具体的な手術術式や手術適応については，部位別の項目を参照（アルゴリズム⑦）．

○専門施設への搬送（アルゴリズム⑧）：自施設では不可能な検査，治療が必要な場合は，循環動態の安定化を図ったうえで，すみやかに専門施設へ転送とする．

【銃創症例全体の死亡率】

- NTDB の 1996 ～ 2016 年の銃創 11,294 症例を分析，死亡率 14.6% ¹⁾。
- New Jersey Trauma Center の 12 年間の銃創 6,322 例の分析，死亡率 11% ²⁾。
- JTDB に登録された 2004 ～ 2015 年の銃創症例は 80 件，手術は 46 件（51%），死亡率 50% ³⁾。

- 1) Manley NR, et al : Good news, bad news : An analysis of 11,294 gunshot wounds (GSWs) over two decades in a single center. J Trauma Acute Care Surg 2018 ; 84 : 58-65.
- 2) Livingston DH, et al : Unrelenting violence : An analysis of 6,322 gunshot wound patients at a Level 1 trauma center. J Trauma Acute Care Surg 2014 ; 76 : 2-11.
- 3) 日本外傷データベースより抜粋（日本外傷診療研究機構）

【初療室ですべき診察，処置，検査】

○鋭的外傷に対する CT の有用性に関して

⇒有用である可能性がある。

特に循環動態の安定している体幹部鋭的外傷（あるいは銃創のみ）を対象として，手術を行う必要があるかないかの decision making の一助となったり，損傷の有無・程度が明確になる可能性が示唆された報告が散見される ¹⁾⁻⁴⁾。CT による開腹手術の必要性の予測に関して，感度 94.9%，特異度 95.38%，正診率 94.7% との報告もある ⁵⁾。ただし腸管損傷に対しては診断が困難であることが多い ⁶⁾。

- 1) Grossman MD, et al : Determining anatomic injury with computed tomography in selected torso gunshot wounds. J Trauma 1998 ; 45 : 446-456.
- 2) Munera F, et al : Gunshot wounds of abdomen : evaluation of stable patients with triple-contrast helical CT. Radiology 2004 ; 231 : 399-405.
- 3) Shanmuganathan K, et al : Penetrating torso trauma : triple-contrast helical CT in peritoneal violation and organ injury- a prospective study in 200 patients. Radiology 2004 ; 231 : 775-784.
- 4) Velmahos GC, et al : Abdominal computed tomographic scan for patients with gunshot wounds to the abdomen selected for nonoperative management. J Trauma 2005 ; 59 : 1155-1160.
- 5) Goodman CS, et al : How well does CT predict the need for laparotomy in hemodynamically stable patients with penetrating abdominal injury? A review and meta-analysis. Am J Roentgenol 2009 ; 193 : 432-437.
- 6) Butela ST, et al : Performance of CT in detection of bowel injury. Am J Roentgenol 2001 ; 176 : 129-135.

○鋭的外傷に対する蘇生的開胸術の妥当性に関して

⇒鈍的外傷に対してよりも重要度が高く，必須の手技である。

ACSCOT のデータでは，Resuscitative thoracotomy (RT) を施行した症例の生存率は鋭的外傷で 11.2%，鈍的外傷で 1.6%であった ¹⁾。鋭的外傷のなかでも胸部の刺創に対して有効で，銃創，腹部，多数の刺創では有効度が下がる ²⁾。RT を施行した鋭的外傷で，生存率は刺創 vs 銃創で，14% vs 4%²⁾，鋭的の心損傷に対する RT でも生存率は刺創 33% vs 銃創 5% ³⁾，刺創の方が銃創より 11 倍生存しやすいという報告もある ⁴⁾。

WTA は 2012 年に RT に関する，注釈付きの包括的アルゴリズムを作成し（図 II-1-2），鋭的外傷では，CPR を開始して 15 分に満たない症例にのみ RT 施行を考慮し，RT 施行したもののタンポナーデがないのに肉眼的に心臓の活動がない場合は蘇生処置を終了とし，肉眼的に心臓活動があるまたは解除すべきタンポナーデがある場合は出血コントロールを行うべきとしている ⁵⁾。バイタルサイン消失からの時間が，米軍ガイドラインでは 10 分以内，英国ガイドラインでは 5 分以内に施行可能な場合のみ，RT が推奨され

ている⁶⁾。現場での心肺停止症例には推奨されない。

2015年のEASTからのガイドラインでは、迅速な判断が求められるより臨床に即した状況として、初療室で脈拍触知不可となった場合に焦点を当てて検討している。72の論文の計10,238症例を集積し、結論として、生命兆候を認める胸部の鋭的外傷に対して初療室開胸を行うことを強く推奨し、生命兆候を認めない胸部の鋭的外傷や、生命兆候のあるなしに関わらず胸部以外の鋭的外傷に対して初療室開胸を行うことを条件付きで推奨する、としている⁷⁾。

誰が施行するかに関しては、外傷外科医が行うべきだが、体制上困難な場合もあり、救急医が行うことも可能で、そのためには訓練をすべきである⁸⁾。タンポナーデ解除や大動脈遮断を行ったら、すみやかに手術室に移動したり、専門外科医による追加処置に移行する。

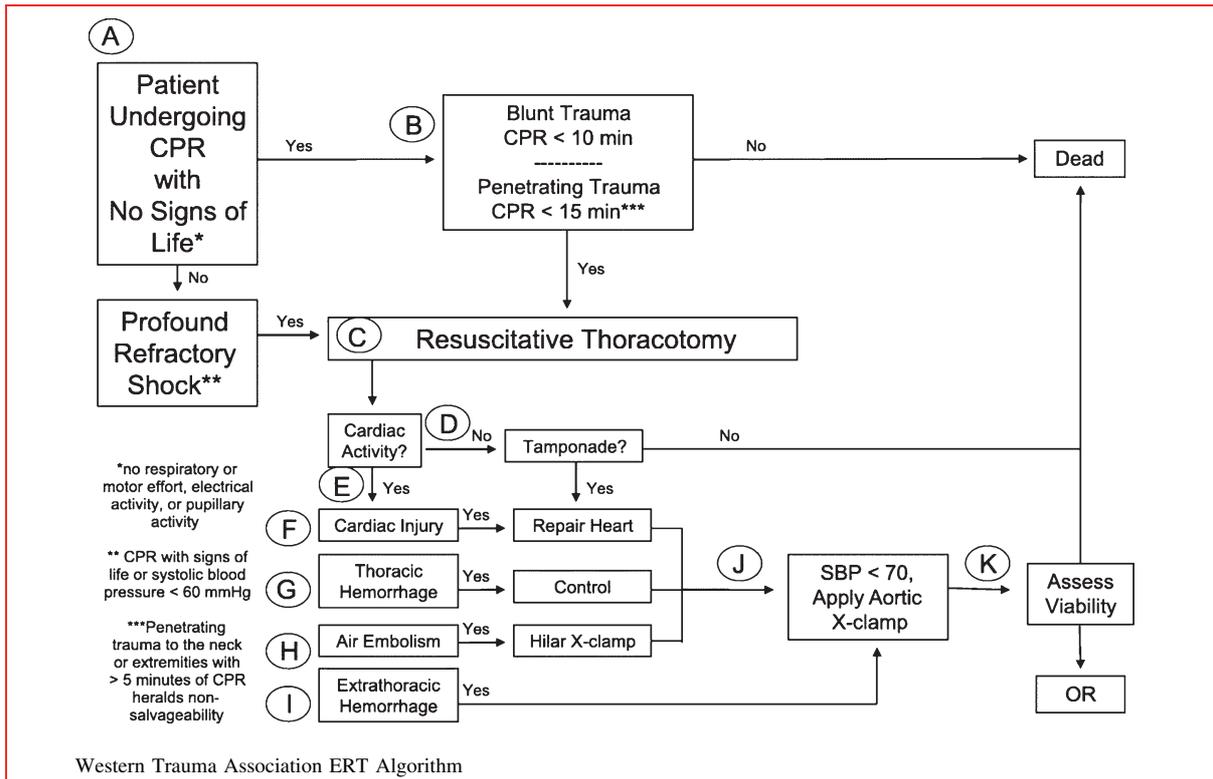


図 II - 1 - 2

(Fairfax LM, et al : World J Surg 2015 ; 39 : 1343 - 1351. より引用)

- 1) Asensio JA, et al : Working Group, Ad Hoc Subcommittee on Outcomes, American College of Surgeons-Committee on Trauma : practice management guidelines for emergency department thoracotomy. J Am Coll Surg 2001 ; 193 : 303 - 309.
- 2) Hall BL, et al : A visual, timeline-based display of evidence for emergency thoracotomy. J Trauma 2001 ; 59 : 773 - 777.
- 3) Molina EJ, et al : Outcomes after emergency department thoracotomy for penetrating cardiac injuries : a new perspective. Interact Cardiovasc Thorac Surg 2008 ; 7 : 845 - 848.
- 4) Seamon MJ, et al : Emergency department thoracotomy for penetrating injuries of the heart and great vessels : an appraisal of 283 consecutive cases from two urban trauma centers. J Trauma 2009 ; 67 : 1250 - 1257.
- 5) Burlew CC, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : resuscitative thoracotomy. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : 1359 - 1363.

- 6) Morrison JJ, et al : Resuscitative thoracotomy following wartime injury. J Trauma Acute Care Surg 2013 ; 74 : 825–829.
- 7) Seamon MJ, et al : An evidence-based approach to patient selection for emergency department thoracotomy : A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg 2015 ; 79 : 159–173.
- 8) Fairfax LM, et al : Resuscitative thoracotomy in penetrating trauma. World J Surg 2015 ; 39 : 1343–1351.

○ FAST は循環動態不安定な鋭的外傷でも有用性に関して

⇒有用である可能性がある。

心嚢と腹腔内の液体貯留を評価し、心嚢 FAST の感度 92.3%、特異度 95.6%、腹部 FAST の感度 68.5%、特異度 93.9%。刺創の群では心嚢 FAST の感度は 100%、特異度は刺創でも銃創でも高い (94.0%、97.5%)。腹部 FAST の感度は、刺創でも銃創でも有意差なく (62.5%、73.3%)、特異度は刺創で 100%、銃創で 80%¹⁾。

FAST は複数の受傷部位の可能性のある症例で、どのタイミングでどの部位から治療を始めるかの決定に有用である。

鋭的外傷では腹部 FAST の感度はやや低く、体表創部から体外へ出血していることもあり、negative でも腹腔内出血は否定できない。

- 1) Matsushima K, et al : Double Jeopardy in penetrating trauma : Get it FAST, get it right. World J Surg 2018 ; 42 : 96–106.

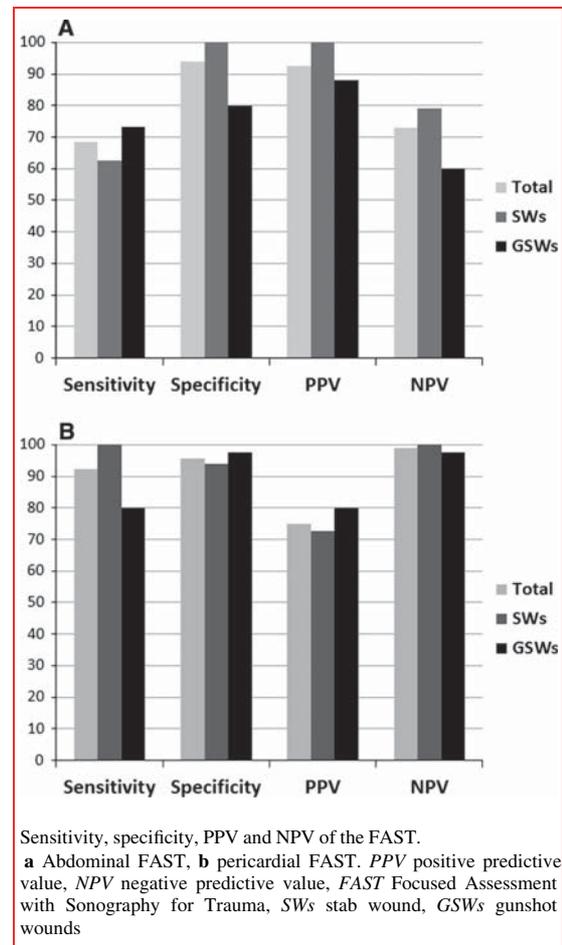
【鋭的外傷の初療での適切な輸液，輸血による蘇生】

鋭的外傷に焦点を当てた初期輸液蘇生に関する Review は限られている。

2013 年の Systematic review では、それぞれ鋭的外傷を 30%～94% 含んだ 20 論文 (計 12,154 症例) を検討している。ATLS や JATEC で述べられている 1～2L の細胞外液による初期輸液急速投与ではなく、ダメージコントロール蘇生の一つとして、高比率 1 : 1 : 1 に近い比率で RBC : FFP : PLT の早期投与を行った方が、死亡率が改善したという報告が多かった (20 論文中 14 論文)¹⁾。

特に鋭的外傷の割合の明記はないが、重症外傷に対するダメージコントロール蘇生について 37 論文をまとめた EAST のガイドラインでは、DCR (ダメージコントロール蘇生) の原則として、①低体温の回避 ②根本的止血までの低血圧の許容 ③ MTP の使用 ④最小限の晶質液の投与、などを挙げるとともに、死亡率減少のために MTP を軸とした DCR を行うことおよび 1 : 1 : 1 に近い比率での RBC : FFP : PLT の輸血を行うことを推奨している²⁾。

- 1) Tapia NM, et al : The initial trauma center fluid management of penetrating injury : A systematic review. Clin Orthop Relat Res 2013 ; 471 : 3961–3973.



図Ⅱ-1-3

(Matsushima K, et al : World J Surg 2018 ; 42 : 96–106. より引用)

- 2) Cannon JW, et al : Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage : A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. J Trauma Acute Care Surg 2017 ; 82 : 605 – 617.

【鋭的外傷に対する REBOA/IABO の有用性, および開胸大動脈遮断術との比較】

現時点で十分な症例集積はされていないが, 限られた数件の Review の報告および本邦での使用経験から, 鋭的外傷に対しての REBOA/IABO は安全で効果的である可能性がある.

JTDB を解析した報告では, REBOA/IABO は初療室で施行することを考慮できるものだが, 留置に成功したとしても, 一刻も早く手術や IVR などの根本的治療を開始するべきであるとしている¹⁾.

対象に鋭的外傷症例を含む 7 件の報告をまとめた Review では, 計 81 人の鋭的外傷症例に対して, 主に心肺停止切迫症例に対する出血コントロールおよび蘇生目的で使用されており, バルーンのインフレーション時間の中央値 63 分 (33 – 88 分), 収縮期血圧上昇の中央値 51mm Hg (44 – 61mm Hg), 全体の死亡率は 35.4%であった²⁾. AORTA study では, 鋭的外傷 43 例を含む 114 例の検討で REBOA/IABO と緊急開胸での比較がされており, 生存率に特に有意差は認めなかった (28.2% vs 16.1%, $p=0.12$). 特に致命的合併症は認めず, 安全で効果的と結論付けている³⁾.

- 1) Inoue J, et al : Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta might be dangerous in patients with severe torso trauma : a propensity score analysis. J Trauma Acute Care Surg 2016 ; 80 : 559 – 566.
- 2) Branco BC, et al : Endovascular solutions for the management of penetrating trauma : an update on REBOA and axillo-subclavian injuries. Eur J Trauma Emerg Surg 2016 ; 42 : 687 – 694.
- 3) Dubose JJ, et al : AAST AORTA Study Group : The AAST prospective Aortic Occlusion for Resuscitation in Trauma and Acute Care Surgery (AORTA) registry : Data on contemporary utilization and outcomes of aortic occlusion and resuscitative balloon occlusion of the aorta (REBOA) . J Trauma Acute Care Surg 2016 ; 81 : 409 – 419.

Key Point

- 鈍的外傷と異なり, 銃創患者は緊急手術が必要になる可能性が高く, 手術加療が予後に直結するため, 常時麻酔科を含め迅速に緊急手術が施行可能な体制を整えておくべきである.
- 初期評価では E の評価, 特に単純 X 線撮影での評価が重要である.
- 鋭的外傷に対する蘇生的開胸術は, 鈍的外傷に対してよりも重要度が高く, 必須の手技である.
- 鋭的外傷では腹部 FAST の感度はやや低く, 体表創部から体外へ出血していることもあり, negative でも腹腔内出血は否定できない.

廣江 成欧

2. 弾道学の基礎, 銃弾の扱い

1) 弾道学の基礎 Ballistics

銃創の症例が搬入されてきた場合, 原則は目の前の受傷者そのものの状態を臨床的に評価することであって, 銃器や銃弾の種類や速度, 撃たれた距離などによって治療方針の大枠が変わることはないため, そういった情報を得るための時間を無理にさく必要はない.

ここでは弾道学の最小限の項目のみ提示し, 銃器による損傷をよりイメージしやすくし, より詳細な評価につながれば幸いである.

原則

- ・銃弾による創がどのようなになるかは以下の3つの大因子によって決まる¹⁾。
 - i) 銃弾：直径，重量，形状，ジャケット（装甲），小粒，火薬の量・種類
 - ii) 銃器：銃身長，連射型・単発型，自動式・半自動式，携帯性
 - iii) 受傷者の因子：体位，銃器からの距離，創の部位，損傷組織

銃弾の威力は何で決まるか？

- ・銃弾の威力は運動エネルギーの法則に則る。発射された銃弾の運動エネルギー量（KE：kinetic energy）は，銃弾の質量（M）と銃口速度（V）により決定し（ $KE=1/2 MV^2$ ），より重い弾丸がより早い速度で撃ち出されるとエネルギー量は大きくなる＝威力は大きくなる。銃口速度は，上述の i) 銃弾および ii) 銃器の性質により決定される²⁾。

$$KE = \frac{1}{2} M V^2$$

銃の口径・弾丸の質量・放出速度による威力の違い³⁾

- ・低速弾：秒速 2,000 フィート（681m/秒）未満
- ・高速弾：秒速 2,000 フィート（681m/秒）以上

口径	M (g)	V (m/秒)	J	cavitation のサイズ(cm)
.22 インチ（拳銃）	36	350	170	5
.38 インチ（拳銃）	120	300	325	10
.223 インチ（ライフル）	50	900	1,550	15
7.62×39mm （カラシニコフ）	165	850	3,500	20

}

}
 低速弾

}
 高速弾

弾丸の動き⁴⁾

- ・体内に入った銃弾は，揺れ(yaw)や回転(tumble)，変形(deformation)や断片化(fragmentation)を伴って複雑な動きで進んでいくため，銃弾そのものによる組織損傷とともに，銃弾の径より何倍も広い範囲の組織を損傷している（空洞形成 = cavitation）。高速弾ほど cavitation は大きく，弾道から離れた組織も損傷を受ける。射入口と射出口を結んだ直線状の損傷のみ想定すればいいわけではない。

- 14 -

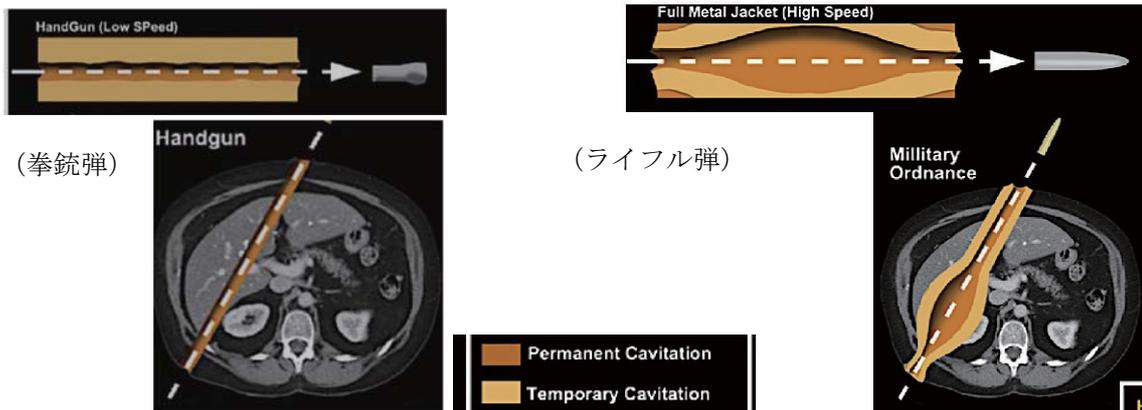
166

損傷の程度は何で決まるか？

- ・ 損傷させる力（WE：wounding energy）は、体内に射入したときの速度（ V_{entry} ）と体内から射出したときの速度（ V_{exit} ）の差が大きくなること、つまり体内で大きく減速すると、大きくなる³⁾。

$$WE = \frac{1}{2} M (V_{\text{entry}} - V_{\text{exit}})^2$$

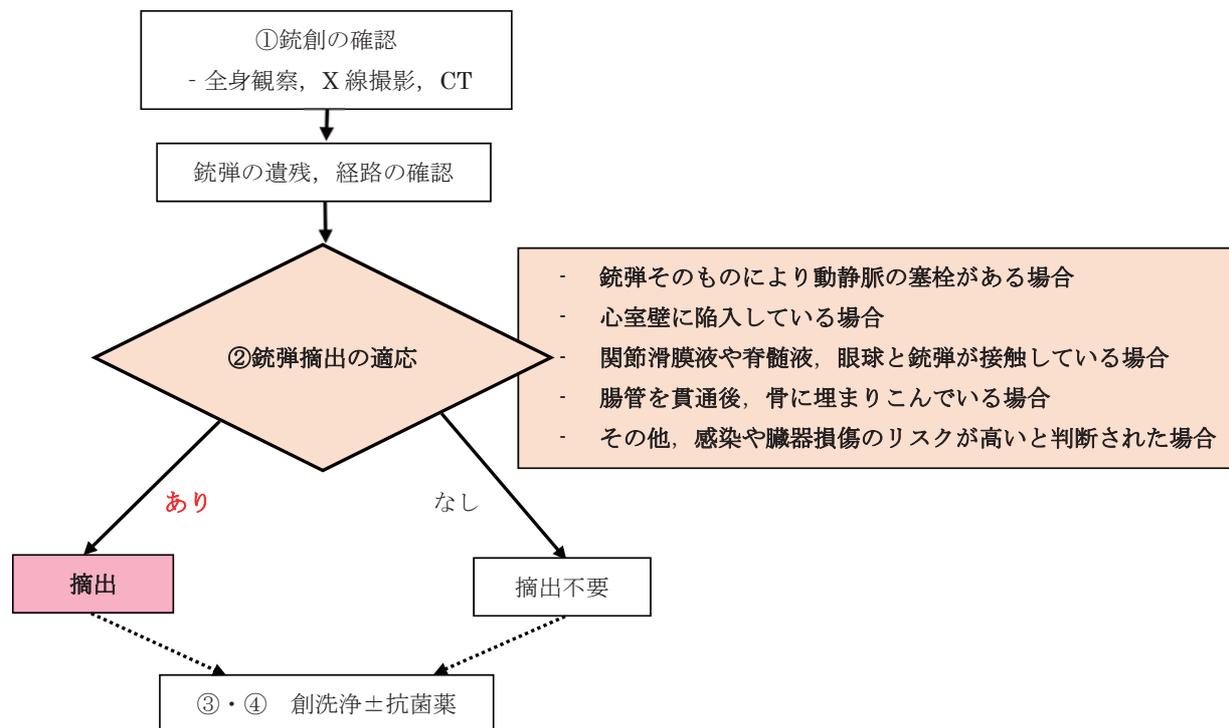
銃器の種類それぞれの特徴^{1) 5) 6)}



- ・ 拳銃：ライフルよりエネルギー量は劣り、命中率も低い。逆に拳銃による創を認める場合は、10m前後の比較的近い距離から受傷した可能性がある。
- ・ 狩猟用ライフル：苦痛を与えず仕留めることを目的としており、狩猟用弾丸は軍用では禁止されている殺傷能力のより高い形態をしているため、偶発的に受傷した場合、遠くから命中した場合でも重篤な組織損傷を伴う。皮膚表面は残存していても、内部組織が破壊されていることもあり、より広範囲のデブリードマンや追加切除が必要になる。
- ・ 軍用ライフル：高速弾であり、拳銃よりもエネルギー量や命中率は高い。Cavitationのサイズは拳銃の数倍になる。防弾チョッキなどで弾丸による直接損傷を受けなくてもそのエネルギーにより鈍的損傷をきたす場合がある（behind armor blunt trauma;BABT）。以前より口径が縮小してきている傾向があり、狩猟用ライフルの創よりも組織破壊は少ない。
- ・ 散弾銃：10-15m距離があれば致命傷にならないが、1-2m以内の距離では85%が致命的となる。低速弾。飛散した小球がそれぞれ組織を損傷する。すべての弾丸片の摘出は困難。

- 1) Asensio JA, et al : Current therapy of trauma and surgical critical care. 2nd ed. Amsterdam : Elsevier, 2016.
- 2) Moore EE, et al : Trauma. 8th edition. Columbus : McGraw-Hill Education, 2017.
- 3) 井上潤一, ほか：「銃創と弾道学」平成 29 年度厚生労働省・日本外科学会 外傷外科医養成研修テキスト
- 4) Giannou C, et al : War Surgery 武力紛争やその他の暴力を伴う事態における資源が制限された中での医療支援活動 VOLUME 1. ICRC, 2009.
- 5) Hanna TN, et al : Firearms, bullets, wound ballistics : An imaging primer. Injury 2015 ; 46 : 1186- 1196.
- 6) Stefanopoulos PK, et al : Wound ballistics 101 : the mechanisms of soft tissue wounding by bullets. Eur J Trauma Emerg Surg 2017 ; 43 : 579- 586.

2) 弾道の扱い



図Ⅱ-2-1 銃弾扱いアルゴリズム

①銃創が1ヵ所でもある場合は、必ず全身を注意深く診察し、X線撮影などの画像検査を行い、銃弾が遺残しているかどうか、銃弾が体内のどこを通過したか評価する。

※1発の銃弾でも体内で複数に分裂することがある。

※射創管は直線とは限らない。

②遺残した銃弾は、図の銃弾摘出の適応にあてはまる場合以外摘出する必要はない。ただし、摘出の適応にあてはまる場合であっても、アプローチが困難であったり、より大きな合併症が危惧される場合はこの限りではない¹⁾²⁾。

※状態が安定しており、遺残した銃弾が、皮下、筋肉内、あるいは射入口・射出口の近傍に触知可能な場合は、外来で局所麻酔施行下の摘出を考慮してもよい。

※銃弾を摘出した場合、その処理に関しては警察に確認を行う。

③可及的に、受傷から6時間以内には創洗浄を行う。

④抗菌薬投与の適応としては、骨折を伴う場合、ショットガンによる銃創、治療開始まで時間の経過している場合、汚染が高度な場合、糖尿病の既往がある場合などで考慮する（後述）。

※射入口、射出口は早期には閉鎖せず、一定期間感染徴候がなければ閉鎖可能である（後述）。

※破傷風ワクチン接種歴を必ず確認する¹⁾。

【体内の遺残した銃弾やその破片を除去する必要性、遺残した場合の鉛中毒のリスクに関して】

すべての銃創を検索またはデブリードマンする必要はない。血管損傷や大きな血腫を伴わない軟部組織や筋肉だけを通過した単純な銃創は経過観察できる。創洗浄の遅延が感染の大きなリスクとなるため、6

時間以内に洗浄する¹⁾。銃弾除去は通常不要で、それだけで手術適応とはならない。違和感を訴えても皮下にあるようにみえても特に必要ない。唯一鉛中毒のリスクとなる可能性があるのは、滑膜液や脊髄液と接触している銃弾による³⁾⁴⁾。銃弾と鉛の血中濃度の量的関係も、鉛の血中濃度と中毒リスクの大きさも、明らかではない⁵⁾。また、腸を貫通してそのまま骨に埋まりこんだ銃弾は骨髓炎のリスクとなるため、アプローチが困難でなければ除去する。軟部組織に遺残した銃弾の破片が原因と思われる鉛中毒の報告はある⁶⁾。

【銃創による外傷に対する抗菌薬投与】

感染のリスクが高いと考えるべきであり、細菌学的な確証が得られずとも広域抗菌薬の静脈内投与はやむを得ないことが多い。

抗菌薬投与の適応としては、骨折を伴う場合、ショットガンによる銃創、治療開始まで時間の経過している場合、腸管を通過しているなど汚染が高度な場合、糖尿病の既往がある場合などである⁷⁾。また、腸を貫通してそのまま骨に埋まりこんだ銃弾は骨髓炎のリスクとなり、銃弾の除去が不可能な場合は、射創管の洗浄に加えて最低10日間の広域スペクトラムを有する抗菌薬の静脈内投与を考慮する。軟部組織や筋肉だけを貫通した単純な銃創の場合、感染のリスクは2%以下であり、経静脈的な抗菌薬投与は必要ない¹⁾。

【銃弾の射入口、射出口は閉鎖すべきか】

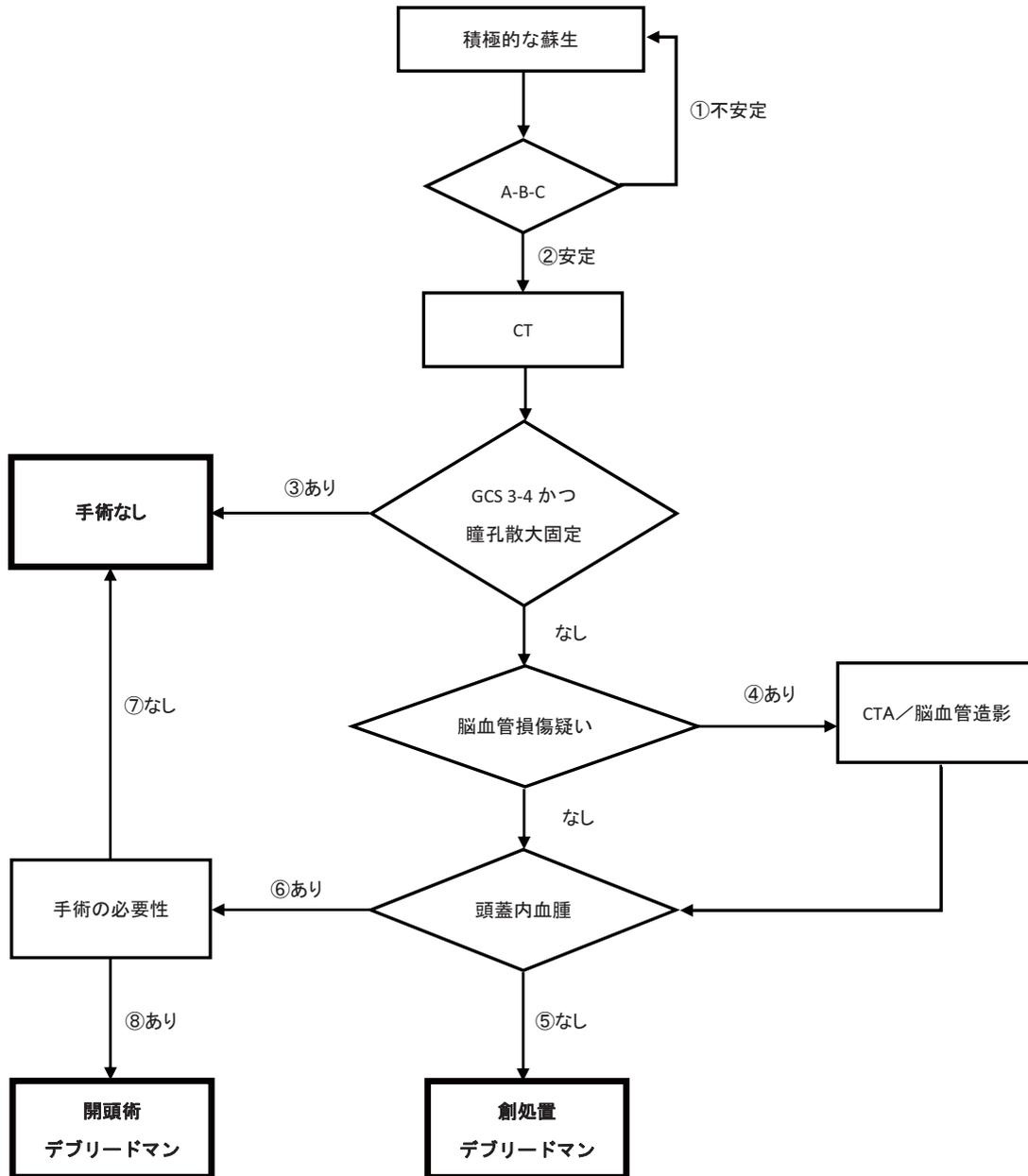
汚染物の付着の可能性あり、射創管の洗浄のため早期には閉鎖する必要はない。一定期間感染徴候がなければ閉鎖可能である (Expert opinion)。

- 1) Asensio JA, et al : Current therapy of trauma and surgical critical care. 2nd ed. Amsterdam : Elsevier 2016.
- 2) Dienstknecht T, et al : Indications for bullet removal : overview of the literature, and clinical practice guidelines for European trauma surgeons. Eur J Trauma Emerg Surg 2012 ; 38 : 89-93.
- 3) Begly JP, et al : Systematic lead toxicity secondary to retained intraosseous bullet. A case report and review of literature. Bull Hosp Jt Dis 2016 ; 74 : 229-233.
- 4) Dillman RO, et al : Lead poisoning from a gunshot wound. Report of a case and review of the literature. Am J Med 1979 ; 66 : 509-514.
- 5) Magos L : Lead poisoning from retained lead projectiles. A critical review of case reports. Hum Exp Toxicol 1994 ; 13 : 735-742.
- 6) Weiss D, et al : Severe lead toxicity attributed to bullet fragments retained in soft tissue. BMJ Case Rep 2017 Mar 8 ; 2017.
- 7) Bruner D, et al : Ballistic injuries in the emergency department. Emerg Med Practice. 2011 ; 13.

廣江 成欧

3. 頭部銃創

1) 頭部



- ① 気道，呼吸，循環（A-B-C）の異常がみられれば，積極的にその安定化を行う。
- ② A-B-Cの問題がクリアされた後に，中枢神経の異常を評価する。
- ③ 蘇生後のGCSスコア3または4かつ瞳孔散大・固定した症例は極めて予後が悪く，積極的な治療は行われないことが多い。
- ④ 血管損傷が疑われた場合は脳血管造影を行う。
- ⑤ 頭蓋内血腫がない場合は，創処置・デブリードマンを行う。
- ⑥⑦⑧ 頭蓋内血腫がある場合には全例が手術の対象となるが，銃創などによる広範な損傷の場合には，手術の適応とならない場合も多い。

図Ⅱ-3-1

(Harrington T, et al : Head injury. New York McGraw-Hill , 2000 : 352. を改変)

【初期評価】

頭部銃創は、約 90% の患者が現場もしくは来院時に死亡するきわめて予後不良な外傷であるが¹⁾⁻³⁾、本邦における外傷初期診療ガイドラインに従った診療を行う⁴⁾⁵⁾。頭部外傷の初期診療は、頭蓋外因子による二次性脳損傷を最小限にとどめることが重要なため、すぐに primary survey を開始し、気道、呼吸、循環 (A-B-C) に異常が認められれば、積極的にその安定化を行う。A-B-C の問題がクリアされた後に、中枢神経の異常を評価する。蘇生後の GCS スコアを評価し、頭蓋内圧亢進症状の有無を確認する。primary survey における中枢神経の異常の発見では、GCS スコア 8 以下、あるいは GCS スコア 2 以上の急速な悪化、瞳孔不同や片麻痺 (脳ヘルニア徴候) を認めた場合 (“切迫する D”) には、ただちに気管挿管などによる確実な気道の確保を行い、脳神経外科医へ連絡し、secondary survey の最初に頭部 CT を行う。

 secondary survey における頭部の評価は、外表の観察のため可能な限り頭髪の剃毛を行う。弾丸による創の位置と数を同定し、発砲された距離を推定するため powder burn があれば記録する。頭蓋骨骨折に伴う眼鏡状出血や Battle's sign、眼損傷および眼窩損傷、外耳道や口鼻腔からの出血、髄液漏の検索を行う。詳細な神経診察が可能であれば、他臓器の評価が終了した後に行う。

- 1) Siccardi D, et al : Penetrating craniocerebral missile injuries in civilians : a retrospective analysis of 314 cases. Surg Neurol 1991 ; 35 : 455-460.
- 2) Marshall LF, et al : A multicenter trial on the efficacy of using tirilazad mesylate in cases of head injury. J Neurosurg 1998 ; 89 : 519-525.
- 3) Part 2 : Prognosis in penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S44-86.
- 4) 日本外傷学会外傷初期診療ガイドライン改訂第 5 版編集委員会 : 外傷初期診療ガイドライン JATEC. 改訂第 5 版. 日本外傷学会・日本救急医学会監修. 東京 : へるす出版, 2017.
- 5) 重症頭部外傷治療・管理のガイドライン作成委員会 : 重症頭部外傷治療・管理のガイドライン. 第 3 版. 日本脳神経外科学会・日本脳神経外傷学会監修. 東京 : 医学書院, 2013.

【画像診断】

頭部外傷急性期の初期診療における画像診断は、手術適応の有無や術式の決定に必要である。第一選択とする画像診断法は CT である。 注目すべき CT の所見として、弾丸や骨片の正確な位置と数、頭蓋内血腫、脳腫脹、弾道路と血管との位置関係、副鼻腔・乳突蜂巣損傷、気脳症、脳室損傷、脳幹損傷、脳底槽消失、弾道路が正中構造をこえているか、複数の脳葉の損傷があるかなどがあげられる¹⁾²⁾。骨条件に加え、冠状断と矢状断も有用である。

X 線は、頭蓋骨骨折、弾丸や骨片の位置、気脳症などの評価が可能だが、通常は CT が撮影されるため、ルーチンでの検査は推奨されない。 MRI は、検査に時間を要し、また磁場の影響で鉄を含む金属片が移動して新たな脳損傷をきたす可能性があるため原則行わない。脳血管造影は、血管損傷の可能性がある場合に推奨される。弾道路がシルビウス裂近傍 (中大脳動脈)、内頸動脈の床上部、椎骨脳底動脈、主要な静脈洞と近接する場合や、くも膜下出血や遅発性に頭蓋内血腫が出現した場合は血管損傷を疑う³⁾。

- 1) Neuroimaging in the management of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S7-11.
- 2) Offiah C, et al : Imaging assessment of penetrating craniocerebral and spinal trauma. Clin Radiol 2009 ; 64 : 1146-1157.
- 3) Levy ML, et al : The significance of subarachnoid hemorrhage after penetrating craniocerebral injury : correlations with angiography and outcome in a civilian population. Neurosurgery 1993 ; 32 : 532-540.

【手術適応】

手術適応は、積極的な蘇生と画像検査を行った後に、神経学的所見および画像所見から判断する。明確なコンセンサスは得られていないため、症例ごとに予後不良因子を評価し、手術適応を決定する¹⁾。

蘇生後のGCSスコア3または4かつ瞳孔散大・固定した症例はきわめて予後が悪く、手術適応がないと考えられ、積極的な治療は行われなことが多い。また予後不良因子として、年齢、自殺、低血圧、凝固異常、GCSスコア低値、瞳孔散大、対光反射消失、頭蓋内圧亢進、CT所見で両側大脳半球・複数の脳葉の損傷、脳室内出血などが報告されている²⁾⁻⁶⁾。

しかし、2011年に米国でガブリエル・ギフォーズ下院議員が銃撃された事件では、頭部銃撃から劇的な回復を遂げた。致死的な症例のなかにも良好な転帰をとる症例が報告され³⁾⁷⁾⁻⁹⁾、手術適応の判断、手術および術後管理の重要性が強調されている⁷⁾。

- 1) Surgical management of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S16-25.
- 2) Aarabi B, et al : Predictors of outcome in civilian gunshot wounds to the head. J Neurosurg 2014 ; 120 : 1138-1146.
- 3) Gressot LV, et al : Predictors of outcome in civilians with gunshot wounds to the head upon presentation. J Neurosurg 2014 ; 121 : 645-652.
- 4) Rosenfeld JV, et al : Current concepts in penetrating and blast injury to the central nervous system. World J Surg 2015 ; 39 : 1352-1362.
- 5) Turco L, et al : Penetrating Bihemispheric Traumatic Brain Injury : A Collective Review of Gunshot Wounds to the Head. World Neurosurg 2017 ; 104 : 653-659.
- 6) Muehlschlegel S, et al : Predicting survival after acute civilian penetrating brain injuries : The SPIN score. Neurology 2016 ; 87 : 2244-2253.
- 7) Lin DJ, et al : "Time is brain" the Gifford factor-or : Why do some civilian gunshot wounds to the head do unexpectedly well? A case series with outcomes analysis and a management guide. Surg Neurol Int 2012 ; 3 : 98.
- 8) Joseph B, et al : Improving survival rates after civilian gunshot wounds to the brain. J Am Coll Surg 2014 ; 218 : 58-65.
- 9) Kaufman HH, et al : Patients with Glasgow Coma Scale scores 3, 4, 5 after gunshot wounds to the brain. Neurosurg Clin N Am 1995 ; 6 : 701-714.

【手術治療】

感染のリスクを減少させるため、受傷早期の手術が勧められる¹⁾⁻³⁾。時間に関する明らかなエビデンスはない³⁾。

頭蓋骨に対して接線方向の受傷など、創が小さく頭蓋内損傷がない場合には、局所のデブリードマンと閉創を行う¹⁾。硬膜に損傷が及んでいるが頭蓋内損傷が軽微な場合は、より広範なデブリードマンを行い、硬膜を watertight に閉じる。頭蓋骨の破砕や頭蓋内出血による mass effect, 脳腫脹, 脳組織の挫滅, 脳内に容易に除去できる骨片が存在する場合には開頭術を行う。

開頭を行う際、創周囲の組織に対してデブリードマンを行う。遊離骨片は除去し、銃弾貫通部から離れた位置で開頭を行う。副鼻腔と交通した場合は、膿瘍形成や髄液漏のリスクを減少させるために、硬膜を watertight に閉じる。頭蓋内血腫や挫滅した脳組織を吸引し、骨片や弾丸は容易に除去できるようであれば除去する³⁾。しかし、残存した脳組織（特に eloquent area）から骨片や弾丸を除去すると、外傷性てんかんのリスクを減少させるが⁴⁾、死亡率の上昇や転帰の悪化と相関するため、無理に摘出すべきではない¹⁾⁵⁾⁻⁷⁾。また深部の骨片や弾丸は、感染のリスクを増加させないと報告されている⁸⁾。

減圧開頭をすべきか否かに関して、死亡率に有意な差はない⁹⁾¹⁰⁾。長距離搬送を伴う military の研究では、

早期の減圧開頭の方が転帰はよいとの報告がある¹¹⁾。

- 1) Surgical management of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S16-25.
- 2) Helling TS, et al : The role of early surgical intervention in civilian gunshot wounds to the head. J Trauma 1992 ; 32 : 398-400.
- 3) Hubschmann O, et al : Craniocerebral gunshot injuries in civilian practice--prognostic criteria and surgical management : experience with 82 cases. J Trauma 1979 ; 19 : 6-12.
- 4) Salazar AM, et al : Epilepsy after penetrating head injury. I. Clinical correlates : a report of the Vietnam Head Injury Study. Neurology 1985 ; 35 : 1406-1414.
- 5) Esposito DP, et al : Contemporary Management of Penetrating Brain Injury. Neurosurgery Quarterly 2009 ; 19 : 249-254.
- 6) Chaudhri KA, et al : Penetrating craniocerebral shrapnel injuries during "Operation Desert Storm" : early results of a conservative surgical treatment. Acta Neurochir (Wien) 1994 ; 126 : 120-123.
- 7) Hammon WM : Analysis of 2187 consecutive penetrating wounds of the brain from Vietnam. J Neurosurg 1971 ; 34 : 127-131.
- 8) Lillard PL : Five years experience with penetrating craniocerebral gunshot wounds. Surg Neurol 1978 ; 9 : 79-83.
- 9) Gutiérrez-González R, et al : Penetrating brain injury by drill bit. Clin Neurol Neurosurg 2008 ; 110 : 207-210.
- 10) Rish BL, et al : Evolution of craniotomy as a debridement technique for penetrating craniocerebral injuries. J Neurosurg 1980 ; 53 : 772-775.
- 11) Bell RS, et al : Early decompressive craniectomy for severe penetrating and closed head injury during wartime. Neurosurg Focus 2010 ; 28 : E1.

【術後管理】

頭蓋内圧モニタリングに関する研究は、鈍的外傷と比較して少なく、頭蓋内圧管理が予後に影響を与えたというエビデンスはほとんどない¹⁾。しかし、銃創においても頭蓋内圧亢進は死亡率を上昇させるため²⁾⁻⁴⁾、脳腫脹や頭蓋内出血のある症例では頭蓋内圧を測定し、亢進を認めた場合は鈍的外傷と同様に頭蓋内圧管理をするよう推奨されている⁵⁾。

髄液漏は28%と高頻度に生じると報告されている⁶⁾。脳室ドレーンや腰椎ドレーンを挿入しても髄液漏を繰り返す場合は、外科的に硬膜を修復することが推奨される⁷⁾。

- 1) Esposito DP, et al : Contemporary Management of Penetrating Brain Injury. Neurosurgery Quarterly 2009 ; 19 : 249-254.
- 2) Crockard HA : Early intracranial pressure studies in gunshot wounds of the brain. J Trauma 1975 ; 15 : 339-347.
- 3) Lillard PL : Five years experience with penetrating craniocerebral gunshot wounds. Surg Neurol 1978 ; 9 : 79-83.
- 4) Sarnaik AP, et al : Role of aggressive intracranial pressure control in management of pediatric craniocerebral gunshot wounds with unfavorable features. J Trauma 1989 ; 29 : 1434-1437.
- 5) Intracranial pressure monitoring in the management of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S12-15.
- 6) Arendall RE, et al : Air sinus wounds : an analysis of 163 consecutive cases incurred in the Korean War, 1950-1952. Neurosurgery 1983 ; 13 : 377-380.

7) Management of cerebrospinal fluid leaks. J Trauma 2001 ; 51 : S29-33.

【血管損傷】

血管損傷の発症率は5-40%といわれている¹⁾⁻³⁾。血管損傷として、外傷性脳動脈瘤、動静脈瘻、外傷性くも膜下出血、脳血管攣縮などをきたす。

血管損傷が疑われた場合は脳血管造影を行うが、4-vessel studyを必ず行う必要はなく、目的とする血管のみ造影を行ってもよい⁴⁾。遅発性または説明不能なくくも膜下出血や頭蓋内血腫が出現した場合、脳血管造影を行うことが強く推奨される。血管損傷は受傷から数ヵ月後に生じることもあり、初回の脳血管造影のみで血管損傷がないと結論付けてはならない。血管損傷が疑われた場合には2-3週後に再検査をすることが勧められる。

外傷性脳動脈瘤、動静脈瘻を認めた場合は、開頭術または血管内手術が勧められる⁴⁾。

- 1) Gutiérrez-González R, et al : Penetrating brain injury by drill bit. Clin Neurol Neurosurg 2008 ; 110 : 207-210.
- 2) Nathoo N, et al : Civilian infratentorial gunshot injuries : outcome analysis of 26 patients. Surg Neurol 2002 ; 58 : 225-232 ; discussion 232-233.
- 3) Levy ML, et al : The significance of subarachnoid hemorrhage after penetrating craniocerebral injury : correlations with angiography and outcome in a civilian population. Neurosurgery 1993 ; 32 : 532-540.
- 4) Vascular complications of penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S26-28.

【抗菌薬】

感染は1-5%と頻度は高くないが、死亡率が高い合併症である¹⁾²⁾。異物や皮膚、毛髪、骨片が脳内の弾道路に残存すると、創感染、髄膜炎、脳室炎、脳膿瘍が生じる可能性がある。特に、髄液漏、副鼻腔損傷、脳室損傷、正中構造をこえる損傷は感染のリスクが高まる¹⁾。

Staphylococcus aureus は最も頻度の高い病原菌であるが、グラム陰性桿菌も起因菌としての頻度が高い¹⁾。感染予防として、広域スペクトラムの抗菌薬が好まれ、セフェム系抗菌薬が最も用いられている³⁾。British Society for Antimicrobial Chemotherapy は、アモキシシリン・クラバン酸 1.2g を8時間おきに静注（本邦において静注薬は未承認）、またはセフトキシム初回 1.5g その後8時間おきに750mg 静注し、可能な限り受傷後早期から開始し、手術後5日間継続するよう推奨している⁴⁾。他に、バンコマイシンや嫌気性菌に対してメトロニダゾールの投与や⁵⁾、最低でも7-14日間の投与継続を推奨する報告もある⁶⁾。

- 1) Antibiotic prophylaxis for penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S34-40.
- 2) Benzel EC, et al : Civilian craniocerebral gunshot wounds. Neurosurgery 1991 ; 29 : 67-71 ; discussion 71-72.
- 3) Kaufman HH : Civilian gunshot wounds to the head. Neurosurgery 1991 ; 29 : 479.
- 4) Bayston R, et al : Use of antibiotics in penetrating craniocerebral injuries. "Infection in Neurosurgery" Working Party of British Society for Antimicrobial Chemotherapy. Lancet 2000 ; 355 : 1813-1817.
- 5) Esposito DP, et al : Contemporary Management of Penetrating Brain Injury. Neurosurgery Quarterly 2009 ; 19 : 249-254.
- 6) Kazim SF, et al : Management of penetrating brain injury. J Emerg Trauma Shock 2011 ; 4 : 395-402.

【抗てんかん薬】

頭部銃創によるてんかんの発症率は、30%～50%と報告されている¹⁾。硬膜損傷および脳損傷があると、てんかんの発症リスクは高まる。受傷後7日以内に発症するのは10%未満であり、80%は受傷後2年以内に発症するが、18%は受傷後5年以降経過してから発症した²⁾³⁾。頭部銃創においても、早期てんかんの予

防に受傷後1週間は抗てんかん薬を使用するように勧められる¹⁾⁴⁾。晩期てんかんを予防できないため1週間以上は投与すべきでない¹⁾⁴⁾。しかし現実には、損傷した脳組織が大きい場合や晩期てんかんの可能性が高い場合は継続していることが多い。頭部銃創を対象にした薬剤の選択に関する研究はなく、本邦のガイドラインではフェニトインの経静脈投与が勧められている⁵⁾。一方、メタ解析ではレベチラセタムとフェニトインは有効率に差がなく⁶⁾⁻⁸⁾、レベチラセタムはフェニトインにくらべて副作用が少ないという結果が得られている⁹⁾⁻¹⁰⁾。

- 1) Antiseizure prophylaxis for penetrating brain injury. J Trauma 2001 ; 51 : S41-43.
- 2) Salazar AM, et al : Epilepsy after penetrating head injury. I. Clinical correlates : a report of the Vietnam Head Injury Study. Neurology 1985 ; 35 : 1406-1414.
- 3) Caveness WF, et al : The nature of posttraumatic epilepsy. J Neurosurg 1979 ; 50 : 545-553.
- 4) Aarabi B, et al : Prognostic factors in the occurrence of posttraumatic epilepsy after penetrating head injury suffered during military service. Neurosurg Focus 2000 ; 8 : e1.
- 5) 重症頭部外傷治療・管理のガイドライン作成委員会：重症頭部外傷治療・管理のガイドライン。第3版。日本脳神経外科学会・日本脳神経外傷学会監修。東京：医学書院，2013。
- 6) Khan NR, et al : Should Levetiracetam or Phenytoin Be Used for Posttraumatic Seizure Prophylaxis? A Systematic Review of the Literature and Meta-analysis. Neurosurgery 2016 ; 79 : 775-782.
- 7) Yang Y, et al : Levetiracetam Versus Phenytoin for Seizure Prophylaxis Following Traumatic Brain Injury : A Systematic Review and Meta-Analysis. CNS Drugs 2016 ; 30 : 677-688.
- 8) Zafar SN, et al : Phenytoin versus Levetiracetam for seizure prophylaxis after brain injury - a meta analysis. BMC Neurol 2012 ; 12 : 30.
- 9) Thompson K, et al : Pharmacological treatments for preventing epilepsy following traumatic head injury. Cochrane Database Syst Rev 2015 : CD009900.
- 10) Xu JC, et al : The safety and efficacy of levetiracetam versus phenytoin for seizure prophylaxis after traumatic brain injury : A systematic review and meta-analysis. Brain Inj 2016 ; 30 : 1054-1061.

2) 脊椎

【画像診断】

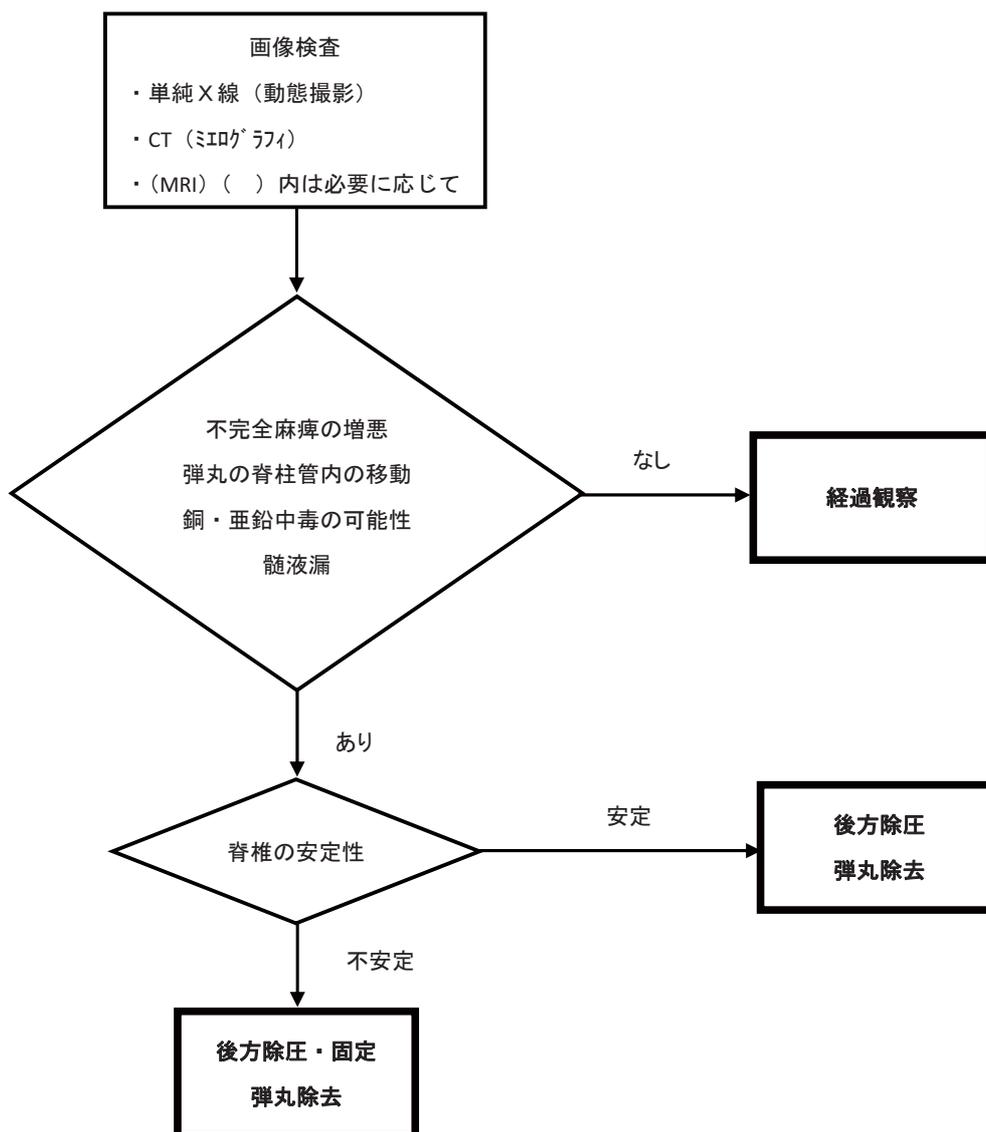
 脊椎銃創に対するMRIの適応についてはまだコンセンサスは得られていない。理論的には一般的な弾薬の素材は銅と鉛であり、鉄は含まれないのでMRIは安全に施行できるはずであるが、鉄製不純物の混入は否定できない。また、弾丸によりアーチファクトが生じる可能性がある。非鉄製弾丸では著明なアーチファクトは認められず、また鉄製成分を含有するものも含めてMRIにより神経症状の増悪をきたしたものはなかったが、鉄を含むものでは移動や回旋がみられたという報告がある。したがってMRIは禁忌ではないが、症例ごとに判断する¹⁾。

- 1) Martinez-del-Campo E, et al : Magnetic resonance imaging in lumbar gunshot wounds : an absolute contraindication?. Neurosurg Focus 2014 ; 37 : E13.

【手術適応】

画像検査で神経圧排所見があり、麻痺が進行する場合は手術適応となる¹⁾。脊髓の除圧に必要な場合は、遺残した金属片を摘出することが望ましいとされる。また、髄液漏がある場合も、髄膜炎などの感染合併症と神経症状増悪の予防のため、早期の手術を必要とする²⁾。また、異物が脊柱管のなかを移動する場合は摘出が有益といわれているが、エビデンスとして確立していない³⁾⁻⁵⁾。

 また、弾丸に用いられている金属には銅や鉛が多く、関節内腔や椎間板に鉛製の弾丸が残存した場



図Ⅱ-3-2

(Kumar A, et al : J Craniovertebr Junction Spine 2011 ; 2 : 57-61. を改変)

合、長期間かけて症候性の中毒となる可能性があるため摘出が考慮される⁶⁾⁻⁸⁾。

脊柱管内に遺残した銃弾は感染リスクと相関がないと報告されている。摘出により合併症が増えたとする報告もあり、感染予防のための摘出は行わない。脊椎不安定性に対する固定術は、神経予後を改善するというエビデンスはないが、リハビリテーションの早期開始に寄与する。手術を行う場合は、感染のリスクなどを考慮に入れてできるだけ早い手術がよいと考えられているが、エビデンスはない。

- 1) Benzel EC, et al : Civilian gunshot wounds to the spinal cord and cauda equina. Neurosurgery 1987 ; 20 : 281-285.
- 2) de Barros Filho TE, et al : Gunshot injuries in the spine. Spinal Cord 2014 ; 52 : 504-510.
- 3) Kafadar AM, et al : Intradural migration of a bullet following spinal gunshot injury. Spinal Cord 2006 ; 44 : 326-329.

- 4) Gupta S, et al : Wandering intraspinal bullet. Br J Neurosurg 1999 ; 13 : 606–607.
- 5) Oktem IS, et al : Migration of bullet in the spinal canal : a case report. Surg Neurol 1995 ; 44 : 548–550.
- 6) Linden MA, et al : Lead poisoning from retained bullets. Pathogenesis, diagnosis, and management. Ann Surg 1982 ; 195 : 305–313.
- 7) Grogan DP, et al : Acute lead intoxication from a bullet in an intervertebral disc space. A case report. J Bone Joint Surg Am 1981 ; 63 : 1180–1182.
- 8) Tindel NL, et al : The effect of surgically implanted bullet fragments on the spinal cord in a rabbit model. J Bone Joint Surg Am 2001 ; 83–A : 884–890.

【抗菌薬】

胸腰椎損傷では、脊椎に銃弾が到達するまでに消化器を貫通している可能性があり、感染のリスクが高くなる¹⁾²⁾。腸内細菌を含むグラム陽性球菌、グラム陰性桿菌の双方をカバーするような広域スペクトラムの抗菌薬が推奨されるが、使用する抗菌薬の種類および使用する期間について統一された見解はない。

- 1) Romanick PC, et al : Infection about the spine associated with low-velocity-missile injury to the abdomen. J Bone Joint Surg Am 1985 ; 67 : 1195–1201.
- 2) Quigley KJ, et al : The role of debridement and antibiotics in gunshot wounds to the spine. J Trauma 2006 ; 60 : 814–819 ; discussion 819–820.

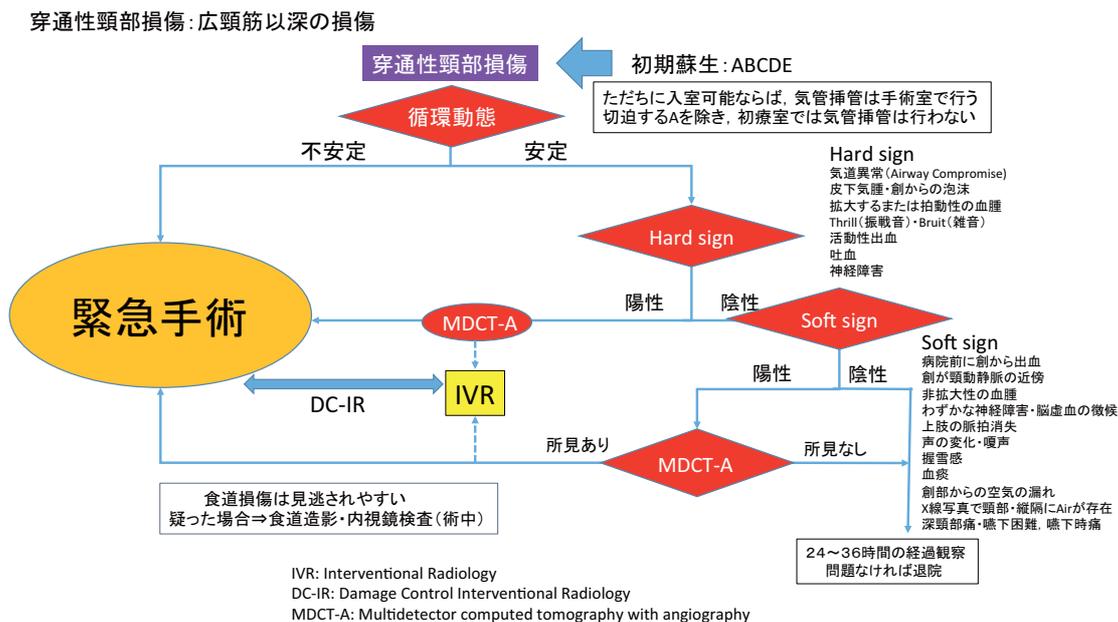
【ステロイド療法】

メチルプレドニゾロンは、銃創による脊髄損傷に対して神経学的予後を改善せず、合併症を増加させるため、使用すべきではない¹⁾。

- 1) Levy ML, et al : Use of methylprednisolone as an adjunct in the management of patients with penetrating spinal cord injury : outcome analysis. Neurosurgery 1996 ; 39 : 1141–1148 ; discussion 1148–1149.

五十嵐 豊

4. 頸部銃創



【アルゴリズムの説明】

- ・ 穿通性頸部損傷は広頸筋以深の損傷と定義される。
- ・ 通常の外傷と同様、JATEC に準じた初期蘇生を行うが、切迫する A を除き、原則的には気管挿管は手術室で行う。
- ・ 循環動態が不安定な場合はただちに緊急手術とする。
- ・ 循環動態が安定していても、Hard sign 陽性ならば、緊急手術とする。循環動態が安定しているので、MDCT-A を撮影し、損傷部位、程度を評価したうえで手術を行う。
- ・ Hard sign 陰性でも、Soft sign 陽性ならば MDCT-A を撮影し、陽性の場合には緊急手術とする。
- ・ 緊急手術となる場合でも、常時緊急 IVR を行うことができる施設では、TAE やステント留置および DC-IR などの可能性を考慮してもよい。ただしいつでも手術に Convert できる体制が確立されていることが重要である。
- ・ 食道損傷を疑った場合は、術中も含めて食道造影・内視鏡検査を行う。
- ・ いずれも陰性の場合には、24～36 時間の経過観察の後、問題なければ退院とする。

＜診断のための Modality は何が最も有効か？＞

穿通性頸部損傷でただちに致命的となり得るのは血管損傷であると考えられる。血管損傷の診断としては、感度・特異度ともにほぼ 100% である血管造影検査が長い間 Gold standard であると考えられてきた¹⁾。しかし近年では画像精度の向上に伴い、MDCT-A にその地位を取って代わられている。臨床的に有意な損傷の発見に関しては感度 100%、特異度 97.5% ときわめて精度が高いという報告もあり、循環動態が安定している場合にはきわめて有効であると考えられる²⁾。しかしながら銃創や爆傷では、銃弾や破片が体内に残存していることも多く、アーチファクトのために MDCT-A を用いての診断は不十分となることもある。さらに Zone I や Zone III の損傷で、外科的アプローチが難しい場合、ステント留置などの血管内治療が有効となる場合がある。このような場合、診断・治療の一貫した流れとして、依然血管造影検査はきわめて重要な選択肢の一つである。デュプレックス超音波検査法は血管損傷の検出のためには非侵襲かつ安価であるが、術者の技量に大きく依存するという欠点がある。MRA も検査に時間を要し、被検者の安静を要するため、第一選択とはなり得ない。

現時点では穿通性頸部損傷診断の Gold standard は MDCT-A と考えられる。WTA の穿通性頸部外傷のアルゴリズムにおいても、Zone にかかわらず、臨床的になんらかの損傷を疑う場合は CTA を撮影することを推奨している³⁾。しかしながら MDCT には咽頭・食道損傷の検出に関しては感度が 53% ときわめて低いという弱点がある⁴⁾⁵⁾。この場合は食道内視鏡または食道造影検査といった直接的な食道検査を行えば、感度はほぼ 100% になると考えられる。EAST の Practice guideline では安定した穿通性頸部損傷では重大な食道損傷を除外するためには食道内視鏡または食道造影検査を推奨している⁶⁾。

- 1) Demetriades D, et al : Carotid artery injuries : experience with 124 cases. J Trauma 1989 ; 29 : 91-94.
- 2) Inaba K, et al : Evaluation of multidetector computed tomography for penetrating neck injury : a prospective multicenter study. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 72 : 576-583.
- 3) Sperry JL, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : Penetrating neck trauma. J Trauma Acute Care Surg 2013 ; 75 : 936-940.
- 4) Gonzalez RP, et al : Penetrating zone II neck injury : does dynamic computed tomographic scan contribute to the diagnostic sensitivity of physical examination for surgically significant injury? A prospective blinded study. J Trauma 2003 ; 54 : 61-64.
- 5) Kazi M, et al : Utility of clinical examination and CT scan in assessment of penetrating neck trauma. J Coll Physicians Surg Pak 2013 ; 23 : 308-309.
- 6) Tisherman SA, et al : Clinical practice guideline : penetrating zone II neck trauma. J Trauma 2008 ; 64 : 1392-1405.

< Hard sign・Soft sign とは何を指すか? >

Hard sign は主要な血管または気道・消化管損傷を示唆し、原則的にはただちに外科的検索または手術が必要な状態であると考えられる。Hard sign 陽性は穿通性頸部損傷の 10% 以下であるが、すみやかに外科的検索を行ったところ、血管または気道・消化管損傷に対し 89.7% の陽性的中率であった¹⁾。穿通性頸部損傷での Hard sign としては以下のものがあげられる。

穿通性頸部損傷での Hard sign

- ▶ 気道緊急 (airway compromise)
- ▶ 多量の皮下気腫・創からの泡沫
- ▶ 拡大するまたは拍動性の血腫
- ▶ Thrill (振戦) の触知・Bruit (雑音) の聴取 : Soft sign とする主張もある²⁾。
- ▶ 活動性出血
- ▶ 吐血
- ▶ 神経障害

Hard sign はないものの、以下の Soft sign が存在する場合は重大な臓器損傷が潜んでいる可能性があると考え、積極的に精査を進める。

穿通性頸部損傷での Soft sign

血管損傷を示唆するもの

- 病院前に創から出血
- 創が頸動脈・静脈の近傍
- 非拡大性の血腫
- わずかな神経障害・脳虚血の徴候
- 上肢の脈拍消失

気道損傷を示唆するもの

- 声の変化・嘔声
- 触知可能な捻髪音 (palpable crepitus)
- 血痰
- 創部からの空気の漏れ
- X線写真で頸部・縦隔に Air が存在
食道損傷を示唆するもの
- 深頸部痛
- 吐血
- 嚥下痛
- 嚥下困難
- X線写真で頸部・縦隔に Air が存在

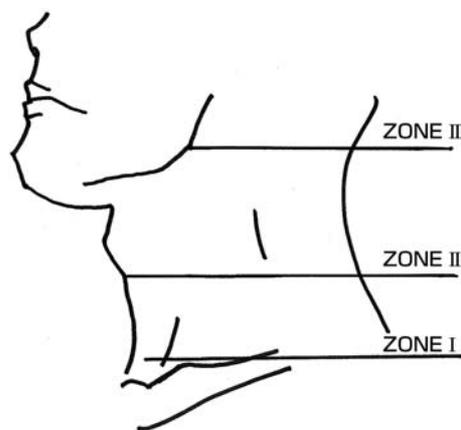
Hard sign, Soft sign ともに陰性の場合には 24 ~ 36 時間の経過観察後に退院可能と考えられるが, Triage 判断の迅速化および医療資源の節約 (経時的に経過観察を行うための人的資源, 経過観察用ベッドなど) のために全例 MDCT-A を行うという考えもある。

- 1) Inaba K, et al : Evaluation of multidetector computed tomography for penetrating neck injury : A prospective multicenter study. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 72 : 576-583.
- 2) Hanlon PD, et al : Penetrating Neck Trauma. AHC Media-Continuing Medical Education Publishing, June 7, 2017. Available at : <https://www.ahcmedia.com/articles/140881-penetrating-neck-trauma>. Accessed October 1 2017.

【Zoning と No zone approach】

伝統的には穿通性頸部損傷は, 損傷部位により Zone I, Zone II, Zone III に分類し, その対応を行っていた. 頸部において, 一般的には Zone I は鎖骨から輪状軟骨まで, Zone II は輪状軟骨から下顎角まで, Zone III は下顎角から頭蓋底にいたるまでの部位を指す.

Zone I, Zone III に関してはアプローチが困難であることもあり, まずは画像診断を行ってから, 外科的処置の必要性を判断するが, 一方 Zone II に関してはアプローチが容易であるということもあり, 重症度にかかわらず, まずは外科的な損傷部位の探索および治療が行われてきた. しかしながら結果的にはなんと重大損傷がない事例が 58 % にも上るというデータもあり, そのアプローチの見直しが検討されてきた¹⁾. また Zone II 損傷の 5 分の 1 が Zone I や Zone III にまで及ぶという報告もあり, 近年では 'No zone' management というアプローチが行われるようになってきた²⁾³⁾. このアプローチでは, Zone にかかわらず, まずは患者の状態が安定しているか, 不安定かのみで判断を行う. 不安定な患者はすみやかに手術を行う. 安定している患者は MDCT-A を行い, 理学所見などと合わせて, 外科的な処置が必要かを判断する.

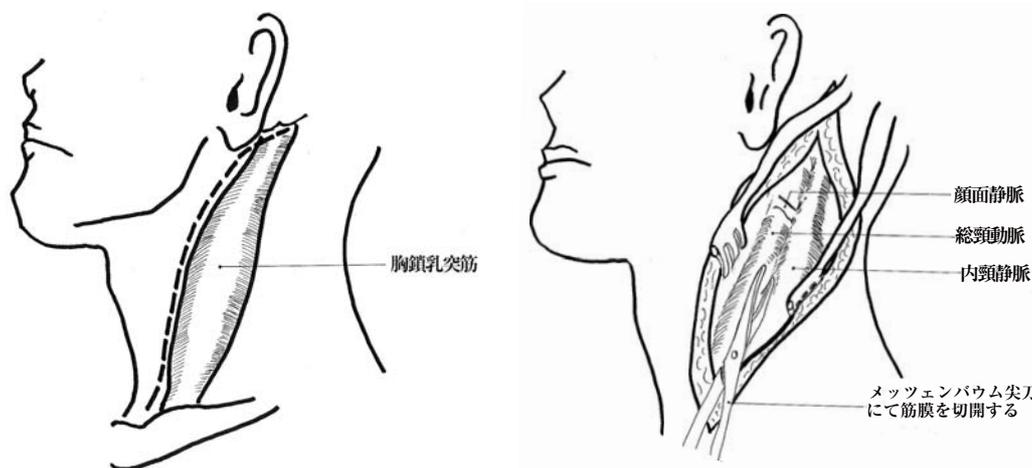


- 1) Apffelstaedt JP, et al : Results of mandatory exploration for penetrating neck trauma. World J Surg 1994 ; 18 : 917-919.
- 2) Low GM, et al : The use of the anatomic 'zones' of the neck in the assessment of penetrating neck injury. Am Surg 2014 ; 80 : 970-974.
- 3) Shiroff AM, et al : Penetrating neck trauma : a review of management strategies and discussion of the

【手術の基本的アプローチ】¹⁾²⁾

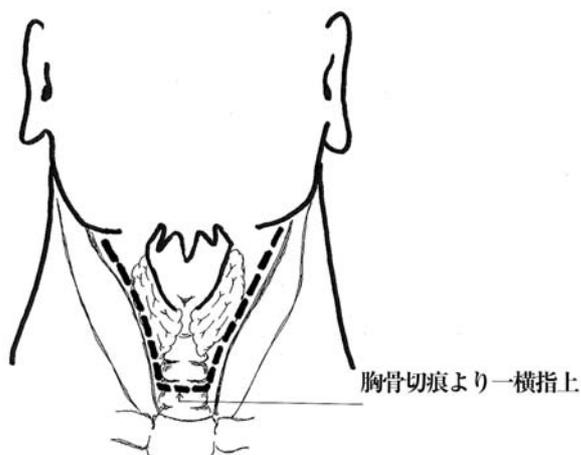
- ▶体位は頸椎損傷がない限りは、肩枕を挿入し、顔が健側に向くようにし、損傷側頸部が充分伸展する形とする。開胸が必要となり得ること、下肢から静脈グラフトを採取することを考慮に入れ、消毒を行い、清潔野を確保する。
- ▶まず胸鎖乳突筋前縁に沿って皮切を加える。下顎角近傍の切開では、顔面神経損傷を避けるために皮切を後方に曲げるようにする。
- ▶胸鎖乳突筋背面の筋膜を切開し、内頸静脈を確認する。
- ▶内頸静脈から枝分かれする顔面静脈を結紮切離する。
- ▶内頸静脈の背面にある総頸動脈を露出する。顔面静脈分岐部が、総頸動脈が内・外頸動脈へと分岐する部分と一致することが多い。
- ▶内頸動脈はその背側に迷走神経が、近位では舌下神経が交差していることを留意する。

一般的なアプローチ



- ▶頸部を一側から反対側に左右に貫通した損傷の場合はU字切開を行う。これは両側の胸鎖乳突筋前縁の切開およびその下端を胸骨切痕の約一横指上で横切開を加えた皮切である。

U字切開によるアプローチ



- 血腫に侵入する前に、近位で血管を確保し、血流の制御を行う。場合によっては胸骨正中切開を行わ

なければならぬこともあり得る。

- 1) Ustin J : Access to the Neck in Penetrating Trauma. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 239-242.
- 2) Hirshberg A, et al : The Neck : Safari in Tiger Country. Top Knife : The Art & Craft in Trauma Surgery. Nr Shrewsbury, UK : tfm Publishing Ltd, 2004 : 199-214.

【血管損傷の Management】

- ・血腫が頭側に進展している場合は、血腫の遠位側で血管を確保することは困難で、血腫のなかで遠位側の血流を制御しなければならないこともあり得る¹⁾。
- ・出血が制御できない場合はダメージコントロールとしてのシャント造設または結紮を考慮する。総頸動脈、外頸動脈は結紮しても構わないが、内頸動脈では75%以上で脳梗塞を合併する²⁾。到達不能な Zone III の内頸動脈損傷では術中の現実的な選択肢としては、結紮以外には方法がない¹⁾(Angio suite に移動可能ならば TAE という選択肢があり得る)。
- ・Expert Opinion として、Backflow が確認できたならば、内頸動脈でも結紮してもよいという考えもある。
- ・頸動脈の血行再建には人工血管置換術またはパッチによる再建を行うことが多い(グラフト採取の時間を節約するため)²⁾。
- ・損傷部が確認できたら、欠損部が健常な動脈壁と内膜だけとなるようにデブリードマンを行う。
- ・フォガティカテーテルを用いて、遠位・近位の血栓除去を行う。
- ・遠位・近位両側をヘパリン生食でフラッシュした後に再建を行う。
- ・椎骨動脈損傷による出血の場合には、出血部に骨蠟を詰め込むことが有効である。IVR が可能ならば、TAE もきわめて有効な止血手段である²⁾³⁾。

- 1) Hirshberg A, et al : The Neck : Safari in Tiger Country. Top Knife : The Art & Craft in Trauma Surgery. Nr Shrewsbury, UK : tfm Publishing Ltd, 2004 : 199-214.
- 2) de Moya M : Operative Strategies in Penetrating Trauma to the Neck. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 233-237.
- 3) Le Roux D, et al : Carotid, Jugular and Vertebral Blood Vessel Injuries. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 257-264.

【食道損傷の Management】

- ・穿通性頸部食道損傷が単独で生じることが比較的まれであるが、診断の遅れなどもあり、その死亡率は約20%にも達する¹⁾。
- ・一般的に食道は正中よりやや左側に位置するので、左頸部からアプローチする方がやや容易である²⁾。
- ・食道損傷を検索する際、事前に胃管が挿入してあると、食道自体を確認するうえで有効となる³⁾。ただし損傷部をさらに増悪させないように慎重に挿入を行う。
- ・損傷部を確認する際は胃管を術野近傍まで引きし、術野を水で満たしたうえで、胃管より空気を注入する。気泡の出現する部位に損傷部が発見される³⁾(色素を注入してもよいが、術野が染色されてしまう可能性がある)²⁾。
- ・損傷が強く疑われるにもかかわらず、損傷部位が認められない場合は、術中内視鏡による確認や、対側から再度アプローチを行う²⁾。
- ・損傷部が確認できたら、まず創全体で、正常粘膜がみられるようにデブリードマンを行う。その後にモノフィラメント吸収糸により縫合閉鎖を行う³⁾。
- ・縫合不全が起りやすいため、縫合閉鎖部は、血行のよい筋肉組織(肩甲舌骨筋や胸鎖乳突筋の一部)

などを用いて間置を行い、必ず他の修復部位と隔絶させる²⁾³⁾。

- ・ 過大侵襲や全身状態が悪く手術を中断せざるを得ない場合は、ダメージコントロールとして、ドレーン留置か食道瘻造設を行う³⁾。

- 1) Asensio JA, et al : Penetrating esophageal injuries : multicenter study of the American Association for the Surgery of Trauma. J Trauma 2001 ; 50 : 289-296.
- 2) Neville AL : Penetrating Injury to the Pharynx and Cervical Esophagus. In :Velmahos G , et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 249-255.
- 3) Hirshberg A, et al : The Neck : Safari in Tiger Country. Top Knife : The Art & Craft in Trauma Surgery. Nr Shrewsbury, UK : tfm Publishing Ltd, 2004 : 199-214.

【咽頭・喉頭損傷の Management】

- ・ 咽頭損傷に関しては、造影検査を行って、いわゆる Major leak や縦隔への Leak がないならば、保存的加療が可能と考えられる¹⁾⁻⁴⁾。
- ・ 気管・喉頭損傷に関しては 4-0 または 3-0 のモノフィラメントの吸収糸を用いて結節縫合を行う。組織の欠損が大きい場合や、気管の切除や受動が必要な場合は頭頸部外科の専門家のサポートを得るべきと考えられる⁵⁾⁶⁾。
- ・ 食道損傷と同様、修復部位は必ず血行のよい筋肉組織などで隔絶させる。
- ・ 気管損傷修復直後または早期の抜管が安全であるとの報告があり、予防的気管切開は支持されなくなっている⁷⁾。

- 1) Stanley RB, et al : Management of external penetrating injuries into the hypopharyngeal-cervical esophageal funnel. J Trauma 1997 ; 42 : 675-679.
- 2) Nel L, et al : Imaging the oesophagus after penetrating cervical trauma using water-soluble contrast alone : simple, cost-effective and accurate. Emerg Med J 2009 ; 26 : 106-108.
- 3) Yugueros P, et al : Conservative management of penetrating hypopharyngeal wounds. J Trauma 1996 ; 40 : 267-269.
- 4) Madiba TE, et al : Penetrating injuries to the cervical oesophagus : is routine exploration mandatory?. Ann R Coll Surg Engl 2003 ; 85 : 162-166.
- 5) Kodadek LM, et al : Penetrating Trauma to the Larynx and the Cervical Trachea. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 243-248.
- 6) Hirshberg A, et al : The Neck : Safari in Tiger Country. Top Knife : The Art & Craft in Trauma Surgery. Nr Shrewsbury, UK : tfm Publishing Ltd, 2004 : 199-214.
- 7) Harvin JA, et al : Airway management following repair of cervical tracheal injuries : a retrospective, multicenter study. J Trauma Acute Care Surg 2016 ; 80 : 366-371. Abstract Presented at the American Association for the Surgery of Trauma [AAST]. September 2015

【Angiography・Interventionの有効性】

Zone I や Zone III の損傷に関してはできる限り術前に画像評価が行われている方が好ましいと考えられ、循環動態が安定しているならば、常に血管造影を行うべきであるという意見もある。塞栓やステント留置などの血管内治療を含めた IVR の適応となる場合もあり、特に椎骨動脈損傷では IVR による止血が First choice となり得る。原則的には循環動態が不安定な場合や Hard sign 陽性の場合には外科的な治療が第一選択となるが、常時 Intervention がただちに可能な施設では、たとえ出血や血圧低下をきたしている状態でもまずは IVR を行う場合もある¹⁾。

1) Le Roux D, et al : Carotid, Jugular and Vertebral Blood Vessel Injuries. In : Velmahos G, et al, eds. Penetrating Trauma. Berlin, Heidelberg : Springer, 2017 : 257-264.

霧生 信明

5. 胸部銃創

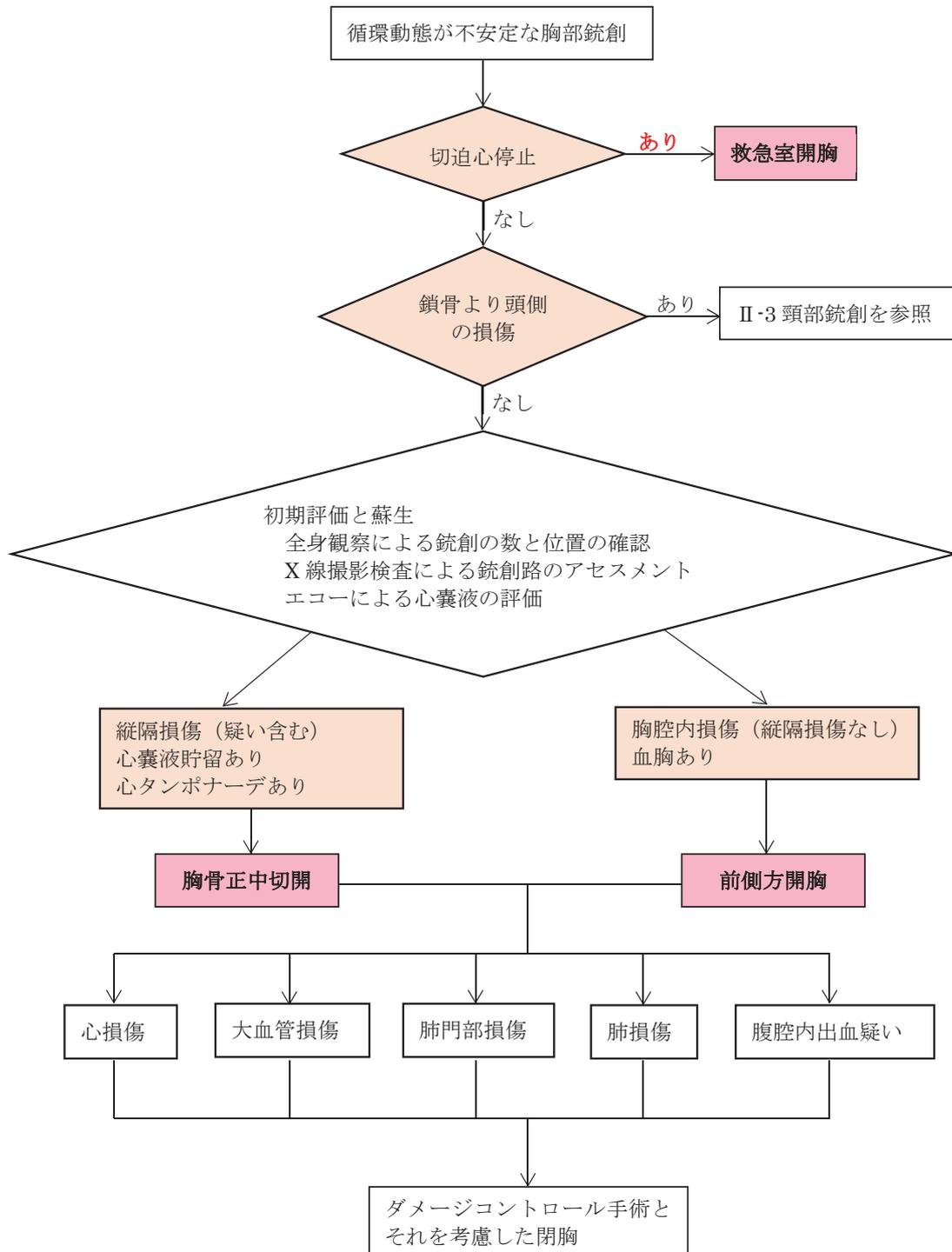


図 II - 5 - 1 診療手順アルゴリズム

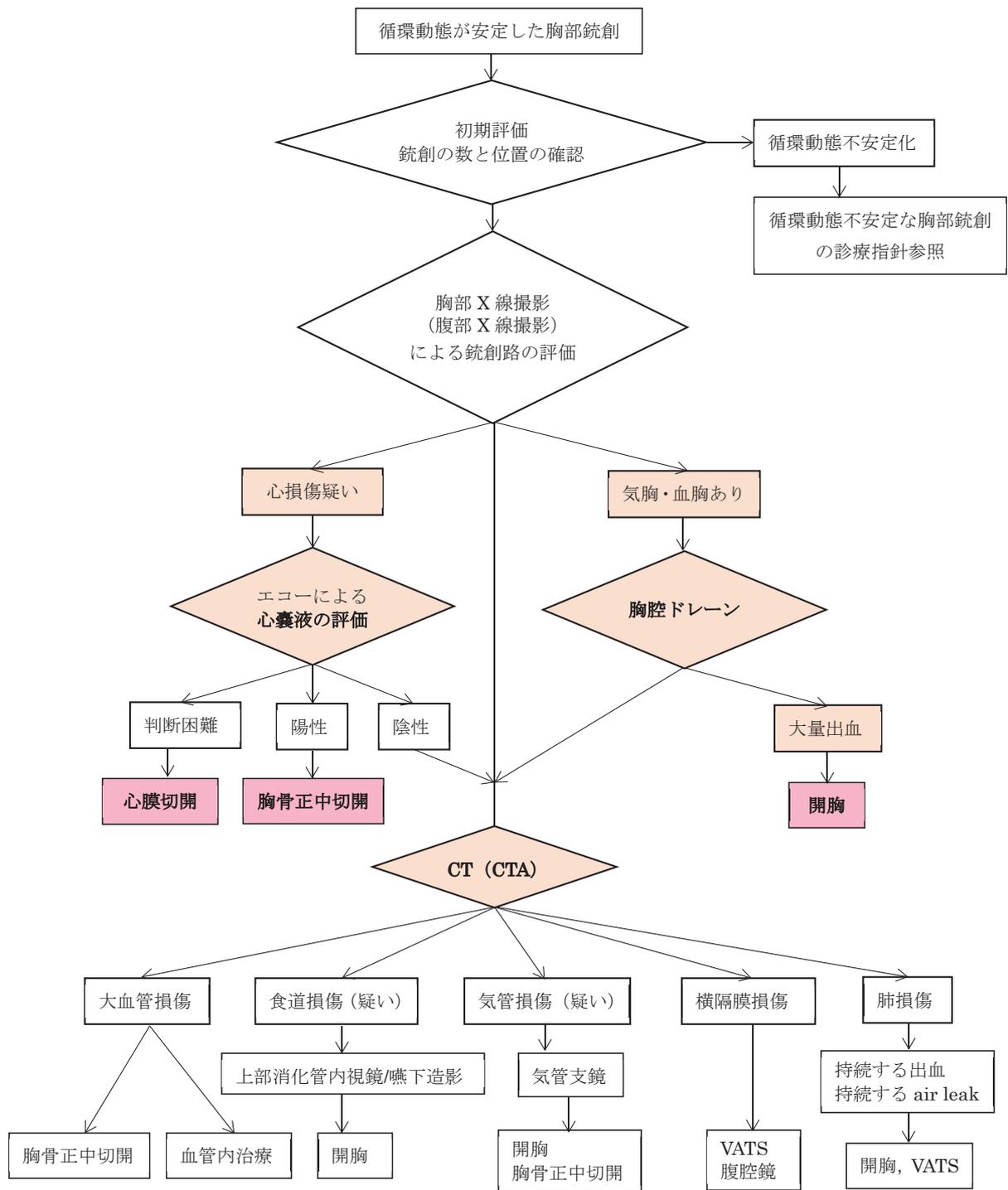


図 II-5-2 診療手順アルゴリズム

【アルゴリズム要点】

○胸部銃創では循環動態が安定か不安定かで診療アルゴリズムを使い分ける。

循環動態が不安定な胸部銃創

- 切迫心停止状態であれば、緊急室開胸を行う。
- 循環動態が不安定な胸部銃創では、基本的に手術が必要となることを理解する。
- 初期評価では、銃創路のアセスメントを行い、心損傷の可能性があれば（縦隔を通る銃創路が考えられた場合は）胸骨正中切開を選択する。クラムシェル開胸を選択することも可能である。
- 手術にて迅速に出血部位、損傷臓器を同定し、ダメージコントロール手術を行う。

循環動態が安定した胸部銃創

- 単純 X 線にて銃創路をアセスメントするとともに、心損傷と血気胸を検索する。
- 心損傷の検索は、エコー検査による心嚢液の検出が基本となるが、判断困難である場合は剣状突起下からの心膜切開を行う。心損傷が診断された場合は、胸骨正中切開にて手術を行う。
- 血気胸の検索は、胸部 X 線によって行い、血気胸を診断した場合は胸腔ドレーンを留置する。1,500cc以上のドレーンからの出血を認めた場合は緊急開胸手術を行う。
- 心損傷と血気胸の検索・初期治療を行った後に、胸部 CT (CTA) 検査を行う。その後、それぞれの臓器損傷に対して、さらなる検査や治療を行う。
- 肺実質損傷に関しては、胸腔ドレーンからの持続する出血や持続する air leak の有無を確認し、必要に応じて追加治療を行う。

【臓器損傷の頻度】

胸部銃創における大血管損傷の頻度は 5.3% であると報告されている¹⁾。手術室での緊急手術が必要となる胸部銃創では、約 10～37% の頻度で心損傷を認め²⁾³⁾、約 65～86% の頻度で肺損傷を認めると報告されている⁴⁾。

- 1) Demetriades D : Penetrating injuries to the thoracic great vessels. J Card Surg 1997 ; 12 : 173-179.
- 2) Karmy-Jones R, et al : Urgent and emergent thoracotomy for penetrating chest trauma. J Trauma 2004 ; 56 : 664-668.
- 3) Karmy-Jones R, et al : Timing of urgent thoracotomy for hemorrhage after trauma : a multicenter study. Arch Surg 2001 ; 136 : 513-518.
- 4) Mansour MA, et al : Exigent postinjury thoracotomy analysis of blunt versus penetrating trauma. Surg Gynecol Obstet 1992 ; 175 : 97-101.

【循環動態が不安定な患者の初期評価】

心肺停止状態あるいは瀕死状態である場合、救急室開胸を施行する¹⁾。また、鎖骨より頭側の銃創の場合は、頸部銃創のアルゴリズムに従って治療する²⁾。

primary survey を行うが、全身観察を必ず行い、銃創の位置と数を記録する。銃創の位置を含めた X 線写真を撮影し、銃創路をアセスメントする。心損傷が疑われる銃創路を認めた場合、エコー検査にて心嚢液の評価を行う。ただし、血胸が認められた場合は、心嚢液を認めない場合でも心損傷は除外できない。胸部の穿通性外傷の約 20% に腹部外傷の合併を認める。銃創路が腹部を含んでいる場合は開腹手術が必要になる³⁾⁴⁾。

- 1) Burlew CC, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : resuscitative thoracotomy.

- J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : 1359–1363.
- 2) Sperry JL, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : penetrating neck trauma. J Trauma Acute Care Surg 2013 ; 75 : 936–940.
 - 3) Renz BM, et al : Transmediastinal gunshot wounds : a prospective study. J Trauma 2000 ; 48 : 416–421.
 - 4) Ball CG, et al : A caveat to the performance of pericardial ultrasound in patients with penetrating cardiac wounds. J Trauma 2009 ; 67 : 1123–1124.

【循環動態が不安定な患者における開胸方法】

初期評価にて心損傷が診断あるいは疑われた場合、銃創路が縦隔を含んでいる場合、あるいは両側の鎖骨線の内側に位置する銃創の場合は、胸骨正中切開が適している。胸骨正中切開にて心臓と上縦隔の大血管にアプローチすることが可能となる。必要に応じて鎖骨上まで切開創を延長することができる。クラムシエル開胸も選択肢の一つであり、特に左右胸腔内にも別の損傷が疑われている場合にはよい適応となる¹⁾。

縦隔損傷が疑われない胸腔内損傷の場合は、前側方開胸を選択する。左右の胸腔内損傷が疑われている場合は、出血量が多い側を先に開胸する²⁾。

- 1) O'Connor JV, et al : Penetrating thoracic great vessel injury : impact of admission hemodynamics and preoperative imaging. J Trauma 2010 ; 68 : 834–837.
- 2) Karmy-Jones R, et al : Urgent and emergent thoracotomy for penetrating chest trauma. J Trauma 2004 ; 56 : 664–668.

【肺損傷に対する創路切開 (Tractotomy)】

肺実質が銃創によって損傷している場合、肺表面の銃創の縫合はすべきではない。銃創路にステイプラーを挿入し、銃創路の表面側の肺実質を縫合切離する方法を Tractotomy と呼ぶが、これにより銃創路が露出し、深部の出血の同定と出血源の縫合止血が可能となる。Tractotomy は、循環動態が不安定な胸部銃創に対して行うダメージコントロール手術の一手技として、非常に重要である¹⁾²⁾。

- 1) Wall MJ Jr, et al : Pulmonary tractotomy as an abbreviated thoracotomy technique. J Trauma 1998 ; 45 : 1015–1023.
- 2) Asensio JA, et al : Stapled pulmonary tractotomy : a rapid way to control hemorrhage in penetrating pulmonary injuries. J Am Coll Surg 1997 ; 185 : 486–487.

【循環動態が安定した患者の初期評価】

primary survey を行いながら、循環動態が安定しているかを常に確認する。全身観察を必ず行い、銃創の位置と数を記録する。銃創の位置を含めた単純 X 線写真を撮影し、銃創路をアセスメントする。血気胸の有無を判断するのに、身体所見は重要であるが、約 3 分の 1 の症例で身体所見は不正確となるため、胸部 X 線写真は必須である¹⁾。

- 1) Chen SC, et al : Hemopneumothorax missed by auscultation in penetrating chest injury. J Trauma 1997 ; 42 : 86–89.

【循環動態が安定した患者における心損傷の検索と対応】

両側の鎖骨中線の内側に銃創を認めた場合や、銃創路から心損傷が疑われた場合は、エコー検査にて心嚢液の評価を行う。ただし、血胸が認められた場合は、心嚢液を認めない場合でも心損傷は除外できない¹⁾。

エコーにて心嚢液の有無の評価が困難であった場合は、剣状突起下から心膜切開（subxiphoid window/cardiac window）を行う。この手技は、エコーによって施行頻度が大きく減ったが、より確実に心嚢液の評価を行う目的でしばしば行われる²⁾。

心嚢液が存在した場合は、胸骨正中切開が適切な開胸方法となる。ほとんどの心損傷は単純なマットレス縫合で修復可能であるが、冠動脈付近であれば垂直マットレス縫合によって冠動脈の閉塞を防ぐことができる。冠動脈の損傷を認める場合は、左前下行枝中枢の損傷であれば修復が必要となるが、左前下行枝の末梢や、右回旋枝、右冠動脈であれば、心筋障害の程度が軽度な場合は結紮による止血が可能である³⁾。

- 1) Mattox KL, et al: Newer diagnostic measures and emergency management. Chest Surg Clin N Am 1997 ; 7 : 213-226.
- 2) Thorson CM, et al: Does hemopericardium after chest trauma mandate sternotomy?. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 72 : 1518-1524.
- 3) Wall MJ Jr, et al: Acute management of complex cardiac injuries. J Trauma 1997 ; 42 : 905-912.

【循環動態が安定した血気胸の初期治療】

遺残血胸は膿胸の重大なリスクになることをふまえて、太いドレーンチューブを選択し、留置する。チューブ挿入時に1,500cc以上の大量出血を認めた場合や、循環動態の安定性が懸念される場合は緊急開胸手術が適応となる。胸腔ドレーンからの出血量のみを指標にすると、損傷の重症度を過少評価することにつながる¹⁾²⁾。緊急開胸手術が必要となった胸部銃創患者の後ろ向き検討では、胸腔ドレーンからの出血量を理由に開胸にいたった症例は50%であったとの報告もある³⁾。

- 1) Mowery NT, et al: Practice management guidelines for management of hemothorax and occult pneumothorax. J Trauma 2011 ; 70 : 510-518.
- 2) Hirshberg A, et al: Double jeopardy : thoracoabdominal injuries requiring surgical intervention in both chest and abdomen. J Trauma 1995 ; 39 : 225-229.
- 3) Mansour MA, et al: Exigent postinjury thoracotomy analysis of blunt versus penetrating trauma. Surg Gynecol Obstet 1992 ; 175 : 97-101.

【循環動態が安定した患者に対する CT 検査】

身体所見や単純 X 線写真, エコーによる銃創路のアセスメントによって縦隔損傷が疑われた症例では、胸部 CT 検査によって縦隔損傷の評価を行う。胸部 CT 検査は血気胸の評価と治療, 心損傷の評価と治療が行われた後に施行する。

胸部 CT 検査によって大血管損傷が診断可能となるが、時に銃弾によるアーチファクトが血管壁の正確な評価を困難とするため、その場合は血管造影検査を行う。また、食道損傷が疑われた場合は食道造影検査や上部消化管内視鏡検査を行う。気道損傷が疑われた場合は気管支鏡を行う¹⁾。

- 1) Renz BM, et al: Transmediastinal gunshot wounds : a prospective study. J Trauma 2000 ; 48 : 416-421.

【横隔膜損傷の治療】

横隔膜損傷は銃創の位置や銃創路, 臨床所見などで疑うが、左胸腹部の穿通性外傷では17%ほどに横隔膜損傷を認める。開胸や開腹手術の適応がない状況で、横隔膜損傷のみが疑われた場合は、胸腔鏡や腹腔鏡を選択してもよい¹⁾。なお、左側の横隔膜損傷を認めた場合は、開腹手術が必須となる。右側の横隔膜損傷を認めた場合は、修復が必要とならない肝損傷のみであれば、開腹手術の必要はない²⁾。

- 1) Leppäniemi A, et al : Occult diaphragmatic injuries caused by stab wounds. J Trauma 2003 ; 55 : 646-650.
- 2) Renz BM, et al : Gunshot wounds to the right thoracoabdomen : a prospective study of nonoperative management. J Trauma 1994 ; 37 : 737-744.

【大動脈損傷の血管内治療】

血管内治療の発展によって胸部大血管損傷に対する治療オプションが増えたが、大血管損傷に対する血管内ステント留置の報告のほとんどは、鈍的外傷である。ステント留置の際には、重要な大動脈分枝をステントにて閉塞することになるか、適切なサイジングができるか、十分なランディングゾーンが確保できるか、などが検討事項となる。血管内治療の役割は今後も拡大することが予想される¹⁾。

- 1) Karmy-Jones R, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : penetrating chest trauma. J Trauma Acute Care Surg 2014 ; 77 : 994-1002.

【血気胸（肺実質損傷）の継続対応】

胸腔ドレーンチューブからの150～200cc/hの出血が2～4時間持続する場合は開胸手術の適応であり、状況に応じてVATSも選択肢の一つとなり得る。24時間で1,500cc以上の出血を開胸基準とすると、合併症の減少につながることが示唆されている。また、胸腔ドレーンからの出血量のみを指標にすると、損傷の重症度を過少評価することにつながる¹⁾。

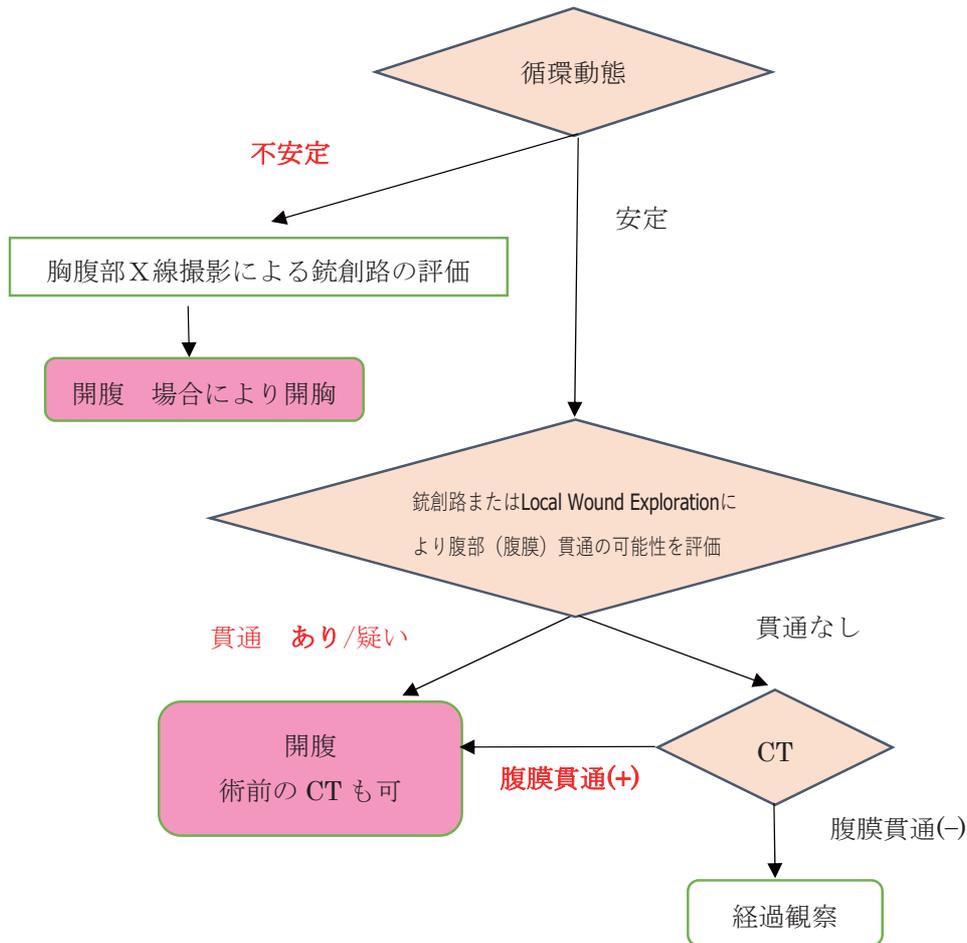
また、遺残血胸は膿胸の重大なリスクになることを知る必要がある。遺残血胸を認めた患者の26.8%で膿胸を発症したとの報告もあり、300ccをこえる遺残血胸を認めた場合は、なにかしらの追加治療が必要となる可能性が高い²⁾。

持続するair leakを認める場合はVATSを検討すべきであり、受傷後三日目まで続くair leakを認めた場合にはVATSを施行することで、入院期間などが短くなることが報告されている³⁾。

- 1) Mowery NT, et al : Practice management guidelines for management of hemothorax and occult pneumothorax. J Trauma 2011 ; 70 : 510-518.
- 2) DuBose J, et al : Management of post-traumatic retained hemothorax : a prospective, observational, multicenter AAST study. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 72 : 11-22.
- 3) Schermer CR, et al : A prospective evaluation of video-assisted thoracic surgery for persistent air leak due to trauma. Am J Surg 1999 ; 177 : 480-484.

山元 良

6. 腹部銃創



図II-6-1 診療手順アルゴリズム

銃創（GSWs）の90%以上は腹膜を貫通し、腹膜貫通がある症例は高率に治療を要する腹部臓器損傷を伴うため、多くは緊急手術が必要である¹⁾。循環動態不安定もしくは腹部全体に及ぶ腹膜刺激症状を伴った症例は緊急開腹が必要である²⁾。消化管出血を認める場合や理学所見が正確に取れない場合も緊急開腹の適応となる。時間的余裕があればクリップなどを用いて銃創のマーキングし胸腹部X線撮影を行えば、弾道を推測することができる。

循環動態が安定し腹膜刺激症状を伴わない刺創（SWs）においては選択的な症例に対して保存的加療（NOM）について異論は少ないが、同様な条件下のGSWsに対するNOMに関しては議論となっている。GSWに対するNOMでデータは、穿通性外傷が豊富な同じ施設の同じ著者からのものが多い²⁾⁻¹²⁾。

北米のNTDBを用いた腹部穿通性外傷に対するNOMの結果に対する研究（GSWs, 12,707例）では、GSWsに対するNOM選択率は22.2%であり、そのうちの20.8%のGSWsでその後手術が必要となり、NOMの失敗による死亡に対するオッズ比は4.48と高く注意が必要であると論じている¹²⁾。以上よりGSWsが非常に少ない日本ではNOMは危険であり推奨できない。

1) Moore EE, et al : Mandatory laparotomy for gunshot wounds penetrating the abdomen. Am J Surg 1980 ; 140 : 847-851.

2) Como JJ, et al : Practice management guidelines for selective nonoperative management of

penetrating abdominal trauma. J Trauma 2010 ; 68 : 721–733.

- 3) Demetriades D, et al : Selective nonoperative management of penetrating abdominal solid organ injuries. Ann Surg 2006 ; 244 : 620–628.
- 4) Renz BM, et al : Gunshot wounds to the right thoracoabdomen : a prospective study of nonoperative management. J Trauma 1994 ; 37 : 737–744.
- 5) Navsaria PH, et al : Selective nonoperative management of liver gunshot injuries. Ann Surg 2009 ; 249 : 653–656.
- 6) Navsaria PH, et al : Selective nonoperative management of kidney gunshot injuries. World J Surg 2009 ; 33 : 553–557.
- 7) Velmahos GC, et al : Selective nonoperative management in 1,856 patients with abdominal gunshot wounds : should routine laparotomy still be the standard of care?. Ann Surg 2001 ; 234 : 395–402 ; discussion 402–403.
- 8) Demetriades D, et al : Gunshot wound of the abdomen : role of selective conservative management. Br J Surg 1991 ; 78 : 220–222.
- 9) Demetriades D, et al : Selective nonoperative management of gunshot wounds of the anterior abdomen. Arch Surg 1997 ; 132 : 178–183.
- 10) DuBose J, et al : Selective non-operative management of solid organ injury following abdominal gunshot wounds. Injury 2007 ; 38 : 1084–1090.
- 11) Fikry K, et al : Successful selective nonoperative management of abdominal gunshot wounds despite low penetrating trauma volumes. Arch Surg 2011 ; 146 : 528–532.
- 12) Zafar SN, et al : Outcome of selective non-operative management of penetrating abdominal injuries from the North American National Trauma Database. Br J Surg 2012 ; 99 Suppl 1 : 155–164.

【前腹部銃創】

Velmahos らの 1,856 例の腹部銃創の報告において、前腹部銃創は背部銃創にくらべ緊急開腹となる可能性が高い (66% vs 32%, $p < 0.001$)¹⁾.

循環動態が安定し、腹部所見を認めない症例に関しては銃創部位にかかわらず NOM が可能であるという意見も多いが¹⁾⁻⁶⁾、腹部銃創の NOM に対して右上腹部または右胸腹部銃創においてのみ行うべきあるという意見もある⁷⁾⁻¹⁰⁾.

- 1) Velmahos GC, et al : Selective nonoperative management in 1,856 patients with abdominal gunshot wounds : should routine laparotomy still be the standard of care?. Ann Surg 2001 ; 234 : 395 – 402 ; discussion 402–403.
- 2) Navsaria PH, et al : Selective nonoperative management in 1106 patients with abdominal gunshot wounds : conclusions on safety, efficacy, and the role of selective CT imaging in a prospective single-center study. Ann Surg 2015 ; 261 : 760–764.
- 3) Demetriades D, et al : Gunshot wound of the abdomen : role of selective conservative management. Br J Surg 1991 ; 78 : 220–222.
- 4) Demetriades D, et al : Selective nonoperative management of gunshot wounds of the anterior abdomen. Arch Surg 1997 ; 132 : 178–183.
- 5) DuBose J, et al : Selective non-operative management of solid organ injury following abdominal gunshot wounds. Injury 2007 ; 38 : 1084–1090.
- 6) Fikry K, et al : Successful selective nonoperative management of abdominal gunshot wounds despite low penetrating trauma volumes. Arch Surg 2011 ; 146 : 528–532.

- 7) Como JJ, et al : Practice management guidelines for selective nonoperative management of penetrating abdominal trauma. J Trauma 2010 ; 68 : 721–733.
- 8) Renz BM, et al : Gunshot wounds to the right thoracoabdomen : a prospective study of nonoperative management. J Trauma 1994 ; 37 : 737–744.
- 9) Renz BM, et al : Unnecessary laparotomies for trauma : a prospective study of morbidity. J Trauma 1995 ; 38 : 350–356.
- 10) Chmielewski GW, et al : Nonoperative management of gunshot wounds of the abdomen. Am Surg 1995 ; 61 : 665–668.

【側腹部および背部銃創】¹⁾

側腹部および背部銃創は、厚い筋群および後腹膜組織のため前腹部や胸腹部にくらべて重症な損傷となる可能性が低い。しかし後腹膜臓器損傷を理学所見やFASTで評価することが難しい。バイタルが安定している場合はCTが有用である²⁾³⁾。

- 1) Biffl WL, et al : Management guidelines for penetrating abdominal trauma. World J Surg 2015 ; 39 : 1373–1380.
- 2) Himmelman RG, et al : Triple-contrast CT scans in penetrating back and flank trauma. J Trauma 1991 ; 31 : 852–855.
- 3) Boyle EM Jr, et al : Diagnosis of injuries after stab wounds to the back and flank. J Trauma 1997 ; 42 : 260–265.

【胸腹部銃創】¹⁾

胸腹部領域は乳頭から肋骨下縁までの間の360度全域であり、胸腹部領域の銃創は、横隔膜を含め胸腔、腹腔ともに損傷し得る。循環動態が不安定な場合は胸腔腹腔のどちらから行うかは選択に迷うが²⁾、瀕死状態の時（血圧60以下）は、蘇生的開胸を行う³⁾。

胸腔もしくは腹腔のどちらから手術を行うかの選択に際し、X線撮影、FAST、胸腔ドレーンをもとに判断する。クリップなどを用いて銃創のマーキングし胸腹部X線撮影を行えば、弾道を推測することができる（経縦隔もしくは経横隔膜）。またFASTにより胸腔、心嚢、腹腔の血液貯留の有無を検索できる。胸腔ドレーンは血胸に対する治療になり得るが、挿入後初期の大量出血（>1,500 ml）や持続的な出血（>200ml/hr）は開胸術の適応である。

著明な心嚢液貯留は心損傷を示唆するため、一般的に胸骨正中切開もしくは前側方開胸を行わなければならない。

血胸または気胸を伴うすべての胸腹部銃創は横隔膜損傷を起こすと考えられ、右側は肝臓に保護されている影響のため、左側の方が損傷し得る。鈍的な横隔膜損傷は診断が比較的容易であるが、鋭的外傷はさらに困難である。

正常な胸部X線撮影のみでは横隔膜損傷は除外できず⁴⁾、CTでの検出にも限界を認める⁵⁾。近年は胸腔鏡もしくは腹腔鏡で直視下に横隔膜を観察することが提案されており、いくつもの文献によりその精度が高いことが立証され、鏡視下の修復を報告している⁴⁾⁶⁾⁻¹⁰⁾。胸腔鏡で横隔膜損傷の評価する際には残存する血胸の除去も可能となる。

- 1) Biffl WL, et al : Management guidelines for penetrating abdominal trauma. World J Surg 2015 ; 39 : 1373–1380.
- 2) Berg RJ, et al : The persistent diagnostic challenge of thoracoabdominal stab wounds. J Trauma Acute Care Surg 2014 ; 76 : 418–423.

- 3) Burlew CC, et al : Western Trauma Association critical decisions in trauma : resuscitative thoracotomy. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : 1359–1363.
- 4) Murray JA, et al : Occult injuries to the diaphragm : prospective evaluation of laparoscopy in penetrating injuries to the left lower chest. J Am Coll Surg 1998 ; 187 : 626–630.
- 5) Shanmuganathan K, et al : Penetrating torso trauma : triple-contrast helical CT in peritoneal violation and organ injury--a prospective study in 200 patients. Radiology 2004 ; 231 : 775–784.
- 6) Demetriades D, et al : Selective nonoperative management of penetrating abdominal solid organ injuries. Ann Surg 2006 ; 244 : 620–628.
- 7) Powell BS, et al : Diagnostic laparoscopy for the evaluation of occult diaphragmatic injury following penetrating thoracoabdominal trauma. Injury 2008 ; 39 : 530–534.
- 8) Friese RS, et al : Laparoscopy is sufficient to exclude occult diaphragm injury after penetrating abdominal trauma. J Trauma 2005 ; 58 : 789–792.
- 9) Zantut LF, et al : Diagnostic and therapeutic laparoscopy for penetrating abdominal trauma : a multicenter experience. J Trauma 1997 ; 42 : 825–829 ; discussion 829–831.
- 10) Ertekin C, et al : The use of laparoscopy as a primary diagnostic and therapeutic method in penetrating wounds of lower thoracal region. Surg Laparosc Endosc 1998 ; 8 : 26–29.

【各臓器損傷】

①肝損傷¹⁾

循環動態が不安定であれば perihepatic packing を考慮するが、穿通創内からの圧迫止血法も報告されている。自作バルーンカテーテル留置に始まり²⁾、尿バルーンカテーテル³⁾やS-Bチューブを用いたバルーン圧迫方が代表である⁴⁾⁵⁾。

- 1) 日本外傷学会外傷専門診療ガイドライン編集委員会：腹部外傷治療戦略。外傷専門診療ガイドライン JETEC。第1版。日本外傷学会監修。東京：へるす出版，2014。
- 2) Poggetti RS, et al : Balloon tamponade for bilobar transfixing hepatic gunshot wounds. J Trauma 1992 ; 33 : 694–697.
- 3) Demetriades D : Balloon tamponade for bleeding control in penetrating liver injuries. J Trauma 1998 ; 44 : 538–539.
- 4) Croce MA, et al : Traumatic hepatic artery pseudoaneurysm with hemobilia. Am J Surg 1994 ; 168 : 235–238.
- 5) Ozdogan M, et al : Balloon tamponade with Sengstaken-Blakemore tube for penetrating liver injury : case report. J Trauma 2006 ; 60 : 1122–1123.

② 後腹膜損傷

後腹膜は3つのZoneに分類される（Zone I ; 後腹膜正中，Zone II ; 側面，Zone III ; 骨盤内）。鈍的外傷と異なり銃創の場合，開腹時所見で血腫が存在した場合は，すべてのZoneにおいて開創を行う。

③ 腹腔内大腸損傷¹⁾

腹膜炎を伴わず，虚血を認めない周径50%以下である大腸損傷は，安全に primary repair 可能である²⁾⁻⁷⁾。

周径50%以上または虚血を伴う大腸損傷は4つの条件を満たす場合（循環動態安定，重大な基礎疾患がない，他の損傷が最小限 [ISS<25]，腹膜炎ではない）には，切除ののち primary anastomosis 可能である³⁾⁻⁷⁾。しかし条件を満たさない場合は，切除ののち colostomy とする。

表 II-6-1 後腹膜血腫の対処：鋭的鈍的外傷

	鋭的	鈍的
Zone 1	Explore	Explore
Zone 2	Explore	Explore if expanding
Zone 3	Explore	Not to explore

鋭的、鈍的外傷で腹部後腹膜の検索の適応が異なる。

結腸や直腸外傷に対して増設した colostomy は、肛門側の治癒を注腸造影で確認したうえで2週間以内に閉鎖する⁸⁾。早期閉鎖は技術的に手術を容易にし、手術時間の短縮と術中出血量の減少となる。しかし腸管の治癒がなされていない場合や、創感染継続、循環動態不安定な場合は行うべきではない。

- 1) Cayten CG, et al : PATIENT MANAGEMENT GUIDELINES FOR PENETRATING INTRAPERITONEAL COLON INJURIES : EAST Practice Parameter Workgroup for Penetrating Colon Injury Management. 1998.
- 2) Stone HH, et al : Management of perforating colon trauma : randomization between primary closure and exteriorization. Ann Surg 1979 ; 190 : 430-436.
- 3) Chappuis CW, et al : Management of penetrating colon injuries. A prospective randomized trial. Ann Surg 1991 ; 213 : 492-497 ; discussion 497-498.
- 4) Falcone RE, et al : Colorectal trauma : primary repair or anastomosis with intracolonic bypass vs. ostomy. Dis Colon Rectum 1992 ; 35 : 957-963.
- 5) Sasaki LS, et al : Primary repair of colon injuries : a prospective randomized study. J Trauma 1995 ; 39 : 895-901.
- 6) Gonzalez RP, et al : Holevar, Colostomy in penetrating colon injury : is it necessary?. J Trauma 1996 ; 41 : 271-275.
- 7) George SM Jr, et al : Primary repair of colon wounds. A prospective trial in nonselected patients. Ann Surg 1989 ; 209 : 728-733 ; discussion 733-734.
- 8) Velmahos GC, et al : Early closure of colostomies in trauma patients--a prospective randomized trial. Surgery 1995 ; 118 : 815-820.

④ 腹腔外直腸損傷¹⁾

腹膜外直腸損傷に対して近位部での人工肛門を薦めている。また慣習的な仙骨ドレナージおよび遠位部直腸洗浄は薦めていない。

- 1) Bosarge PL, et al : Management of penetrating extraperitoneal rectal injuries : An Eastern

【予防的抗菌薬投与】¹⁾

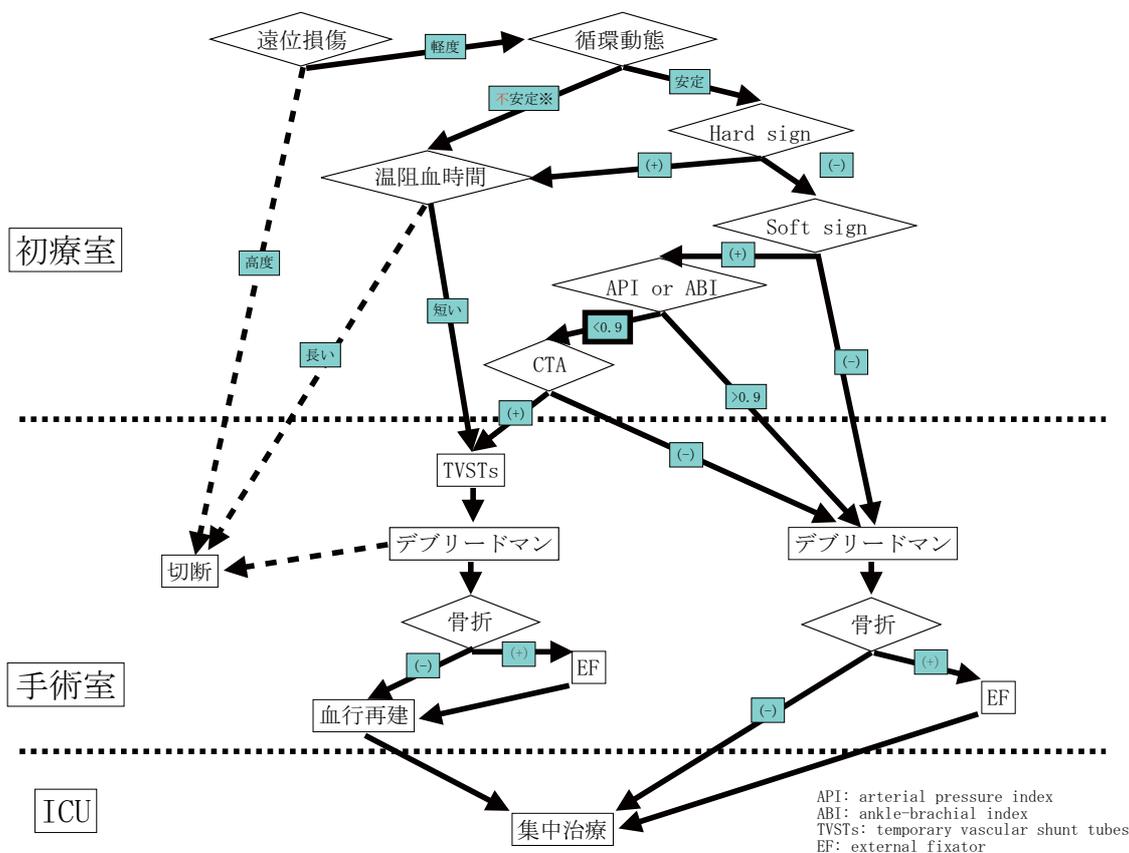
すべての腹部穿通性外傷患者に対して、術前に好気および嫌気ともにカバーする広域抗菌薬を単回投与する。腸管損傷を認めた場合は、24時間以内の投与を薦め、認めない場合には追加投与は必要ない。出血性ショックを認める患者に対しては、10単位の輸血ごとに2-3倍量の抗菌剤を必要とするかもしれない。

24時間をこえた投与を支持するデータはなく、open abdomenの際の使用を支持するデータもない。大腸損傷を伴った場合は、抗生剤使用期間にかかわらずSSIは高い¹⁾²⁾。

- 1) Goldberg SR, et al : Prophylactic antibiotic use in penetrating abdominal trauma : an Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 (5 Suppl 4) : S321-325.
- 2) Cornwell EE 3rd, et al : Duration of antibiotic prophylaxis in high-risk patients with penetrating abdominal trauma : a prospective randomized trial. J Gastrointest Surg 1999 ; 3 : 648-653.

角山泰一朗

7. 四肢銃創



図Ⅱ-7-1 診療手順アルゴリズム

ターニケット使用の適応と解除方法

局所圧迫でも活動性出血をコントロールできない場合には出血部位の近位にターニケットを使用する¹⁾²⁾。初療室で循環動態不安定な活動性出血を伴う症例には必ず使用する（図Ⅱ-7-1 ※）。使用した場合には必ず開始時間を記載する。不十分な緊縛は出血を助長するので十分な圧で駆血する。被災現場で医師や救急隊によりターニケットを使用された場合には、相応の出血があったと考え Hard sign 陽性症例として扱う。使用したターニケットは手術室、もしくはそれに準ずる環境で損傷血管をクランプした後に解除する。

- 1) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315-S320.
- 2) Mavrogenis AF, et al : Vascular injury in orthopedic trauma. Orthopedics 2016 ; 39 : 249-259.

四肢血管損傷の身体所見

四肢血管損傷を疑う身体所見として Hard sign と Soft sign を参考とする¹⁾²⁾。

Hard sign とは、

- 動脈拍動の消失 or 減弱
- 大量の外出血
- 血腫の増大 or 拍動性の血腫
- thrill or 血管雑音
- 虚血症状の 5P（疼痛，蒼白，冷感，知覚異常，運動麻痺）

Soft sign とは、

- 現場での一時的血腫
- 血管近傍の損傷
- 血管近傍の血腫
- 血管近傍の神経損傷
- 説明のつかない低血圧

である。Hard sign が一つでも陽性であると、90% 以上の確率で血管損傷があるとされる³⁾。

- 1) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice parameter for evaluation and management of combined arterial and skeletal extremity injury from penetrating trauma. EAST 2002.
- 2) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315-S320.
- 3) Mavrogenis AF, et al : Vascular injury in orthopedic trauma. Orthopedics 2016 ; 39 : 249-259.

CTA での血管損傷所見

CTA での血管外漏出像, 血栓形成, 動脈瘤, 動静脈瘻, 内膜損傷は血管損傷と判断する¹⁾。ただし, 動脈瘤, 動静脈瘻, 内膜損傷の一部には末梢血流が保たれるものがあり, その場合には慎重な判断を要する²⁾。血行再建を行わないと判断した場合には, 経時的に arterial-pressure index (API) もしくは Anckle-Bracial index (ABI) を計測する¹⁾²⁾。血管攣縮と判断された場合には血管損傷はなしとする。

- 1) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315-S320.
- 2) Ivatury RR, et al : Penetrating extremity trauma. World J Surg 2015 ; 39 : 1389-1396.

temporary vascular shunt tubes (TVSTs) の使用基準

血管損傷のある症例には原則全例に使用する¹⁾⁻³⁾。動静脈損傷のある症例では動脈に先立ち静脈1-2本にTVSTsを使用する⁴⁾。温阻血時間が短く即座に動脈再建が行える状況であればTVSTsを省略してもよい。

- 1) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice parameter for evaluation and management of combined arterial and skeletal extremity injury from penetrating trauma. EAST 2002.
- 2) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315-S320.
- 3) Halvorson JJ, et al : Vascular injury associated with extremity trauma : Initial diagnosis and management. J Am Acad Orthop Surg 2011 ; 19 : 495-504.
- 4) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice management guideline for evaluation and management of lower extremity venous injury from penetration trauma. EAST 2002.

血行再建の手術

銃創・爆傷は汚染創であるため感染率が高い¹⁾ことから、血行再建は自家静脈移植を原則とする。手術手技を誰が行うかは、それぞれの病院の実情にそって各病院で事前に決定しておく。アルゴリズムの各手技に「救急医」「整形外科」「血管外科」などと書き込んで（もしくは丸をして選んで）用意しておくといよい。

- 1) Dougherty PJ , et al : Gunshot and wartime injuries. Rockwood and Green's Fractures in adults. 8th ed. Philadelphia PA : Wolters Kluwer Health, 2015 : 397-426.

銃創・爆傷の手術

銃創・爆傷は汚染創であり¹⁾、原則手術室で十分なデブリードマンを行う。弾丸はすべてを取り除くことを原則とするが、手術的に到達が難しい部位にあるものは摘出不能なこともある。関節内の弾丸は鉛中毒や鉛関節症の発生が危惧されるためにすべて取り除く¹⁾。骨・軟部組織のデブリードマンが十分と判断すれば骨折に対する内固定を一次的に行ってもよい。しかし、初期治療ではその判断が難しく創外固定（external fixator : EF）を用いる方が無難である²⁾。十分なデブリードマンが行われた場合には生じた組織欠損に陰圧閉鎖療法（negative pressure wound therapy : NPWT）を考慮してよい。ただし血管の直上ではNPWTを使用しない。

- 1) Dougherty PJ , et al : Gunshot and wartime injuries. Rockwood and Green's Fractures in adults. 8th ed. Philadelphia PA : Wolters Kluwer Health, 2015 : 397-426.
- 2) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice parameter for evaluation and management of combined arterial and skeletal extremity injury from penetrating trauma. EAST 2002.

術後管理

銃創・爆傷は高エネルギー外傷であり、コンパートメント症候群などの発生などに注意しながら術後ICU管理を行うことが望ましい¹⁾²⁾。

- 1) Practice Management Guidelines for Penetrating Trauma to the Lower Extremity. Practice parameter for evaluation and management of combined arterial and skeletal extremity injury from penetrating trauma. EAST 2002.

- 2) Fox N, et al : Evaluation and management of penetrating lower extremity arterial trauma : An Eastern Association for the Surgery of Trauma practice management guideline. J Trauma Acute Care Surg 2012 ; 73 : S315 – S320.

黒住 健人

第Ⅲ章 爆傷患者に対する初期診療の重要事項

本章は、CDC が発行している essential fact ならびに fact sheet を主に訳したものとなっている¹⁾²⁾。一部、改編したものも含まれている。また、他章と異なり、爆傷症例のマネージメントに対して開示されたガイドラインがないため、本章では診療手順アルゴリズムを示さない。

- 1) The Centers for Disease Control and Prevention. Blast Injuries : Fact Sheets for Professionals. http://www.calhospitalprepare.org/sites/main/files/file-attachments/blast_fact_sheet_professionals-a.pdf (Accessed April. 5. 2018)
- 2) American College of Emergency Physicians. Bombings : Injury Patterns and Care. Blast Injuries : Fact Sheets for Professionals by Centers for Disease Control & Prevention. <https://www.acep.org/blastinjury/#sm.00001hklgl9nydrytc81v5u8a2qz2> (Accessed April. 5. 2018)

1. 損傷形態

爆傷は1-4次(5次)損傷を伴う可能性のあるユニークな損傷形態である。臓器別損傷は表Ⅲ-1に概説する。また、特殊な損傷の詳細は後述する。



図Ⅲ-1 爆傷のメカニズム

爆傷形態 (図Ⅲ-1)

- 1次 衝撃波による爆傷肺、鼓膜損傷、腸管破裂、腹腔内出血、眼球破裂、脳震盪
- 2次 飛来する異物による穿通性外傷、眼球内異物
- 3次 爆風によって飛ばされて生じる鈍的外傷、その際鋭利な物に刺されれば鋭的外傷
四肢断 (形態によっては1次に分類されることがあり)
建物崩壊の下敷きによる鈍的外傷やクラッシュ症候群 (CDCでは4次)
- 4次 爆風の成分による損傷：熱傷、中毒、放射線被曝、肺障害
- (5次)基礎疾患の悪化、精神障害

2. 主な疫学

爆傷により生存した症例の大多数の損傷形態は、飛来異物による穿通性外傷と爆風による鈍的外傷であ

る。爆傷により当初生存していた症例の主な死亡原因は爆傷肺、ついで消化器損傷によるものである。閉鎖空間での爆発、高エネルギー、建物崩壊を伴っている場合は重症例が増加する。

生存者の10%程度は眼球異物による損傷の可能性がある、眼科診察を考慮。鼓膜損傷は以前ほど肺損傷が合併しやすいと考えられなくなってきている。

3. 病院受け入れ時

1次損傷は閉鎖空間で生じた爆傷で生じやすいため、爆発の形態のほか、爆発地からの被災した場所までの距離、中毒（化学剤）や放射線の情報、周囲の安全性、爆発場所と警察、消防、行政機関との位置関係、自院の安全性（場合により警護を依頼）などの情報を信頼筋から取得が必要となる。

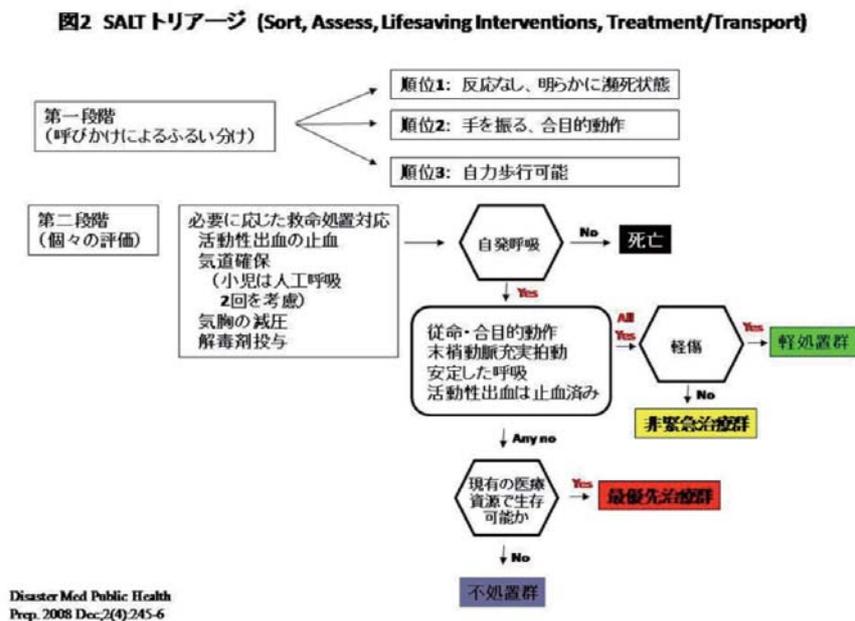
最初の1時間に爆傷により生存した症例中、半数から3/4を占める軽症爆傷被災者が医療機関を自ら訪れ、その後、重症例が搬送されてくる（“upside-down” triage）。したがって、受け入れ医療機関は最初にトリアージに余力を残しておく必要がある。

トリアージの際は、SALT（Sort, Assess, Lifesaving Interventions, Treatment / Transport）トリアージを参照とする（図Ⅲ-2）（エキスパートオピニオン）。

オーバートリアージの容認は死亡率の上昇につながるため注意が必要である。

すべての爆傷は中毒や放射線被爆の可能性がある。

標準的感染予防策は救援者の二次的放射線汚染予防にも有用である。



図Ⅲ-2 SALT トリアージ¹⁾

(Disaster Med Public Health Prep 2008 ; 2 : 245-246. を改変)

1) No authors. SALT mass casualty triage : concept endorsed by the American College of Emergency Physicians, American College of Surgeons Committee on Trauma, American Trauma Society, National Association of EMS Physicians, National Disaster Life Support Education Consortium, and State and Territorial Injury Prevention Directors Association. Disaster Med Public Health Prep 2008 ; 2 : 245-246.

4. 爆傷に特異的な注意点

- 1次-4次の機序を念頭においた患者診療が必要となる。特に、放射線や化学剤による医療従事者の二次汚染に留意する必要がある。初期診療時には内部被爆を防止するため防塵・N95マスク着用による傷病者の放射線スクリーニングを行うことが望ましい（エキスパートオピニオン）。
- 病院前は現場での安全は完全には確保できないため（2次爆発、放射線や化学剤による汚染、建築物崩壊の可能性）、患者の早期の現場離脱が必要である。そのため現場救護所でトリアージするのではなく、直近の病院を救護所代わりに使用する（エキスパートオピニオン）。
- Secondary survey では、眼球損傷（破裂時は眼球内容物流出するため開眼させない）、鼓膜の評価をしっかりと行う。
- 小挫創でも穿通性損傷、異物残存を考慮した評価が必要となる（木材の可能性もあり、CTが推奨されている）。
- 小挫創でも他人の人骨や汚染物質などによる穿通性損傷の可能性があり、破傷風、肝炎、HIV予防の治療を考慮する。
- 衝撃波に伴う遅発性の肺損傷（血気胸、肺水腫、空気塞栓など）、消化管損傷があり、疑わしきは4-6時間の経過観察、48時間は患者・家族に対しての注意喚起が必要となる。また、さらに晩期では精神・神経学的後遺症が注目されている。

表Ⅲ-1 臓器別損傷形態

聴覚器	鼓膜損傷，耳小骨損傷
視覚器	眼球破裂，異物，空気塞栓
呼吸器	爆傷肺，血気胸，肺挫傷，肺動静脈瘻，空気塞栓，誤嚥性肺炎，敗血症， 上下気道粘膜損傷
消化器	消化管破裂，実質臓器損傷，腸間膜虚血（空気塞栓）
循環器	心筋挫傷，心筋梗塞（空気塞栓），迷走神経反射，循環不全 末梢動脈塞栓（空気塞栓）
中枢神経	脳震盪，閉鎖性もしくは開放性脳損傷，脳卒中・脊髄梗塞（空気塞栓）
腎不全	鈍的腎損傷，横紋筋融解症，ショックや脱水に伴う腎不全
四肢	轢断，骨折，クラッシュ症候群，コンパートメント症候群，熱傷， 穿通性損傷，末梢動脈塞栓症（空気塞栓）

柳川 洋一

第 IV 章 爆傷各論

1. 爆傷肺

【背景】

- 爆傷肺は衝撃波により無呼吸，徐脈，低血圧の 3 徴をている。
- 爆傷現場および当初生存した症例の第一の死亡原因となる。

【臨床症候】

呼吸困難，咯血，咳，胸痛。臨床症状として，呼吸困難，低酸素血症が胸部打撲を受けなくても生じ得る。

徴候：頻呼吸，低酸素血症，チアノーゼ，無呼吸，喘鳴，呼吸音低下，循環不全，気管支痙，空気塞栓，血気胸を合併し得る。

【診断】

胸部 X 線撮影：バタフライシャドウ，動脈血液ガス分析，超音波検査，CT にて診断する。

【治療】

- ▶ 上記の検査は，蘇生行為を実施しながらの施行となる。また，閉鎖空間での受傷，火災の曝露，長時間下敷き，化学剤や生物剤への曝露はさらなる検査が必要となる。
- ▶ 多数傷病者が発生した場合，上記の診断手段は用いることができなくなることがある。
- ▶ 肺挫傷の治療と同様，輸液は少なすぎず，多すぎずが望ましい。
- ▶ 高濃度酸素投与，必要に応じてバック換気，気管挿管を行う。
- ▶ 気道閉塞症状，肺水腫，多量の咯血はただちに気管挿管を行う。
- ▶ 多量の咯血患者や胸腔ドレーンからの大量のエアリークは分離肺換気を考慮する。
- ▶ 多量の血気胸はすみやかに胸腔ドレーン留置を行う。
- ▶ 換気不全の症例にはすみやかに気管挿管が必要である。
- ▶ 陽圧換気では緊張性気胸や空気塞栓症状に注意する。
- ▶ 空気塞栓症に対しては高濃度酸素投与，腹臥位，左側臥位などの体位管理とともに高気圧酸素治療を考慮する。

【継続対応】

- 明確な外来フォロー，入退院基準がない。
- 爆傷に暴露された患者は繰り返しの評価が必要。
- 爆傷肺罹患者は ICU 管理が望ましい。
- いかなる患者の主訴も爆傷肺との関連を考慮して管理する。
- 退院の是非は爆傷肺よりも合併した他の臓器損傷に依存することが多い。
- 胸部 X 線撮影，動脈血液ガス分析結果が正常で主訴が何もない症例は 4-6 時間の経過観察の後，外来フォローも考慮する。
- 生存者の 1 年後は主訴もなく，胸部 X 線撮影所見，呼吸機能も正常であったとの報告がある。



2. 爆傷による消化器障害

【背景】

- 爆傷から当初生存した症例の死亡原因となる。
- 消化器障害の発生頻度は患者の背景，暴露した爆発の程度によってまったく異なる。
- 閉鎖空間，水中爆発での暴露では消化器合併の頻度が上昇する。
- 小児では消化器合併の頻度が上昇する。

【臨床症候】

- ガスを含む消化管（特に大腸）が障害されやすい。
- 消化管穿孔，粘膜障害，腸間膜損傷，実質臓器損傷，精巣破裂が生じ得る。
- 腹痛，悪心，吐血，下血，陰嚢痛，裏急後重（しぶり腹），原因不明なショックでは爆傷に伴う消化器障害を考慮する。
- 当初は無症状でも後に急性腹症や敗血症の原因となり得る。
- 腹痛，反跳痛，筋性防御，腸雑音消失，悪心，嘔吐，発熱，脱水，貧血，ショック症状を呈し得る。
- 腹部症状を呈する受傷機転では，2次，3次受傷機転による穿通性もしくは鈍的外傷が多いが，1次損傷による障害や空気塞栓による症状も発生し得る。
- 水中爆発は空間よりも3倍程度，消化器が障害されやすい。
- 小児は消化器障害が生じやすい（腹壁が薄い，肝臓，脾臓比率が高い）。
- 消化管のなかで大腸障害が多い（穿孔，出血）。

【診断】

穿通性や鈍的腹部外傷に準ずる。繰り返しの評価が必要。

放射線学的検索の要点：free air，イレウス，腹腔内出血，実質臓器損傷，膿瘍形成の有無

【治療】

- ▶ ABC management
- ▶ 絶飲食にて管理する。
- ▶ 救急外来では異物除去を行わない。
- ▶ 抗菌薬と破傷風トキソイド投与する。
- ▶ 評価の繰り返し（診察と検査）：X線撮影，CT，超音波

【継続対応】

腹部傷害が疑わしい症例では繰り返しの評価が必要である。

3. 爆傷による四肢損傷

【背景】

爆傷で当初生存した症例のなかで筋骨格系の損傷の頻度は最も高い合併損傷である。

このうち，四肢轢断は爆傷被害者の1-3%の比率である。

【臨床症候】

- 四肢轢断は死亡を示唆する臨床マーカーである。
- 轢断は関節部分より骨の骨幹部で生じやすい。
- 轢断は1次の衝撃波と3次の爆風による混成の外力によって生じる。
- また，2次損傷による穿通性外傷（爆発物の破片，爆発物のなかに意図的に混入された釘，ネジ，爆発された構造物に含まれたガラス片）も生じる。
- また創部は人骨などの生物片が迷入していることもある。
- 突起物の存在が四肢損傷の原因となり得る。
- 小さな創でもなんらかの穿通異物，感染源となり得るため，しっかりとしたデブリードマンが必要である。

- 3次, 4次損傷の四肢損傷は通常の外傷に似る.
- 建物崩壊はクラッシュやコンパートメント症候群を合併し得る.

【診断】

- 各四肢に関して筋肉, 骨, 神経, 血管の評価が必要である.
- 身体診察による血管損傷の評価は一般的な外傷に比較し不十分なことが多い.
- どのようなプロトコールによる四肢の血管損傷の評価がよいかはこれからの課題である.
- すべての創部はサイズ, 骨との関係, 汚染の程度を評価し, 写真による記録が望ましい.
- 四肢の創に対して異物の存在と骨折の評価のための放射線学的評価が行われるべきである.
- 下肢損傷における足底部の感覚消失は切断の指標にはならない. 足底部感覚消失の50%は後に感覚が回復している.
- 切断四肢重症度スコアリングのシステム¹⁾は切断の正確な判断には適さない²⁾.

参考表 Mangled extremity severity score¹⁾

	点数
A. 骨・軟部組織損傷	
低エネルギー (刺傷, 単純骨折, 銃創)	1
中等度エネルギー (開放骨折または多発骨折, 脱臼)	2
高エネルギー (近距離からのショットガンまたは軍用銃による銃創, 挫滅創)	3
超高エネルギー (加えて汚染が強く軟部組織の引き抜きを伴う)	4
B. 四肢の虚血	
動脈拍動が減弱または消失しているが還流は正常	1
動脈拍動消失; 知覚異常, capillary refill の減弱	2
冷感, 麻痺, 知覚脱失, しびれ (虚血時間が6時間を超える場合には2を乗じた点数)	3
C. ショック	
収縮期血圧が常時>90mmHg	0
一過性の血圧低下	1
持続性の血圧低下	2
D. 年齢	
<30歳	0
30~50歳	1
>50歳	2

- 1) Johansen K, et al : Objective criteria accurately predict amputation following lower extremity trauma. J Trauma 1990 ; 30 : 568-573.
- 2) Johansen K, et al : MESS (Mangled Extremity Severity Score) 25 years on : Time for a reboot? J Trauma Acute Care Surg 2015 ; 79 : 495-496.

【初期対応】

- ▶ 小さな創もしっかりとしたデブリードマンする.
- ▶ すべての開放骨折は汚染されていると考え, 抗菌薬を投与する.
- ▶ 汚染されている創部は, 大量の生理食塩水などを用いて洗浄する.
- ▶ 破傷風トキソイドを投与する.
- ▶ 骨折はなんらかの方法で固定をして, 除痛を図る.

【外科的治療】

- ▶ 初期のデブリードマンや骨折部の固定は手術室で行われるべきである.

- ▶創部は状況において創部を拡大して壊死組織の除去などの十分なデブリードマンを行う。
- ▶デブリードマンの後、水による還流を用いてもよい。
- ▶骨折部の治療はまずは創外固定で対応し、ついで内固定を考慮する。
- ▶血管損傷の治療には人工血管を用いず、静脈の移植で対応する。
- ▶軟部組織の管理は抗菌薬含有ポーチ（セメントビーズ）や持続吸引療法を考慮する。
- ▶急性期の創部の培養は治療指針に役立たないことが多い。
- ▶創部のデブリードマン、洗浄は完全に壊死組織除去の判断ができるまで24-72時間ごとに複数回行う。
- ▶小さい異物に関するマネージメントに関する報告はわずかであり、汚染がはっきりしない場合、そのまま経過をみることもある。
- ▶手術前や術中に四肢の viability や feasibility を考慮して、四肢温存を図るか切断するかを判断する。

4. 爆傷による視覚器損傷

【背景】

- 視覚器損傷は爆傷の最大28%まで合併し得る。
- 眼窩、瞼板、強膜は衝撃波から眼球破裂をきたすことを予防する。
- 一例報告で衝撃波からの眼球破裂をきたした報告がある。
- 眼球破裂にいたらなくても、眼球の構造物の一部破綻が生じることもある。
- 飛来物質による2次損傷が特に保護されていない頭部や眼球にとっての脅威となる。
- この飛来物質により、角膜、強膜の損傷や眼球破裂、眼球異物の原因となる。
- 飛来物質の代表的なものはガラス片、その他、コンクリート、金属、木片など建築物の崩壊が生じると構成成分が飛来物質となり、眼球損傷を生じる。
- 開放空間での爆破では、爆弾の破片や、土壌、植物などの有機物質が飛来物質となり得る。
- 特に殺傷目的で意図的に作られた爆弾の爆発だと眼球損傷が生じやすくなる。
- 角膜びらん、眼球異物、眼球損傷、眼窩骨折などが両側眼球障害として生じ得る。

【臨床症候】

- 目の違和感、異物感、眼球からの出血、腫脹、強い疼痛、失明まで多彩な目の症状が生じ得る。
- 視力障害がなくても重篤な眼球損傷が生じ得るので注意が必要である。
- 軽症だと角膜びらん、結膜炎、眼球表面の異物
- 重症だと角膜、強膜、眼球の穿通や異物、眼球破裂（視覚器損傷の20%-50%を占める）
- 眼瞼損傷は視覚器損傷の20%-60%を占める。
- 重篤な損傷形態としては、前房出血、白内障、硝子体出血、網膜剥離、脈絡膜損傷、視神経損傷が生じ得る。

【診断】

- すべての目の損傷は眼球破裂の可能性を考えて対応する。
- 眼球破裂や異物は症状が当初軽いこともある。
- 眼球破裂の所見として結膜下出血、虹彩変形、眼球表面の色素沈着、ゼリー状物質の漏出、浅前房や深前房がある。
- 眼球異物は小さくて検出するのが困難な場合がある。
- 視力の評価を可能な限り行う。光覚、手動弁、指数弁など。
- CTは眼球異物の評価に有用なことがある。
- 一方、MRIは金属片の可能性がある場合は、禁忌である。
- 木製、プラスチック、有機物であればMRIも有用なことはある。

【初期対応】

- ▶眼球評価のために眼球腫脹がある場合、無理に眼瞼を開けることは決して行ってはならない。無理に行うと眼球破裂がある場合、悪化するからである。

- ▶眼球損傷が疑われる場合、眼球に直接包帯を巻いてはいけない。
- ▶プラスチック、金属や清潔な発砲スチロールコップなどを用いて眼球を保護する。
- ▶穿通異物がみえても簡単に抜いてはならない。かえって眼球損傷を悪化させる可能性があるからである。
- ▶破傷風トキソイドは必要な場合投与する。眼球破裂が疑われたら、抗菌薬の点眼薬を投与する。
- ▶制吐剤を必要な場合投与する。

【継続対応】

- 爆傷損傷の被害者には眼球損傷がないか強く疑って診察すること。
- なるべく眼科医の診察を早期に受けさせること。
- 患者の初期評価と眼球保護が終わればすみやかに眼科医の診察を受けさせるのが最終目的となる。

外傷による出血や外的圧迫から眼窩内圧が急激に上昇し、眼窩内の灌流障害や血行障害をきたし、その結果、急性の球結膜浮腫や結膜充血、疼痛や外眼筋麻痺、網膜中心動脈閉塞、高眼圧などをきたす。この病態を虚血性眼窩コンパートメント症候群 (ischemic orbital compartment syndrome:以下, IOCS) という。眼圧下降治療、ステロイド治療に加えて、緊急に眼窩内圧を下げる外眼角切開や骨切減圧術が推奨されている (エキスパートオピニオン)。

- 1) 神田愛子, ほか: 腹臥位での全身麻酔下脊椎手術後の虚血性眼窩コンパートメント症候群の1例. 臨床眼科 2011; 65: 557-562.
- 2) Cho RI, et al: Concomitant cranial and ocular combat injuries during Operation Iraqi Freedom. J Trauma 2009; 67: 516-520.

5. 爆傷による聴覚器損傷

【背景】

爆発の衝撃波による損傷では鼓膜損傷が典型的である。しかし、以前の報告と異なり、鼓膜損傷の存在は、衝撃波による他の損傷の存在の指標とはなりえないとされている。衝撃波により鼓膜のほか、内耳も障害を受けやすい。症状としては、耳鳴り、耳痛、聴覚障害、眩暈である。まずは生命にかかわる障害の評価が優先されるため、聴覚器損傷は見逃されがちであるが、簡単なスクリーニングにより、後遺症としての聴覚器の問題を減少させることが可能である。

【臨床症候】

- 外耳: 飛来物質による損傷 (2次)、耳軟骨損傷も生じ得る。
- 鼓膜: 衝撃波による損傷を受けやすい。衝撃波により鼓膜は緊張して内側に圧出される。
- 鼓膜出血から破裂までさまざまな形態をていする。一側性、両側性とさまざまである。
- 鼓膜破裂も線状、小孔、複雑型とさまざまである。
- 中耳: 耳小骨骨折や脱臼が生じる。特に衝撃波が強い場合である。
- 真珠腫の発生により中耳や側頭骨の重要構造物が破壊されることもある。
- 聴覚障害としては、鼓膜、耳小骨障害、前庭障害、聴覚神経障害、髄膜炎や脳膿瘍による中枢神経障害により、伝音、感音障害ともに生じ得る。髄膜炎や脳膿瘍は致命的なこともある。
- 内耳: 衝撃波により内耳障害も生じ得る。数日から数週間に及ぶ一過性聴覚障害の症状をていすることもある。

【初期対応】

生命にかかわる損傷の評価と治療を優先する。その後必ず、聴覚と鼓膜の評価を、耳鏡を用いて行う。鼓膜損傷の存在は他の爆傷の衝撃波による臓器障害の存在を示唆する指標にはならない。

【治療】

- ▶外耳道の異物は除去し、清潔に保つ。軟骨が露出している場合は、洗浄後閉鎖する。もし耳介が消失

していたら、耳軟骨は周辺組織に埋め込むこと。鼓膜破裂の治療：保存的に行う。まずは清潔を保ち、凝血塊があれば、丁寧に取り除くことである。また、専門家に紹介する。鼓膜や中耳に損傷があれば、清潔にした後、抗菌薬を点耳する。

- ▶中耳と内耳の治療については、専門家へのコンサルトは、緊急性はないが必須である。
- ▶爆傷被害者は必ず聴覚の評価を行うこと。患者が気づいていないときもあるからである。

【継続対応】

- 単純な鼓膜損傷のたいていは3ヵ月以内に自然治癒するが、複雑な鼓膜破裂は、外科的な治療が必要なことがある。鼓膜形成術は自然治癒しなかった場合に行う。
- 鼓膜破裂は特に損傷が大きく、自然治癒しない場合に、真珠腫の発生率を高める。その場合、最低2年間のフォローが必要である。

6. 爆傷に伴うクラッシュ症候群

【背景】

- 爆発に伴う建築物崩壊により下敷きになることでクラッシュ症候群が発生し得る。
- 原因の箇所の頻度は下肢（74%）、上肢（10%）、体幹（9%）の順となる。クラッシュ症候群は局所症状とともに全身状態の合併症を伴ったものである。横紋筋障害とこれに伴う炎症反応の続発、Kを中心とした電解質異常である。
- クラッシュ症候群は局所の悪化、臓器不全、代謝異常（アシドーシス、高K血症、低Ca血症）を引き起こす。
- 地震被害では2-15%の発生頻度で、そのうちの約50%が急性腎不全を合併し、半数以上が筋膜切開を要する。さらに急性腎不全患者の50%が透析を要する。

【臨床症候】

- 下敷き状態からの解放により、虚血再灌流障害が生じて、循環不全、急性腎不全、代謝障害が生じる。これにより急死することがある。
- 循環不全：大量輸液が必要となる。
- 症例によっては最初の48時間で総輸液量は12Lを超えることがある。
- 3rd spaceに体液がシフトすることにより、組織内圧が上昇して、コンパートメント症候群が発生し得る。
- また、ショック状態が急性腎不全の一因となる。
- 急性腎不全：横紋筋融解により、ミオグロビン、K、リン、クレアチニンが血中に放出される。これらにより腎不全や電解質異常が惹起される。
- 代謝異常：カルシウムは細胞内に取り込まれ、低Ca血症の原因となる。そのほか、高K血症、乳酸上昇による代謝性アシドーシスが生じる。
- 高K血症と低カルシウム血症の併存が致死的な不整脈の誘発にかかわる。さらに代謝性アシドーシスがそれを悪化させる。
- コンパートメント症候群が合併すると、さらに組織の虚血が進行し、病態悪化に関与する。

【治療】

- ▶病院前：4時間以上の下敷きから解放される前に輸液を行う。しかし、1時間の下敷きでもクラッシュ症候群は発生し得る。もし輸液ができない場合、罹患肢のターニケットの着用を考慮する。
- ▶病院内：ショックに対して1.5L/時までの輸液を行う。
- ▶腎不全：輸液を行う。マンニトール投与を考慮する。尿量は300ml/時間を確保するように努める。
- ▶血液浄化法の早期の導入を検討する。
- ▶代謝性アシドーシス：重炭酸を用いて尿のpHが6.5以上になるようにコントロールする。これはミオグロビンと尿酸の腎への沈着を防ぐためでもある。
- ▶高K血症、低Ca血症は、10%グルコン酸Caを10ml ivもしくは10%CaCl₂ 10ml iv、重炭酸 1

meq/kg ゆっくり投与; regular インスリン 5-10 U + 50%ブドウ糖 1-2 アンプル iv, ソルビトールを添加したケイキサレート 25-50g 経口もしくは経腸投与を考慮する. 心室性不整脈は心電図のモニターが必要で, 心停止に適切に対応する.

- ▶コンパートメント症候群: 区画圧の測定を可能であれば行う.
- ▶必要に応じて筋膜切開による減張を考慮. その際は, 創部は解放として, 抗菌薬, 破傷風トキソイドを投与する.
- ▶患肢は冷却し 5 P's: pain, pallor, paresthesia, pain with passive movement, pulselessness を評価する.
- ▶下敷き患者は健康そうにみえてもフォローする.
- ▶初期輸液の開始が 12 時間以上遅れると, 急性腎不全の発生率が増加する.

【継続対応】

- 急性腎不全の腎代替療法は 60 日に及ぶことがある.
- 敗血症を合併しなければ, 腎機能は正常化することが多い.

7. 爆傷に伴う熱傷

【背景】

- 熱傷は 4 次損傷に分類される.
- 爆発に伴う火球が体の露出部分 (顔, 首, 手など) に火炎熱傷を生じ得る.
- 閉鎖空間での爆傷の場合, 気道熱傷の危険性が高まる.
- 爆傷肺と熱傷の合併症例では輸液療法が対立するため, 治療指針がむずかしくなる.

【臨床症候】

- 多くの爆傷患者の熱傷面積は 20% 未満であるが, ほかの爆傷合併症が発生しやすい.
- 気道熱傷の発生率は, 閉鎖空間で発生した爆傷で初期に生存した症例の 18% 程度に生じる.

【病院前救護】

- ▶煙の立ち込める場所から避難させ, 燃えている衣服は除去する.
- ▶熱傷部位はすみやかに洗浄もしくは冷却する.
- ▶しかし, 低体温や凍ったものを当てるのは避ける.
- ▶二次汚染を防ぐために簡単に被覆する.

【初期治療】

- ▶酸素投与, 熱傷部の洗浄
- ▶閉鎖空間での受傷は気道熱傷を疑う. 鼻腔, 口腔内のすす, 痰にすすが混在の場合も気道熱傷を疑う.
- ▶一酸化炭素中毒, シアンレベルに注意する.
- ▶気道の問題がある場合, すみやかに挿管する. 喉頭浮腫に伴う窒息症状は致死的である.
- ▶気道系に関して, 洗浄などの介入が必要な場合は入院させる.
- ▶爆傷肺に罹患している患者への人工呼吸器管理は, 緊張性気胸や空気塞栓の危険性を増加させる.
- ▶気道熱傷の患者は上記の危険性をさらに高める.
- ▶輸液療法は 15% 以上の II 度以上の熱傷に必要となる.
- ▶尿量が確保できるように輸液を行う.
- ▶不十分な輸液量は死亡率を高める.
- ▶重症熱傷に対して受傷後 4 時間以降での輸液療法の開始は, 100% 近い死亡率となる.
- ▶乳酸加リンゲル輸液 $4\text{cc} \times \text{体重}(\text{kg}) \times \% \text{TBSA} / 24 \text{ 時間}$
- ▶8 時間に上記の半分量を輸液する.
- ▶熱傷治療を行っている患者では爆傷肺の合併に留意する.
- ▶疼痛コントロール: 麻薬の投与

- ▶多数傷病者の場合、医療資源を鑑みて治療を行う。
- ▶破傷風トキソイドの投与
- ▶III度熱傷には減張切開や escharotomy が必要となる。

【継続対応】

- 気道熱傷はICU滞在期間と死亡率に関与する。
- 30% < TBSA は死亡率と関連する。
- TBSA 面積、気道熱傷、年齢は死亡率に関係する。
- 熱傷面積にかかわらず、爆傷肺は全例入院加療が必要である。

8. 放射線被害

【背景】

- 放射線拡散装置 (Radiological Dispersal Devices (RDDs)) や dirty bombs は通常の爆弾に放射線物質が混在したものである。
- それらの威力は強力で複数の市をこえた範囲で拡散可能である。
- 爆心地近辺に位置する人々は放射線被害より衝撃波で死亡し得る。
- RDDs は放射線で人を殺傷しようとするよりパニックや脅威などの心理的な影響を与えることに主眼が置かれている。
- RDDs の爆弾は通常の爆弾と特に変わりがないので、まずは爆傷の治療に追われ、放射線被爆に後に気づくことが多い。
- 放射線検知器によるチェックが唯一の RDDs の判断となる。
- もし放射線物質が使用されていた場合、被害は放射線への暴露と汚染状態をチェックする必要がある。
- 放射線量が高い場合、被爆した症例は放射線障害症状をていすることがあるが、被爆者自身が放射線を発するようになることは通常ない。
- 放射線物質による外部汚染は、衣服、皮膚、髪などに付着する。内部汚染は放射線物質の吸入、嚥下、創部への迷入により生じ得る。
- 汚染された患者は可能な限り放射線障害が生じる前に、早く除染を行う。汚染された患者により医療従事者に健康被害が生じないように注意しなければならない。

【トリアージと医療従事者保護】

- 放射線汚染者専用のトリアージエリアを病院の災害プランに盛り込まないといけない。
- 医療従事者用のガウンと汚染された衣服の着替えの用意をしておく必要がある。
- 汚染エリアと非汚染区域の間に緩衝地帯も必要となる。
- 衣服などは全部脱いで汚染エリアに留めておく。
- 脱衣後、被害者をもう一度、汚染エリア出口近辺で放射線量をチェックする。
- 医療従事者は生物汚染と同様なプロテクションを行い、マスクは正確に装着されているか、できれば N95 マスクの装着が望ましい。
- 頻繁に手指や衣類の放射線量を調べる。

【負傷者の汚染除去】

- 患者の放射線チェックは一定の方法で熟練者が行うことが望ましい。
- 大量の放射線物質付着の場合や、体に放射線物質が埋没している場合があり、注意する必要がある。
- 埋没している場合、撮子で除去可能なら除去して、鉛保管箱内で管理する。
- 放射線量の値と場所は記録にとどめる。
- 衣服は必要に応じて切除し、顔から足側に向けて放射線物質を丸め込む。
- 放射線に汚染された衣服などは2重の袋で包み、ラベルでその旨を表示する。
- 患者の放射線量を定期的に測定し、記録する。

- 体表面は水で優しく洗い流す。まずは非汚染場所からついで汚染場所へ。
- 顔が汚染されている場合、眼球、鼻、耳、口腔内も洗浄する。
- 洗浄後再度放射線量を測定する。外界の2倍の程度まで低下するか、洗浄後も変わらなくなるまで洗浄を繰り返す。
- 創部は防水仕立てで被覆する。
- 多数傷病者が汚染されている場合、立位除染と臥位除染の複数を準備する。

【診断と治療】

- ▶ 血算を測定し、リンパ球数をチェックする。
- ▶ 脱水や電解質異常が生じないかチェックする。
- ▶ 感染源対策には必要に応じて抗菌薬を投与する。
- ▶ 白血球減少症の場合、granulocyte colony stimulating factorの使用を考慮する。
- ▶ 早期（48時間以内）に必要な外科的対応ができない場合、骨髄抑制が改善したのち、必要な手術を行う。

【放射線障害】

- 急性放射線症候群（acute radiation syndrome：ARS）は高線量の放射線に暴露した場合に生じる。dirty bomb は一般的には低線量である。急性放射線症候群は放射線量によりすみやかに症状が出現することもあれば、遅発性の場合もある。
- 悪心、嘔吐は典型例であるが、暴露から症状出現までが線量の推測に役立つ。
- 悪心、嘔吐は暴露後数分から数日の経過で起きることがある。早期の症状出現は診断と線量の推測に役立つ。
- 早期の嘔吐はその後、骨髄抑制、消化管粘膜障害、循環不全、意識障害が続発する可能性がある。
- 症例によっては無症状の場合もある。
- 皮膚の放射線障害は、痒み、チクチク感、紅斑、浮腫が数時間、数日、さらに遅れて（数ヵ月後）出現することも多い。
- 遅発性の出現は熱傷と異なる鑑別点である。
- 局所症状に合わせて診療し、感染をコントロールする。
- 除染処置を行っても、高線量が検知される場合、内部汚染を考えないといけない。
- 通常は内部汚染だけで早期に症状は出現しない。顔や口の汚染があった場合、内部汚染の可能性を考慮する。
- 線量評価は尿、血液、便も対象になることがある。
- 内部汚染の場合、体外除去剤としてのPrussian Blue、Diethylenetriaminepentaacetic acid（DTPA）、Bicarbonateの投与が推奨されている。
- 嚥下による汚染は胃洗浄、下剤、制酸剤が消化管除染に役立つ。

【精神的な問題】

- 都市部では多くの方が精神的サポートを求めて医療機関を訪れる。その目的はスクリーニング、除染、単に安心したいためである。
- 精神的な問題だけで悪心、嘔吐が生じ得る。
- 放射線による嘔吐、嘔気は頻繁で繰り返し生じるが、精神的な問題で生じる場合は、心理的要因がきっかけとなる。
- 現場に赴く医療機関にはメンタル対応のチームも必要である。

9. 爆傷と小児

【背景】

- 多くの医療従事者は爆傷に罹患した小児の治療経験がない。
- 成人と小児の爆傷形態の違いがある。

【臨床症候】

①中枢神経損傷

- ・意識消失がなくても中枢神経障害が生じ得る。
- ・爆傷に曝され、意識障害がなくても、行動異常（嗜眠傾向、イライラしているなど）、繰り返す嘔吐、痙攣、一過性の意識消失、髄液漏を示す小児は病院での診療を受けさせる必要がある。
- ・頭部は身体に比し大きく、頸椎は未熟のため、高位頸髄損傷をきたしやすい。SCIWORA が生じやすい。

②胸部損傷

- ・爆傷肺は死亡原因になり得る。気管の長さが短く、径が小さいため、容易に衝撃波による影響を受け、気管攣縮や窒息を生じやすい。挿管が困難であり、容易に自己抜管されてしまう。胸壁は柔軟性があり、胸壁損傷が生じなくても肺損傷は生じ得る。
- ・縦隔は偏移が容易で、呼吸や循環への影響が出づらく、循環不全や低酸素血症があれば、必ず緊張性気胸を疑う必要がある。
- ・外傷性窒息が生じやすい。喉頭が閉鎖された状態で胸部や腹部圧迫が起こった際に生じる。眼瞼結膜の充血、痙攣、見当識障害、上半身を中心とした点状皮下出血、呼吸不全である。

③腹部損傷

- ・腹部損傷が生じやすい。腹壁が薄く、胸郭に守られている臓器部分が少なく、肝臓や脾臓は相対的に成人よりも大きいからである。

④四肢損傷

- ・骨皮質の損傷なく、骨が曲がる塑性変形（plastic deformity）
- ・骨皮質の骨折のみ（膨隆（torus）骨折や若木（greenstick）骨折）
- ・骨端線損傷（小児骨折の18%程度）
- ・前腕骨折は通常落下の際に生じる。

【初期治療】

- ▶頭部外傷では頸髄損傷の合併を疑う。
- ▶繰り返しの身体評価が必要である。小児は最初は協力的でないからである。
- ▶小児は循環系の許容量が大きく、循環血液量の25%が生じないと血圧低下がみられない。
- ▶輸液が必要な場合、生理食塩水や乳酸加リンゲルで20-30 ml/kg 投与を最初に行う。
- ▶温度管理は成人以上に気を使う必要がある。放射熱、対流熱、蒸発熱を奪われ、体温が低下しやすいからである。
- ▶小児を除染する場合は、不安を与えないように両親の前でできるだけ行う。
- ▶重症外傷のイベントでは小児のメンタルケアを考慮する。

10. メンタルヘルス

【背景】

- テロの爆傷は国際的にあえて殺傷能力、恐怖、苦悩、混乱を起こそうと意図されている。自然災害と比較し、テロの爆傷は長期間の精神的な異常をきたしやすい事案となる。脅威や精神的異常は、自身が損傷したか、家族や友人が損傷したか死亡したか、愛する人の情報欠如、脅威な現場を目撃したかなどの因子により発生率が異なってくる。
- 救援者も多数の死亡者や惨状の目撃により精神面が障害されることがある。
- たいていの脅威、苦悩反応は正常な反応であり、基本的なメンタルアプローチで対応可能である。臨床医は、生理的、心理的、認知的、行動異常の報告を真摯に受け止める必要がある。

【臨床症候】

- ・身体：疲労、消化器症状、心窩部や喉の違和感、頭痛、慢性疾患悪化、身体的不調の訴え、動悸
- ・精神：抑うつ、悲嘆、イライラ感、怒り、憤り、不安、恐怖、絶望感、疑心感、罪悪感、突発的な気分変動、

感情的麻痺, 不平等感

- 認識：混乱, 見当識障害, 悪夢の繰り返し, 災害への没頭, 集中力欠如, 短期記憶力障害, 判断力低下, 信頼していたものへの懐疑, 優柔不断, 悩み, 集中できる時間の短縮, 記憶喪失, 不要な記憶, 自己非難
- 行動異常：不眠, 簡単に泣く, 日常行動が異常な活発化, 他人との衝突, 異常な警戒感, 驚愕反応, 孤立感, 不信感, イライラ感, 拒絶感, 遠距離感, 断定的, 異様なリーダーシップ. 飲酒量や喫煙などの増加.

【初期対応】

- ▶ 精神的応急対応を患者, 家族, 救援者に必要に応じて提供する.
- ▶ 連絡, 手段や語らいの場の確立, 安全な場所を確保, 必要に応じて身体的に安定化を図る.
- ▶ 最新の必要とする情報を集約して提供する.
- ▶ 患者に不要に災害状況を語らせない.
- ▶ 日常生活の補助
- ▶ 苦悩反応へどのように対応するかの情報や教育を提供する.
- ▶ 必要に応じて精神的な加療ができるような体制づくり
- ▶ 患者の置かれている状況は今後のことに関して, 正確で, タイミングよく, 信頼できる情報を提供する.
- ▶ 患者, 家族には苦悩を生じる現場や騒音環境から静かな場所へ隔離する. 子供と患者の隔離は最小限度に留める.
- ▶ 病院, 社会のサービス, 宗教の提供などは適切化する.
- ▶ 下記の症状出現時は精神科へ紹介する.
 - ・ 見当識障害：日付, 場所, 最近の出来事がわからない.
 - ・ 高度な不安感や興奮：異常な動揺, 不眠継続, 悪夢の連続, フラッシュバック, 妨害的な思考
 - ・ 解離感覚：感情解離, 思考流出, 現実感の欠如, 時間歪曲
 - ・ 過度なうつ反応：絶望感, 役立たずの感覚, 容赦ない罪悪感, 原因なく泣く.
 - ・ 精神：幻聴, 幻覚, 感覚麻痺, 一つの思考に取りつかれる.
 - ・ 自立性の欠如：食事, 入浴できない, 他人に依存, 通常のことができない.
 - ・ 自殺や他害の考えや計画
 - ・ 酒やドラッグへの過度な依存
 - ・ 家庭内暴力
- ▶ 救援者への配慮が必要. 救援者も精神的障害を受ける可能性に留意する.
- ▶ 自身や協働, 管理側に, 身体, 感情, 認識, 行動の問題が生じているか評価する.
- ▶ 休憩を強制的にとらせる.
- ▶ バディーを組ませて判断させる.
- ▶ 必要に応じて, 精神的応急対応を提供する.
- ▶ 必要に応じて, 精神科へ紹介する.
- ▶ 救援者の仕事ぶりが家族への精神的なストレスがかかっている可能性を考慮する.
- ▶ 多くの心理的反応は正常で, 特に治療介入なく自然緩解する. しかし, すべての患者, 家族, 救援者に精神的応急対応がとれる体制づくりは必要である.
- ▶ 社会的ネットワーク内で生活している人, 例えば家族, 宗教団体はそうでない人と比較して精神的な問題は生じにくい.
- ▶ 苦悩やメンタル異常が持続する場合は専門家へ紹介する.

11. 高齢者

【背景】

- 高齢者に関する爆傷のデータはわずかである. しかし, 一般外傷や高齢者への管理で判明している事

柄は、高齢者で罹患した爆傷症例に応用が可能と思われる。

- 骨折部位の増加，慢性疾患の増悪
- 外傷性脳損傷の悪化
- 爆傷後の合併症増加

本来あった身体的問題，精神的問題のうえに，多発外傷が加わると，病院前救護，院内診療，リハビリの内容に大きく影響する。また，陳旧性虚血性疾患，高血圧，慢性呼吸不全，糖尿病，認知症，脳血管障害，慢性腎不全，関節炎，逆流性食道炎，慢性疾患に伴う貧血は潜在的な問題となる。これらのもともとあった治療を爆傷の治療に追加する必要がある。

【臨床症候】

- ・身体的症状の出現はわずかであっても積極的な対応が必要となることがある。
- ・出血性ショックにみられる頻脈，低血圧は高齢者には薬剤や基礎疾患の問題で出現しづらい。早期の侵襲的モニタリングが必要な場合がある。

【診断】

- ・処方内容は把握し，薬の相互作用に留意する。 β 遮断薬やCa拮抗薬は生理的な反応を低下させることがある。
- ・加齢とともに脳萎縮が生じ，閉鎖性頭部外傷に罹患した高齢者は若年者と比較して血腫量が増加しないと意識障害が出現しづらいため，早期の頭部CTが必要である。
- ・フレイルチェストは高齢者では目立たないことがあるが，これらの損傷に伴った胸部損傷の評価が必要になる。積極的な対応を行わないと疼痛のために致死的な合併症を生じることがある。
- ・せん妄はまれではなく，薬剤，感染症，その他の急性失血，電解質異常，臓器障害，血糖異常，低酸素血症，不整脈，頭蓋内器質疾患，脱水，痛み，体動困難，断眠，便秘，尿閉などが原因で生じる。これらの評価では原因が定かでない限り，可逆的な問題である。
- ・聴覚や視力の障害は高齢者では一般的である。これらの存在が意識や認識の評価の妨げになることがある。

【初期治療】

- ▶一般的な外傷蘇生術は高齢者にも有用ではある。
- ▶疼痛はせん妄として現れることがあり，これらに適切な対応が必要である。
- ▶生理学的な反応を最大限利用するために，非緊急，非致死的な侵襲的処置は短期間は保留する。
- ▶血管，頭部，頸部，胸部，腹部，整形外科的疾患に対する外科的な対応時に周術期に β 遮断薬の使用は禁忌でない限りにおいて，有用である。
- ▶60歳以上の高齢者では術後，深部静脈血栓症に対する管理が必要である。
- ▶術後，社会サービス，リハビリ（PT，OT（occupational therapy））や栄養，薬剤管理を早期に専門家と相談する。家族に事前指示に関する情報を聴取し，これらを管理に組み込む。腎不全レベルをクレアチニンで把握する。薬剤管理に役立つ。
- ▶認識されていない認知症はせん妄発現の要因となる。皮膚バリアの破綻を防ぐ算段を講じる。

12. 放射線診断

【背景】

爆傷は多数傷病者に多発性外傷を生じる可能性のある事案である。医療機関で爆傷になれた医療従事者はほとんど存在せず，医療資源はすぐに枯渇する。他の外傷と異なり，患者数の数ならびに，複数の受傷機転による多発性外傷で，資源の再分配が必要となる。この観点から，放射線診断も院内の患者の評価ならびにトリアージの際の重要な鍵となっている。

【初期評価】

- ① 1次爆傷

この評価は肺ならびに消化管損傷に焦点が絞られる。一次肺損傷は肺胞出血と気胸による肺の透過性の変化で象徴される。そのため、呼吸器症状を呈している爆傷肺が疑われる症例ではまずは胸部 X 線撮影が施行されるべきである。腹膜炎の症状がなくても、消化管損傷に伴う free air の検出は重要で、通常の放射線診断より、CT 画像が検出に優れている。

② 2 次爆傷

爆弾破片、爆弾に入れられた殺傷能力を高めた物質（螺子、釘、ナット、ボルト）により、穿通性外傷や鈍的外傷が生じ得る。X 線撮影は、基本的に異物通過路の診断に役立てることがあり、さらに別の診断方法を必要とする症例の選別に用いられる。体幹部 CT は循環動態が安定した症例での評価に有用である。緊急手術が不要な患者では CT は損傷の評価に用いられる。

③ 3 次損傷

骨折の評価を主体に行われるが、胸部 X 線撮影では、気胸、血胸、肺挫傷、大動脈損傷の示唆に有用である。骨盤 X 線撮影は不安定骨折の評価に有用である。FAST も用いる。CT は外傷損傷の評価に有用である。

柳川 洋一

略語一覽

AAST	American Association of Surgery for Trauma
ACSCOT	American College of Surgeons Committee on Trauma
ATLS	Advanced Trauma life Support
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CTA	CT angiography
EAST	The Eastern Association for the Surgery of Trauma
GSW	gunshot wound
ISS	Injury Severity Score
MDCT	Multidetector computed tomography
MDCT-A	Multidetector computed tomography with angiography
NTDB	national trauma data bank
REBOA/IABO	resuscitative endovascular balloon occlusion of the Aorta/intra-aortic balloon occlusion
SCIWORA	spinal cord injury without radiographic abnormality
SSI	Surgical site infections
SW	stab wound
TBSA	Total body surface area
VATS	video-assisted thoracic surgery
WTA	Western Trauma Association

ICUにおける多数傷病者対応の現状に関する研究

研究分担者 西村 匡司 徳島大学大学院救急集中治療医学 教授
研究協力者 川前 金幸 山形大学医学部麻酔科学講座 主任教授

研究要旨：

本邦のICUにおける多数傷病者対応の現状調査を実施し、この結果から介入点を整理した。体制が整備されていない入退室基準や具体的対応についてガイドランスを作成し、ICUに周知して体制整備に用いてもらう取り組みが有効と考えられ、日本集中治療医学会危機管理委員会では、ガイドランスの作成に取り組んでいる。

A. 研究目的

阪神・淡路大震災の課題を踏まえ、災害拠点病院の整備やDMAT（災害派遣医療チーム）の養成などが行われ、外来部門における対応の備えは進みつつある一方、重症度の高い患者が集中し、高度な医療機器やケアを必要とするICUが災害対応を行うには、対応計画の策定を含めた準備が欠かせない。しかしこの整備は十分でないと考えられ、またこの現状はこれまで十分には明らかにされていないことから、この現状を明らかにすることを目的とする。

B. 研究方法

日本集中治療医学会評議員施設を対象に、ICUにおける災害対応についての現状調査を実施した。

調査時期：平成29年12月から平成30年1月

方法：webアンケートフォームへの回答

設問数：37問

調査項目：・マニュアルの有無

- ・Surgeへの対応
- ・院内での連携
- ・地域での連携、他

（倫理面への配慮）

特になし

C. 研究結果

調査対象は261、回答数は118（45.2%）であった。調査結果は別紙のとおり。

D. 考察

ICUの入退室基準、複数のICUの統合運用は準備されていなかった。Surgeの3Sについても具体的な対応がとられていなかった。地域のICU間で連携できている施設が少数あった。ICUのマニュアルは広く整備されていないものの、策定されれば見直しされる傾向

にあると考えられた。

2009年にも日本集中治療医学会危機管理委員会によって、主にハード面についてのICUの危機管理体制に関する現状調査が行われている。今回の現状調査と重複した調査項目は2つあり、マニュアルの有無、訓練の実施についてであった。ICUに部門別、具体的なマニュアルがあるのは46.2%（2009年）→43.1%（2017年）、ICUで訓練を実施している、病院の訓練にICUとして参加しているのは56.3%（2009年）→55.8%（2017年）と、体制整備がすすんでいない現状がわかった。

入退室基準や具体的対応について、望ましいあり方を提示することによってマニュアルの策定と見直しが促進できると考えられ、今後危機管理委員会では、ガイドランスを作成して、ICUへ周知していくこととしている。

E. 結論

現状調査を実施したことにより、ICUの多数傷病者対応における介入点が明らかになった。東京オリンピック開催地域におけるICUの準備体制の整備のため、望ましい体制についてのガイドランスを示していく予定としている。

F. 健康危険情報

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- ・水野浩利, 成松英智, 川前金幸：ICUにおける災害対応の現状と課題-日本集中治療医学会でのオリンピック・パラリンピックの準備に向けて-。第23回日本集団災害医学会 シンポジウム 横浜 2018. 2. 1
- ・水野浩利, 成松英智, 遠藤 裕, 大下慎一郎, 森村尚登, 櫻井 淳, 川前金幸：危機管理委員会

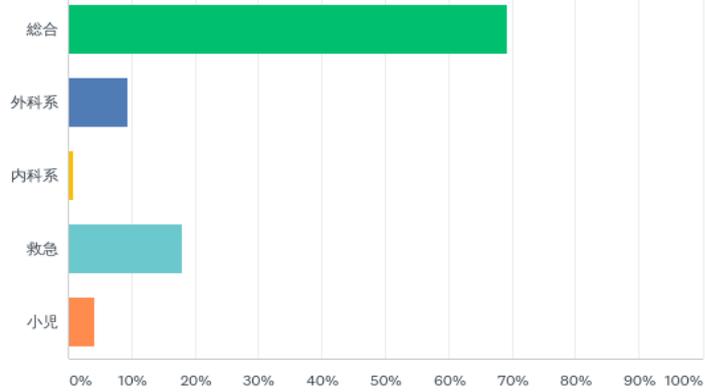
におけるICUのMCI対応についての取り組み.
第45回日本集中治療医学会 委員会企画
幕張 2018. 2. 21

H. 知的財産権の出願・登録状況
(予定を含む。)

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

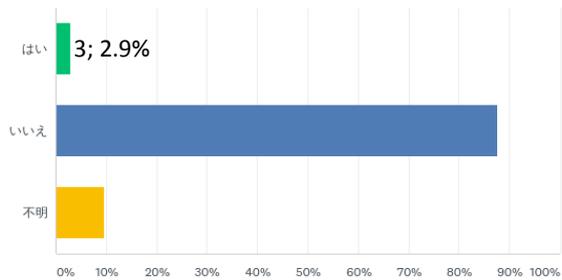
調査結果

- 調査対象： 261
- 回答数： 118 (45.2%)
- ICUの属性：



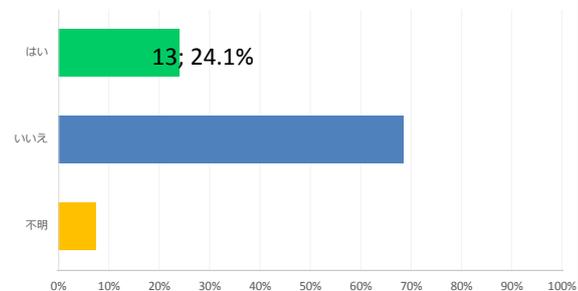
ICUへの受入れに関する整備

災害時のICU入退室基準はありますか？

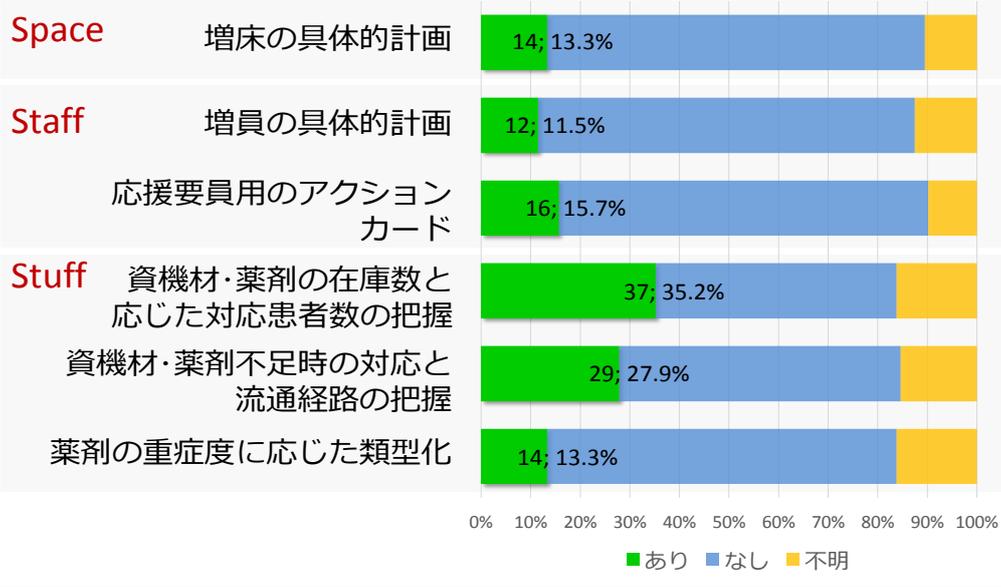


ICU間の役割分担に
取り決めはありますか？

(院内に複数のICUがある場合)

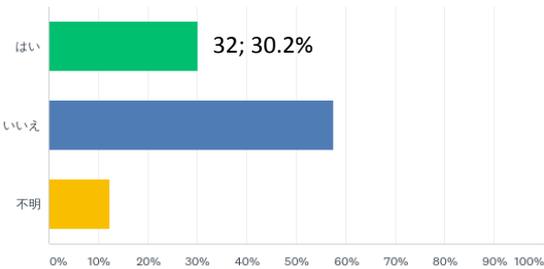


Surgeへの対応に関する整備

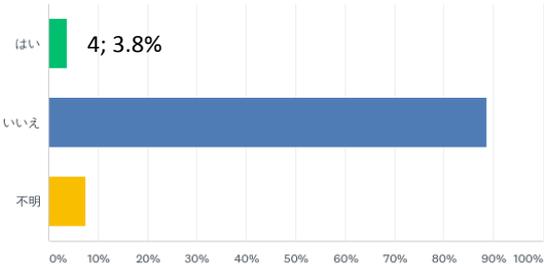


地域との連携に関する整備

災害時に、地域の他病院のICUや行政と連携できるよう、計画されていますか？

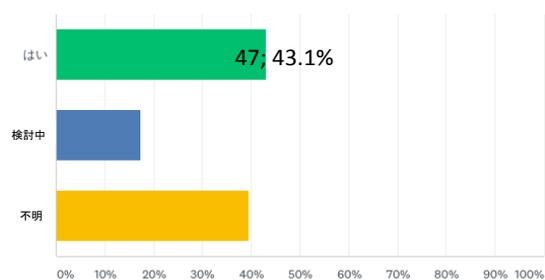


災害時に、地域の他病院のICUと十分に連携できる電子カルテシステムを持っていますか？

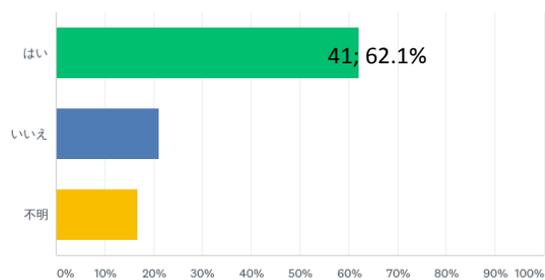


ICUのマニュアル整備

ICUに部門別のマニュアルはありますか？



ICUのマニュアルの改訂は行っていますか？



テロ等における医療体制の構築に関する研究

研究分担者 小井土 雄一 国立病院災害医療センター 臨床研究部長

研究要旨：本年度は、以下の3点につき研究した。①テロを含む多数傷病者発生事案（MCI）に対する病院前対応 ②テロを含むMCIに対する病院対応 ③J-SPEED オリンピック・パラリンピック版。①病院前対応に関しては、既にMCLSコース及びMCLS-CBRNEコースの普及が進んでいるが、最新の海外の活動指針を参考に見直しを行った。②病院対応に関しては、災害に対応する諸組織と医療関係者による机上シミュレーションを通して、一般病院レベル、災害拠点病院レベルの対応を検討した。③J-SPEED オリンピック・パラリンピック版に関しては、伊勢志摩サミットでの経験、WHOのEMT Minimum Data Set (MDS)を参考に作成した。今後はいずれの研究も他組織との連携が鍵となる。

研究協力者

- ・日本災害医学会東京オリンピック・パラリンピック対策委員会（浅井康文、大友康裕、奥寺 敬、田邊晴山、森野一真、森村尚登、山口芳裕、和藤幸弘、近藤久禎、久保達彦）
- ・災害時の診療録のあり方に関する合同委員会
- ・本間正人 鳥取大学
- ・阿南英明 藤沢市民病院

A. 研究目的

2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会（以降 東京オリパラ）が開催される。各国から選手、関係者、観客等がたくさん集まることが予想され、競技場の周辺の救急医療体制の整備や昨今のテロに関する情勢も考慮しなくてはならない。本分担研究の目的は、救急医療体制の中でも、テロを含む多数傷病者が発生した場合：Mass Casualty Incident（以下 MCI）における病院前対応、病院対応のガイドライン作

成である。そして、もう一つは、テロ発生時にも利用できる東京オリパラ版診療記録/J-SPEEDの作成である。この3つの研究目的をこの分担研究のタスクとした。

B. 研究方法

①病院前対応に関しては、既にMCLSコース及びMCLS-CBRNEコースの普及が進んでいるが、最新の海外の活動指針を参考に改変すべき事項を検討した。

②病院対応に関しては、既に日本中毒情報センターが開催するNBC災害・テロ対策研修が存在するが、本分担研究班では、一般病院レベル、災害拠点病院レベルの対応を検討した。

③J-SPEEDオリンピック・パラリンピック版に関しては、伊勢志摩サミットでの経験、WHOのEmergency Medical Team Minimum Data Set (MDS)を参考に開発する。開発にあたっては、日本災害医学会東京オリンピック・パラリンピック対策委員会の他、特に感染症部分については国立感染症研究所感

染疫学センター及び東京都福祉保健局健康安全部感染症対策課とも協議を重ねながら開発を進めた。

(倫理面への配慮)

関連する事項はなし

C. 研究結果

①日本の化学災害に対する活動指針においては時間の概念が希薄なところが判明した。人の命を救うには1分一秒が問題となる。避難、個人防護具PPE、除染、治療に関して、時間軸を加味した活動指針が必要であることが明確となった。東京オリパラへ向けて、救命の観点から実効性のある病院前ガイドラインを作成するためには、以下の点に関して新たな提言を示す必要がある。

1. 明確なコンセプトの設定：本邦のガイドラインは東京地下鉄サリン事件の教訓により、二次被害防止に重点が置かれているが、被災者救命にコンセプトをシフトする。
2. 救命の観点から、各活動の時間概念を設ける
3. 可及的速やかに実施する行動の明記：被災者自身が行える避難、脱衣を行動指針の中で強調する。
4. 除染の階層化：資機材に依存しない実施行為の提示を行う
5. 除染の方法として、通常消防機能の活用
の検討を行う
6. 研究成果を加味した論理的ガイドライン
作成
7. 被災者へのコミュニケーションを意識した
接触・誘導の検討

②CBRNE事態は、通常災害と同じように突発的に起こり、通常局地災害や救急診療の延長としてとらえる必要がある。地下鉄サリン事件でも明らかなおり、現場で全患者を捕捉し、除染完了することは不可能であり、対応が可能か否かにかかわらず現場直近の病院に多くの患者が来院するので全ての病院に対して体制整備が求められる。災害拠点病院・救命救急センターはもちろんのこと、すべての病院は除染を含めた初期対応が求められる。本分担研究班では、大きく分けて3項目について検討した。その結果、1つ目は一般病院が行うべき初期対応と準備は、患者が来院するという認識、スタンダードプレコーション、乾的除染（脱衣と衣服等のビニール袋へ入れる、露出部位の清拭被包）の徹底、トリアージ、転院が必要な病態と移動方法であると考えられた。2番目は災害拠点病院や総合病院（救命救急センターも含む）への対応であるが、基本的には、日本中毒情報センターが開催するNBC災害・テロ対策研修に準拠すべきと考えられた。3つ目は、理想的な受診行動計画と傷病者への伝達方法、啓発についての提言である。「災害拠点病院」「一般病院」の役割について地域防災計画に記載や「地域としての受け入れ：例えば競技場等のシャワー施設、体育館等の利用」について検討することが必要であると考えられた。

③J-SPEEDオリンピック・パラリンピック版（資料1）を開発した。構成要素（モジュール）はWHO国際標準であるMDSに則り、Demographic, Health Event, Procedure & Outcome, Contextの4つとし、各モジュールにはそれぞれ6項目、13項目、10項

目、2項目、合計で31項目のアイテムが採用された。また各モジュールには空欄を配置し、次年度以降の更なるブラッシュアップ（項目追加など）に備える設計とした。

各モジュールの中身について、Demographicについては、まず年齢区分については我が国の災害医療分野の標準診療記録様式である災害診療記録の年齢区分を踏襲した。性別はMDSを踏襲し、男性、女性（妊娠なし）、女性（妊娠あり）とした。背景は、伊勢志摩サミットにおける運用から得られた知見を元に、イベント関係者であるかをカウントすることとし、また国際イベントとなることから医療通訳サービスへのアクセスをトリガーする項目とし、医療通訳必要という項目を採用した。また輸入感染症の制御を念頭に、訪日外国人（30日以内の入国）という項目を採用した。Health Eventについては、熊本地震におけるJ-SPEED災害版の運用実績によって得られた知見（病名や症候よりも支援調整に必要な情報を直接カウントするほうが効果的な運用につながる）をもとに、感染症においては緊急の感染症対応ニーズ（1～4類感染症疑い、専門家コンサルト要）という項目を採用することとした。この視点から、メンタルヘルスケアニーズ、化学物質関与疑いという項目が採用された。

Procedure & Outcomeについては、医療班の活動負担を推計する項目として、30分以上の診療が採用された。OutcomeについてはMDSの設計を踏襲することとした。Context（特記事項）としては、暴力被害、薬物アルコール関与疑いの二項目を採用することとした。

D. 考察

病院前のテロ・多数傷病者対応に関しては、日本集団災害医学会が開発したMCLSコースのアドバンスコースとしてMCLS-CBRNEコースが2015年から全国開催されている。行動目標として次に5点をあげている。1) CBRNE全てに対して共通の初期活動を理解する（All hazard approach）2) 検知・ゾーニング・除染等、CBRNEテロ・災害の特性を理解する。3) 個人防護の重要性を理解する。4) 除染トリアージを理解し実践する。5) CBRNE災害現場において、他の関係機関と連携できる。以上の事柄を講義と机上シミュレーションで学ぶコースである。受講者は医療従事者（医師、看護師、救命士）だけでなく、警察、海保などの多組織が参加するところが特徴である。2020年東京オリパラの際も、病院前の対応は、本コースでの取得内容が大きく反映されると考えられる。しかしながら、今回の検討により、更に海外の先進的な活動指針の検証を行い、本邦における現場活動が稲に大きな変更が必要であることが明らかになった。この事項を反映してMCLS-CBRNEコース内容を改変する必要性が高いとと考えている。

病院対応マニュアルに関しては、テロ事態では消防等からの連絡が無い状況あるいは十分な受け入れ体制が出来る前に病院に多数来院する必要があるため、理想的な対応計画よりもむしろ現実的な対応計画を示す必要がある。一般病院レベル、災害拠点病院レベルなど、各々のレベルの初動対応が必応になると考えられた。「救急医療機関におけるCBRNEテロ対応標準初動マニュアル」改訂版、「中毒情報センターが主催するNBC対策テロセミナー 総合訓練」改訂版を参考に、本分担研究班で、「標準的な

受け入れマニュアルのひな形」について検討する予定である。

J-SPEEDオリンピック・パラリンピック版の開発に当たっては、これまでに蓄積されてきた関係知見を最大限活用しつつ、収載される項目の選定にあたっては以下の5つの要件を念頭に開発が進捗された。今年度の実開発は関係団体との連携も得つつ、順調に進捗された。次年度はこれらの項目をさらにブラッシュアップしていく計画である。

1. 保健医療職なら誰もがカウント可能（明解/簡潔な定義）
2. 本部による医療概況把握と調整活動に明確に貢献
3. “good enough”な情報（詳しすぎず、実用には耐える）
4. 対象事象にマッチする設定
5. フィールドで管理可能なデータ数

J-SPEEDに項目を収載することの効果について、化学テロ対応をモデルに追加された「化学物質関与疑い」という項目をモデルに考察する。この項目収載にこめられた意図は、以下、3点である。まず、どのようなときに化学物質関与を疑うのか、については本質的には事前準備訓練における能力開発で対処すべき課題であり、J-SPEEDに同項目が収載されることで事前学習を促すことを期待した。また、いざ化学物質の関与が疑われる事例が発生した場合には、細かい診断よりも疑い時点で、より早く、より確実に、そしてより効率的に、Cテロ対策ユニットに報告が入ることがプラクティカルには重要と考え項目名を簡素化した。また事後の事例検証においては、対象症例ならびに対応医療従事者がより効率的に同定可能となり、もれなく検証できるようになる

ことを期待した。このようにJ-SPEEDへの項目収載は、事前のキャパシティビルディング、実対応においては現場救護班から専門班への通報連絡体制が強化・効率化（第一報の始動ポイントを現場活動で利用する様式上に明示的に確保することによる）、更には事後的検証の効率的というフェーズに応じた効果が発揮されると期待される。

次年度研究において最も重要なのは実用に向けた関係調整である。学術的妥当性のみならずオリンピック・パラリンピック大会が持つ様々な特殊性も踏まえて、調整が進捗される必要があり、特に整備が決定している関係システムとの調和が大きな課題となると予想されている。次年度は各方面とさらに緊密な連携をとりつつ、実用に向けた関係調整を進めていく。

E. 結論

テロを含むMCIに対する初動対応は、病院前、病院ともに既に、研修コースが存在し、普及しているが、東京オリパラを見据えて、もう一度、海外の先進的な活動指針を検証し、見直す必要があると思われる。

また、J-SPEEDオリンピック・パラリンピック版を開発した。今後、収載項目のブラッシュアップを進めるとともに、関係団体とも連携しつつ、実用に向けた調整を進める。

G. 研究発表

1. 論文発表

久保達彦：災害時診療概況報告システム J-SPEED の運用が被災地行政官の健康に寄与するメカニズム 労働の科学. 72(3) P132-136. 2017.

2. 学会発表

久保達彦 第 65 回日本職業災害医学会学術大会シンポジウム 災害診療記録及び J-SPEED のマスギャザリング応用- 2017

年 11 月 26 日

久保達彦 第 27 回日本産業衛生学会全国協議会・第 61 回中国四国合同産業衛生学会メインシンポジウム 災害産業保健（レスポonder健康管理）の発展経緯とその展望
2017 年 11 月 24 日

久保達彦 平成 29 年度日本診療情報管理士会 全国研修会シンポジウム WHO 国際標準を踏まえた災害医療チーム診療情報管理の発展方向性 2017 年 7 月 23 日

久保達彦 第 21 回日本救急医学会九州地方会シンポジウム 災害時医療概況報告システム J-SPEED-熊本地震初運用における成果と WHO 国際標準化を踏まえた今後の展望 2017 年 6 月 17 日

Kubo T. The 5th International Conference on Preparedness & Response to Emergencies & Disasters. Health data collection during emergency - The WHO EMT Minimum Data Set. Israel, 15 Jan 2018.

Kubo T. The iSPEED Training of Trainer hosted by the Philippines Department of Health. Emergency Medical Data Analysis - Past, Present, Future. Philippines, 25 Aug 2017.

Kubo T, Fujino Y, Kondo H, Koido Y. International Epidemiology Association - World congress of Epidemiology 2017. Break Through on Data Collection during Acute Phase of Disaster. Japan, 20 Aug 2017.

Kubo T. The 1st Drill of the ARCH Project (Project for Strengthening the ASEAN Regional Capacity on Disaster Health Management). The EMT Minimum Data Set. Thailand, 18 July 2017.

Kubo T. The WHO Emergency Medical Team Coordination Cell Training Course, The WHO EMT Minimum Data Set - Assumed Indicators available. Italy, 28 June 2017.

Kubo T. Benin-Goren O, Norton I. WADEM Congress on Disaster and Emergency Medicine 2017. Emergency Medical Team Working Group for Minimum Data Set. Canada, 27 April 2017.

Kubo T, Kondo H, Koido Y. WADEM Congress on Disaster and Emergency Medicine 2017. The J-SPEED: A Medical Relief Activities Reporting System for Emergency Medical Teams in Japan. Canada, 25 April 2017.

H. 知的財産権の出願・登録状況
(予定を含む。)

1. 特許取得
特になし
2. 実用新案登録
特になし
3. その他
なし

テロ時の急性中毒に対する対応に関する研究

研究分担者 須崎 紳一郎 武蔵野赤十字病院 救命救急センター長

研究要旨：

化学災害（特に化学テロ）に対する現況での救急診療体制について2020年東京オリンピック・パラリンピックを念頭に、東京都および都外開催地（14道県）近郊の主要救急医療施設（107施設）を対象に調査した。化学災害傷病者の受入れは多くの救急施設で基本的に前向きであったが、三次救急医療施設（救命救急センター）に比して二次救急医療施設（災害拠点病院）に逡巡が見られた。これに対してより理解をすすめるよう、ソフトとハードの両面から整備と支援の方策を検討すべきである。

A. 研究目的

本邦救急医療施設における化学災害への対応力については、これまで調査検討されたことはない。この点に注目し、来る2020年東京オリンピック・パラリンピック大会開催時に化学災害（特に化学テロ）が発生するリスクが皆無でないことから、これに対する基礎資料を得ることを目的に、競技大会開催地東京都および都外開催予定施設地（14道県）の主要救急医療施設を対象として、現時点（2017年）での化学災害対応状況（受入れ可否、研修受講者の有無、除染設備・防護装備、院内対応の検討等）をアンケート形式で調査し、問題点の抽出とその対処の立案に資する。

B. 研究方法

調査期間は2017年12月から2018年1月。アンケート内容は、個別事項についての設問【A-1からA-8まで】と化学災害の仮想事例への対応設問【B】で構成した。調査対象として東京都全域にある救命救急センター（全26施設）、同じく東京都で指定されている災害拠点病院（全80施設）、さらに都外の競技開催予定地（北海道札幌市から静岡県伊豆市までの14道県）近隣の救命救急センター（27施設）延べ133施設を抽出し、文書郵送によるアンケート方式（別紙内容）で回答を求めた。

なお、東京都の救命救急センターは全て災害拠点病院にも重複して指定されているが、施設ごとの運用状況は一定でなく担当部署の状況が不明であったので、より回答が得られるよう、アンケート調査配布時はそれぞれ別個の宛先として扱った。

（倫理面への配慮）

本調査は現状における各医療施設の対応状況を聞き取るものであり、患者個別の医療に触れることなく、かつ各施設が特定されることもないため、倫理面の問題は生じない。

C. 研究結果

東京都災害拠点病院のうち救命救急センター併設の施設からの回答は、そのほとんどが救命救急センター（センター長）からであったため、これらは救命救急センターの回答分(G1)とみなして集計時の重複を避けた。

これによって本研究の調査対象は実数では

Group1 (G1): 東京都内救命救急センター26施設

Group2 (G2): 東京都内災害拠点病院（救命救急センター非併設）54施設

Group3 (G3): 都外開催地近隣救命救急センター27施設の計107施設となる。このうち80施設から有効回答を回収した。

回答施設を上記の群別に示せば

G1: 24/26施設（回収率92.3%）

G2: 31/54施設（回収率57.4%）

G3: 25/27施設（回収率92.6%）

総計: 80/107施設（回収率74.8%）

である。回答頂いた施設を別表に掲示し、改めて謝意を呈する。

【A-1】化学災害の受入れ対応の可否について

救命救急センターからなるG1およびG3では「常に受入れ不能（拒否）」の回答は2ないし0施設（3.7%）に留まり、ほぼ全ての施設は化学災害の受入れに前向きないし許容的である。これに対して二次救急施設であるG2では14施設（45.2%）が「常に受入れ不能」と回答しており、一般の二次医療施設は、非日常的な化学災害対応に際しては逡巡することが見てとれる。

【A-1a】「常に受入れ不能」とした施設のその理由
(重複回答)

対応施設・設備がない 13
対応マニュアルがない 13
対応できる人員がない 11
経験・知識がない 10
一般診療に支障のおそれがある 8
中毒性疾患は収容しない 3
院内二次災害発生を懸念 2
事件性のあるもの(テロ等)は収容しない 1
施設・設備はともかく、マニュアルなどは今後整備を進めることが可能であり、知識も周知する方策がとれる。一方で「事件(テロ)は拒絶」といった一方的拒否反応が僅少であったことは前向きと捉えられる。

【A-1b】「状況次第で受入れ可能」の受入れ条件
(重複回答)

除染・特殊治療の必要性 35
原因物質 19
傷病者の重症度 18
救急センター収容空床数 11
テロかどうか(テロでないこと) 4

病院除染の有無(必要性)については、各施設とも神経質になっている。除染は搬送前(現場)が大原則であるが、現実的に徹底されるかどうかには懸念を感じている。

なお、解毒拮抗薬の備蓄、配備については、別の厚生労働科特別研究(「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究(小井土雄一主任)」化学テロ発生時に必要薬剤の種類・量の再検討について、があるため、今回は調査から除外した。

【A-2】化学災害研修受講者の有無について

これについても救命救急センターであるG1で91.7%、G3で80.0%に少なくとも当該施設内に化学災害研修受講者が在籍し、これらでの関心の高さを示した。一方、二次救急施設であるG2ではこれらに劣るものの45.2%に受講者がいると回答し、化学災害研修が認識されているものと言える。

なお、受講研修(セミナー)は現行では各種の開催が並列しており、内容に大きな差異はないものの、受講する側にとってやや分かり難くなっている。

【A-3】病院除染に必要な場所、設備の有無
(施設数で集計)

全数でみると
除染できない 18 (23.5%)
乾的除染可能 25 (31.3%)
水除染可能 41 (51.3%)
場所のみ確保 15 (18.7%)

と回答が分かれた。全く除染できないとしたものは2次救急施設G2では12(38.7%)だったのに対し、救命救急センターであるG1で2(8.3%)、G3で4(16%)に留まっていた。病院除染は病院の施設立地、環境条件にも左右されるため短時間に施設状況を変えることは

困難だろう。また化学災害の原則は搬送前(現場)除染であるため、病院除染施設の確保を受入れの必須要件にはできないが、先の東京地下鉄サリン事件では現実に院内二次曝露が発生していることから、少なくとも病院の防災計画あるいは新築時には考慮しておくべきである。ただし水(湿式)除染に過度に拘泥するべきではないとされる。

【A-4】除染資材、器材(施設数で集計、重複回答)

簡易テント 24
シャワー設備 52
カーテン 28
パーティション 30
衣類 43
タオル 47
毛布 40
履物 31

これらは病院の防災資材としての備蓄でもあり、必ずしも化学災害のみに限定しない。

【A-5】化学用個人防護資材の有無
(施設数で集計、重複回答)

施設所有率は救命救急センターであるG1では個人PPE16(66.6%)、防毒マスク17(70.8%)、同じくG3で個人PPE17(68.0%)、防毒マスク14(56.0%)と高かったのに対し、二次救急医療施設G2ではこれらを有する施設は1/3に満たなかった。N95マスクについてはいずれの施設でも高率に(82.5%)有していたが、主に感染対策の観点によって保有されているものと見られる。

【A-6】化学災害への院内対応の検討状況

この設問でも二次救急医療施設G2は「検討していない」が救命救急センターG1、G3よりやや多かった(41.9%)ものの、全体で見れば「対応マニュアルあり」(47.5%)、「訓練実施/検討中」(37.5%)と予想外に関心が高く、前向きな状況と言える。

【A-7】日本中毒情報センター(JPIC)について

JPICは会員登録ないし照会歴を有する施設が合わせて全体の90%に及び、救急施設間での知名度は高いと言ってよく、このため必要(発災)時に活用されることが期待できる。

【A-8】中毒学会中毒専門家(クリニカル・トキシコロジスト)について

これに対して日本中毒学会認定資格(クリニカル・トキシコロジスト)は知らない、ないし施設内に資格者がいないとするものが全体の75%に及び、現時点で知名度と関心が十分ではないことが示されている。

【B】化学災害仮想事例を提示し「対応上必要となる項目」は

災害時は特に重大になるほど「情報の遅延」と「不十分さ」が大きな問題となるが、一方で「迅速的確な情報入手の困難さ」自体が災害の本質で

ある。今回の調査では化学災害の仮想事例を提示して対応者として必要な情報とその優先度を尋ねた。

その結果、医療施設として「より必要と想定する項目（情報）」は、上位から

1. 原因物質名、検知結果
2. 傷病者の程度、症状
3. 除染の有無、必要性
4. 傷病者数
5. 搬送予定数

とされ、この順位は項目別の延べ数集計でも順位値をつけた（重みづけ）集計でも同一であった。一方で「テロなど事件性の有無」は第6位であり、少なくとも患者情報に比して上位（より重要）とは認識されていなかった。

D. 考察

1. 化学災害は救急医療施設でも日常ほとんど経験することがない。更に多数傷病者発生、加えて事件性（テロ）の可能性があるとすると、各救急医療施設側は逡巡し、結果として受入れハードルが高い（忌避傾向がある）のではないかと危惧したが、本調査によれば必ずしも拒否的でなく、特に三次救急医療施設（救命救急センター）では基本的に受入れを前提としていることは、テロへの備えを目下の眼目とするオリンピック・パラリンピック体制の構築に際して意を強くする。一方で一般の二次救急医療施設はこれに比べて受入れに消極的ではあるが、人的体制や施設状況を考えれば必ずしも一面的に非難はできない。
2. ではどのように体制を増強するかについて、受入れ不能と回答した場合の理由では（A-1a）、対応マニュアルがない、対応できる人員がいない、経験・知識がないというものが複数ある。これに対しては今後マニュアルを整備し、また化学災害研修を充実させ、それらへの受講を促すなどのソフト面によって今後ある程度整備が可能と思われる。
3. 一方で、施設設備（ハード面）は早急な整備が難しいかもしれない。化学災害については汚染傷病者の搬入を前提に病院での除染の要否を懸念する声が強い。特に水（湿式）除染対応を第一にすれば、現実的に対応できる施設は半数に止まる。また医療者に厳重な個人防護衣装着を求めても全てに可能ではない。また徹底的な除染や防護を重視すれば、それだけ患者（傷病者）に対する救急医療が後退することにもなり、現実とそのバランスは状況次第と言うしかない。個人用防護資材については、今回の調査では直接に要求する意見は見られなかったが、救急医療施設に対して公的に配備供与を進めても良いのではないか。
4. 化学災害はいまだ救急医療施設側での対応検討が必ずしも及んでいない。その理由として災害対応と言え「イコール大地震対応」に想定が限定化し、災害マニュアルが固定化しているなら好ましくなく、硬直したマニュアルは実災に際して時に大きな弊害にもなる。ただだからといって「化学災害について」項目をた

だ追加して災害マニュアルをいたずらに厚くするのは教条的である。化学災害の特殊性を明示しつつさまざまな事態に対応できるような柔軟性を強調すべきである。

5. 発災時に対応者の立場に必要な「情報」を仮想事例を例示して聴取したが、項目上位より原因物質名、傷病者の程度・症状、除染の有無・必要性、傷病者数、搬送予定数などが求められており、これらは災害対応では当然の項目である。これに対して「テロなど事件性の有無」が上位に入らなかったことは、わが国の救急医療施設が患者収容に当たって事件性を問題にしない（拒否理由にしない）ことを示しており、一般論として力強く感じると同時に一抹の危険性も否めない。
6. 今回の調査を総括すると、基本的には救急医療施設はテロを含む化学災害の受入れに前向きであるが、一部不安や戸惑いを感じていることも事実であり、今後これらの懸念をどこまで軽減払拭するか、具体的方策を検討すべきである。また今回はアンケートに回答して来た医療施設をもとに考察したが、アンケートに回答して来なかった施設（主に二次救急医療施設）は災害診療全般に消極的であるとすれば、果たして全体として十分な診療体制があるのかどうかは確認できていない。更にはテロの危険性という点においては、ターゲットは決して競技開催施設（都市）に限定されるものではないことも自明であり、もしそうなら調査対象を全国に広げる必要性も検討の俎上にあがるだろう。
7. なお、本研究事項については、別の厚生労働科特別研究（「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会等に向けた化学テロ等重大事案への準備・対応に関する研究（小井土雄一主任）」）もあるため、重複なく相互に齟齬のないよう、協調して検討を進めて行く必要がある。

E. 結論

化学災害に対する現況での救急診療体制について、2020年東京オリンピック・パラリンピックを念頭に東京都および都外開催地近郊の救急医療施設を対象にして調査した。化学災害傷病者の受入れに対しては多くの救急施設で基本的に前向きであったが、三次救急医療施設（救命救急センター）に比して二次救急医療施設（災害拠点病院）に逡巡が見られた。これに対してより理解をすすめるよう、ソフトとハードの両面から整備と支援の方策を検討すべきである。

別表 回答を得た医療機関名（順不同、一部略称にて記載）

東京都内 救命救急センター(Group1) 24 施設

日本医科大学病院、国立病院機構災害医療センター、都立広尾病院、東邦大学医療センター大森病院、東京医科歯科大学病院、都立墨東病院、杏林大学病院、東京医科大学病院、東京医科大学八王子医療センター、昭和大学病院、都立多摩総合医療センター、帝京大学病院、聖路加国際病院、日本大学病院駿河台、日本医科大学多摩永山病院、東京女子医科大学東医療センター、日本大学医学部附属病院、公立昭和病院、国立病院機構東京医療センター、青梅市立病院、日本赤十字社医療センター、国立国際医療研究センター病院、東京大学病院、武蔵野赤十字病院

東京都内 災害拠点病院（救命救急センター併設を除く）(Group2) 31 施設

東京慈恵会医科大学病院、都立駒込病院、順天堂大学順天堂医院、NTT 東日本関東病院、大森赤十字病院、都立荏原病院、池上総合病院、都立松沢病院、慶応義塾大学病院、都立大久保病院、東京山手メディカルセンター、東京新宿メディカルセンター、中野総合病院、東京警察病院、荻窪病院、都立大塚病院、東京北医療センター、都立豊島病院、練馬光が丘病院、順天堂大学練馬病院、西新井病院、東京慈恵会医科大学葛飾医療センター、平成立石病院、東京曳舟病院、江東病院、がん研究会有明病院、東京臨海病院、公立阿伎留医療センター、多摩南部地域病院、稲城市立病院、東大和病院

都外開催地 近隣救命救急センター(Group3) 25 施設

市立札幌病院、仙台市立病院、埼玉医科大学総合医療センター、札幌医科大学病院、福島県立医科大学病院、川口市立医療センター、手稲溪仁会病院、土浦協同病院、自治医科大学さいたま医療センター、国立病院機構北海道医療センター、茨城西南医療センター、成田赤十字病院、国立病院機構仙台医療センター、筑波メディカルセンター、東北大学病院、さいたま赤十字病院、千葉県救急医療センター、東京女子医科大学八千代医療センター、横浜市立大学市民総合医療センター、横浜労災病院、平塚市民病院、横浜市立市民病院、順天堂大学静岡病院、済生会横浜市東部病院、藤沢市民病院

【化学災害対応に関する調査アンケート結果まとめ】

A-1 化学災害への受入れ対応について

	常に受入不能	状況次第で受入可	受入可
G1	2 (8.3%)	9 (37.5%)	13 (54.1%)
G2	14 (45.2%)	14 (45.2%)	3 (9.7%)
G3	0 (0%)	17 (68.0%)	7 (28.0%)
総数	16 (20.0%)	40 (50.0%)	23 (28.8%)

A-2 化学災害研修受講者の有無

	受講がない	受講者がいる
G1	2 (8.3%)	22 (91.7%)
G2	15 (48.4%)	14 (45.2%)
G3	4 (16.0%)	20 (80.0%)
総数	21 (26.2%)	56 (70.0%)

A-3 病院前除染に必要な場所、設備の有無

	除染できない	乾的除染可能	水除染可能	場所のみ確保
G1	2 (8.3%)	9 (37.5%)	14 (58.3%)	4 (16.6%)
G2	12 (38.7%)	3 (9.6%)	10 (32.3%)	7 (22.6%)
G3	4 (16%)	13 (52%)	17 (68%)	4 (16%)
総数	18 (23.5%)	25 (31.3)	41 (51.3%)	15 (18.7%)

A-5 化学用个人防护資材の有無(施設数、重複回答)

	個人 PPE あり	防毒マスクあり	N95 マスクあり
G1	16 (66.6%)	17 (70.8%)	23 (95.8%)
G2	10 (32.3%)	7 (22.6%)	21 (67.7%)
G3	17 (68.0%)	14 (56.0%)	22 (88.0%)
総数	43 (53.8%)	38 (47.5%)	66 (82.5%)

A-6 化学災害への院内対応の検討状況

	検討していない	対応マニュアルあり	訓練実施/検討中
G1	4 (16.7%)	14 (58.3%)	9 (37.5%)
G2	13 (41.9%)	13 (41.9%)	8 (25.8%)
G3	7 (28.0%)	11 (44.0%)	13 (52.0%)
総数	24 (30.0%)	38 (47.5%)	30 (37.5%)

A-7 日本中毒情報センター(JPIC)について

知らない/連絡したことがない 9 (11.3%)

連絡したことがある 44 (55.0%)

会員登録している 28 (35.0%)

A-8 中毒学会中毒専門家(臨床的・トキシコロジスト)について

知らない/資格者がいない 60 (75.0%)

スタッフに資格者がいる 19 (23.8%)

B 仮想事例において「対応上必要となる項目、上位 5 項目」を列举

・項目別延べ数

1. 傷病者の程度、症状 69
1. 原因物質名、検知結果(未確定でも) 69
3. 除染の有無、必要性 63
4. 傷病者数 55
5. 搬送予定数 41
6. テロなど事件性の有無 26
7. 除染・防護資器材の状況 21
8. 中毒についての専門的情報 20
9. 救急センターおよび院内他部門の状況 17
10. 搬送機関の状況 6
11. 近隣病院の状況 5

・項目別順位付け(1 番-5 点、2 番-4 点、…、5 番-1 点)したとき

1. 原因物質名、検知結果(未確定でも) 242
2. 傷病者の程度、症状 216
3. 除染の有無、必要性 194
4. 傷病者数 190
5. 搬送予定数 133
6. テロなど事件性の有無 69
7. 中毒についての専門的情報 48
8. 除染・防護資器材の状況 45
9. 救急センターおよび院内他部門の状況 43
10. 搬送機関の状況 13
11. 近隣病院の状況 6

災害・テロ時の熱傷 に対する対応

研究分担者 齋藤大蔵 防衛医科大学校防衛医学研究センター外傷研究部門 教授

研究要旨：

平成 32 年に我が国で開催される東京オリンピック・パラリンピックは、国際的な Mass Gathering Event である。各国の関係者や観客等が多数集まることによる開催会場周辺の救急医療体制の整備や、昨今、国外におけるテロに関する情勢も考慮し、本研究では、東京オリンピック・パラリンピックにおける救急・災害医療体制整備について検討し、モデル案を提示することを目的としている。特に、本分担研究においては、万が一のテロ発生時に備えて大量熱傷患者が発生した際の応急処置や初期対応についてのマニュアルを作成するとともに、本邦における重症熱傷患者の受け入れ施設とそのキャパシティーについて調査することを目的に研究を行い、その結果をニュースレターとしてまとめた。

A. 研究目的

平成 32 年に本邦で開催される東京オリンピック・パラリンピックにおいて、あつてはならないテロの発生に備えて万が一の時の救急救護体制の構築は喫緊の課題といえる。しかしながら、日本国内では幸運なことにテロ事案の発生が外国と比較して少なかったため、本邦においては十分な救急救護体制が敷かれているとはいえないと思料する。特に災害・テロ発生時に数多く発生する熱傷患者に対して、十分な救急救護体制をとるための整備が必要といえる。日本熱傷学会として大量熱傷患者が発生した際に一度に収容して初期治療できる病床数等のキャパシティーについて調査するとともに、応急手当や熱傷初期診療に関するハンドブック等を作成し、我が国として熱傷症例発生時における万全の救護・治療体制をひくための情報収集と対応策を立てることを研究目的とした。

B. 研究方法

全国の救急・熱傷診療に関係する施設として、救命救急センター（284 施設）、熱傷専門医認定研修施設（104 施設）、東京都熱傷救急連絡協議会参加施設（14 施設）、および委員リコメンド 1 施設の合計 309 施設に対して、1)大量熱傷患者収容（分散搬送の基点目的）の可否、2)集中治療を要する重症熱傷患者の収容可能数、3)熱傷手術実施の可否等に関するアンケート調査を実施した。また、熱傷の応急処置や初期診療のハンドブックを作成するために、American Burn Life Support 等を参考にしてより解り易い処置・対応を示したニュースレターを作成した。

（倫理面への配慮）

該当なし。

C. 研究結果

日本熱傷学会の熱傷専門医認定施設 104 施設、救命救急センター 284 施設、東京都熱傷救急連絡協議会参加施設 14 施設、および委員リコメンド 1 施設の計 309 施設に、日本熱傷

学会としてアンケート調査を行い、郵送、FAX、電子メールで計 288 施設 (93.2%) から結果を回収した。(1) 近傍で多数熱傷患者が発生した場合、多数の患者を一時的に収容、トリアージ、初期診療を行い、分散搬送の拠点として施設を利用することを可能と回答した施設は 260 施設 (90.3%) あり、受け入れ可能人数で最も多かったのは 10 名で 62 施設、次に多かったのは 5 名で 51 施設であった。(2) 分散搬送先の医療機関として熱傷患者を受け入れる場合、集中治療が必要な重症患者は何名まで受け入れ可能ですかという問いに対して、254 施設 (88.2%) から回答を得て、収容 1 名までが 67 施設、2 名までが 110 施設、3 名までが 58 施設であり、1~3 名までと回答した施設が全体の 92.5% を占めた。(3) 重症熱傷患者の収容できる施設数と集中治療病床数は、北海道 13 施設、28 床、東北 19 施設、45 床、関東 76 施設、193 床 (うち東京 24 施設、66 床)、東海 26 施設、47 床、北陸・甲信 12 施設、27 床、近畿 42 施設、99 床、中四国 31 施設、67 床、九州 35 施設、67 床であり、全国では 254 施設、573 床という集計結果であった。この数字は 1990 年代の約 1.5 倍であり、本邦における大量熱傷患者発生時の収容キャパシティが増加していることが明らかとなった。

さらに、熱傷に対する応急処置や初期診療の要点を日本熱傷学会として作成し、ニューズレター (資料添付) としてまとめたので、ご参照いただきたい。

D. 考察

災害やテロが発生した際には広範囲熱傷が数多く同時に発生する可能性が高い。その救護・搬送システムをオールジャパンで整備していくことは、重要と考える。何故ならば、熱傷は重症であっても広域に搬送可能な外傷であるからである。しかしながら、四半世紀

前と比較して収容キャパシティが増加したとはいえ、全国で 254 施設、573 床しかないので、大量熱傷患者が発生した場合には全国に分散搬送しなくてはならない状況も想定される。重症熱傷は初期診療が生命予後や整容・機能に影響する可能性があり、応急処置や初期診療は重要といえる。本邦では、平成 32 年にオリンピック・パラオリンピックの開催を控え、万が一に備えての救護体制や搬送システムを整備しておくことは必要であり、災害・テロ対策に関する東京オリンピック・パラリンピックのレガシーの一つになるのではないかと思料する。

E. 結論

本邦において大量熱傷患者が万が一発生した際の受け入れ施設とそのキャパシティをあらかじめ調査し、万が一の際の備えとしての対応策を整備しておくことは、平成 32 年のオリンピック・パラリンピックの開催を控える我が国にとって、大変有意義であるものと考えらる。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

1. Moriya T, Fukatsu K, Noguchi M, Nishikawa M, Miyazaki H, Saitoh D, Ueno H, Yamamoto J. Effects of semielemental diet containing whey peptides on peyer's patch lymphocyte number, immunoglobulin a levels, and intestinal morphology in mice. *J Surg Res* 222: 153-159, 2018.
2. Umemura Y, Ogura H, Gando S, Kushimoto S, Saitoh D, Mayumi T, Fujishima S, Abe T, Ikeda H, Kotani J, Miki Y, Shiraishi SI, Shiraishi A, Suzuki K, Suzuki Y, Takeyama N, Takuma K, Tsuruta R, Yamaguchi Y, Yamashita N, Aikawa N. Assessment of mortality by qsofa in patients with sepsis outside icu: A post hoc subgroup analysis by the japanese association for acute medicine sepsis registry study group. *J Infect Chemother* 23: 757-762, 2017.
3. Iba T, Hagiwara A, Saitoh D, Anan H, Ueki Y, Sato K, Gando S. Effects of combination therapy using antithrombin and thrombomodulin for sepsis-associated disseminated intravascular coagulation. *Ann Intensive Care* 7: 110, 2017.
4. Nakamura Y, Ishikura H, Kushimoto S, Kiyomi F, Kato H, Sasaki J, Ogura H, Matsuoka T, Uejima T, Morimura N, Hayakawa M, Hagiwara A, Takeda M, Kaneko N, Saitoh D.

Kudo D, Maekawa K, Kanemura T, Shibusawa T, Hagihara Y, Furugori S, Shiraishi A, Murata K, Mayama G, Yaguchi A, Kim S, Takasu O, Nishiyama K. Fibrinogen level on admission is a predictor for massive transfusion in patients with severe blunt trauma: Analyses of a retrospective multicentre observational study. *Injury* 48: 674-679, 2017.

5. Kudo D, Kushimoto S, Shiraishi A, Ogura H, Hagiwara A, Saitoh D. The impact of preinjury antithrombotic medication on hemostatic interventions in trauma patients.

Am J Emerg Med 35: 62-65, 2017.

2. 学会発表

6. 齋藤大蔵. 教育セミナー：TCCC (Tactical Combat Casualty Care) から紐解く事態対処医療. 第31回日本外傷学会総会・学術集会, 横浜, 2017.
7. 齋藤大蔵. 教育講演：事態対処医療の課題と展望. 第23回日本集団災害医学会総会・学術集会. 横浜, 201

H. 知的財産権の出願・登録状況

(予定を含む。)

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

平成 29 年度厚生労働行政推進調査事業費(厚生労働科学特別研究事業)

**2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に
向けての救急・災害医療体制の構築に関する研究**
(研究代表者:横田裕行)

**重症熱傷診療に関する現状調査
と
熱傷初期診療に役立つ教育資材の開発**



一般社団法人 **日本熱傷学会**

平成 30 年(2018 年)3 月

[内 容]

1. 熱傷診療に関する現状調査(速報値, 平成 29 年 12 月)
2. 熱傷初期診療施設における 12 の Q&A
3. やけど(熱傷)をみたら～応急処置ハンドブック～

[監 修]

一般社団法人 日本熱傷学会

オリンピック・パラリンピック開催準備特別委員会

織田 順 (東京医科大学救急・災害医学分野)

清住 哲郎 (防衛医科大学校防衛医学講座)

齋藤 大蔵 (防衛医科大学校防衛医学研究センター外傷研究部門)

佐々木 淳一 (慶應義塾大学医学部救急医学)

田中 裕 (順天堂大学医学部附属浦安病院救急・災害医学)

熱傷診療に関する現状調査（速報値）

期日 平成29年10月～12月

方法 調査用紙を郵送し、郵送、FAX、電子メールにて回収

対象 309施設

救命救急センター（284施設）

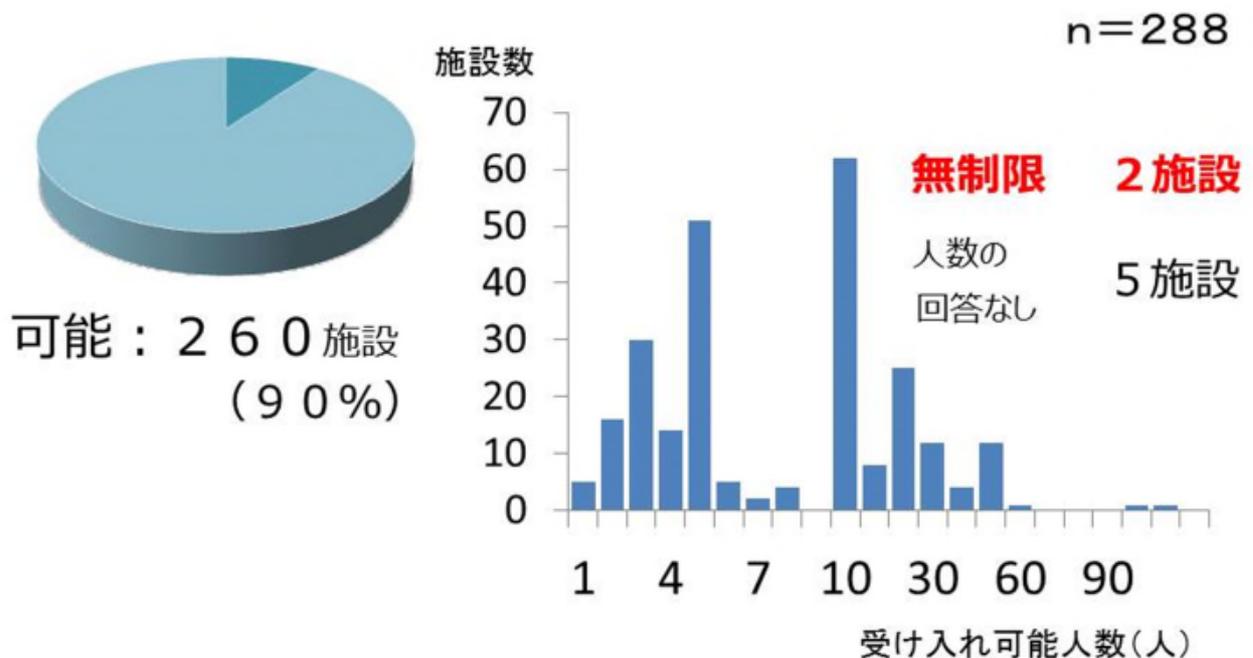
熱傷専門医認定研修施設（104施設）

東京都熱傷救急連絡協議会参加施設（14施設）

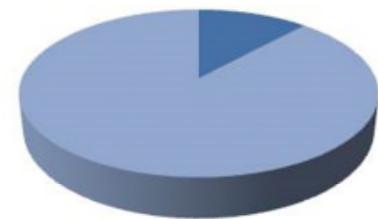
委員リコメンド（1施設）

288施設（93.2%）から回答

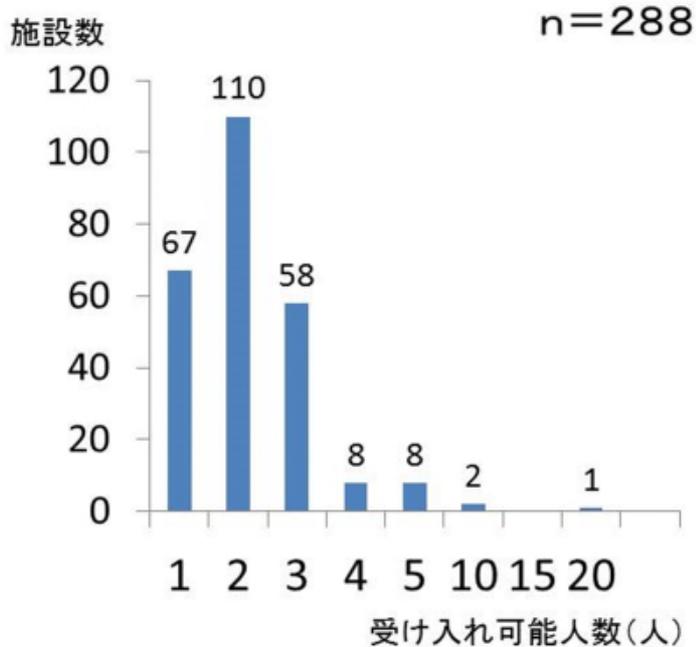
質問 貴施設の近傍で多数熱傷患者が発生した場合、多数の患者を一時的に収容、トリアージ、初期診療を行い、分散搬送の拠点として貴施設を活用することが可能ですか？可能であれば、概ね何名程度まで受け入れが可能ですか？



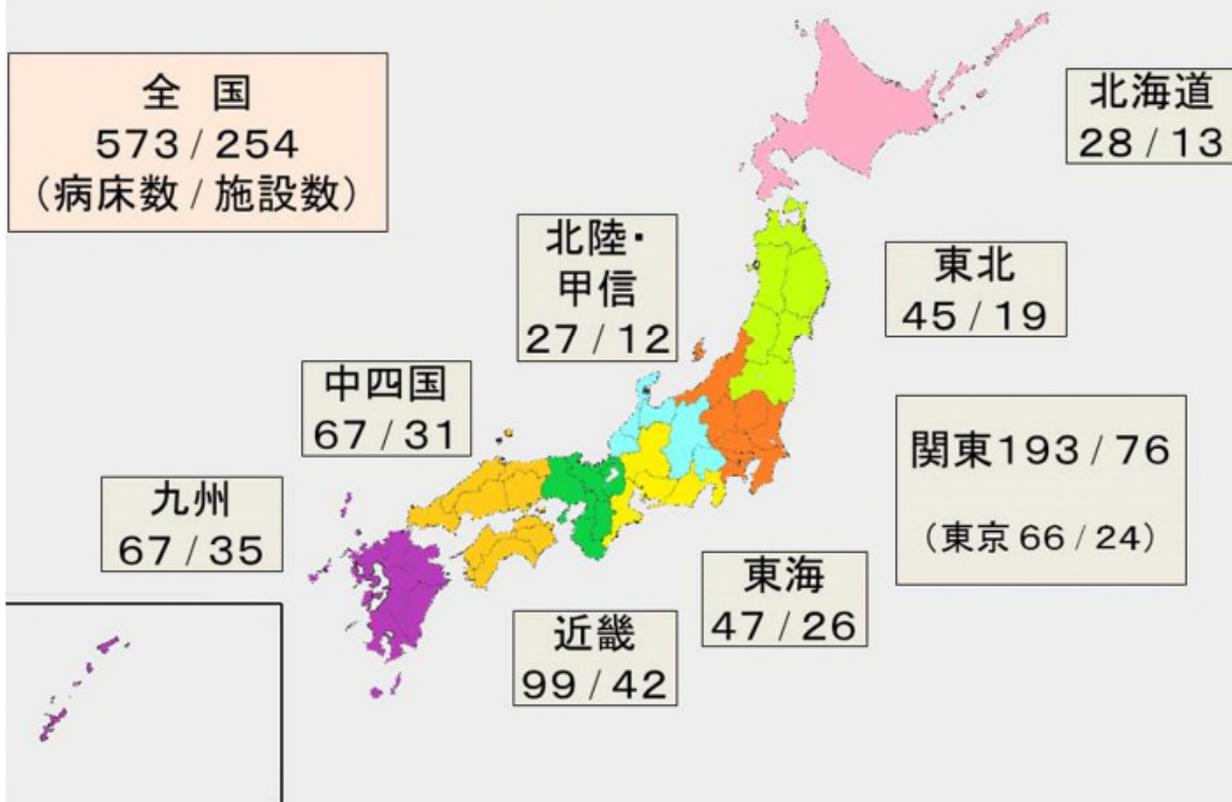
質問 分散搬送先の医療機関として熱傷患者を受け入れる場合、集中治療が必要な重症の熱傷患者を何名まで受け入れ可能ですか？



可能：254施設
(89%)



重症熱傷患者の集中治療病床数



熱傷初期診療施設における 12のQ&A

Q1 熱傷診療に慣れていない施設で熱傷患者を受け入れざるを得ない場合に気をつけることはなんですか？

A1 熱傷の発生は減少しており、多くの熱傷患者を日常的に診療している施設はそれほど多くはありません。専門的に熱傷診療を行う施設で速やかに診療を開始することが理想的ですが、離れたところで発生したり、多くの熱傷患者が発生するような状況では、近隣の医療機関で基本的な処置を行った後に、必要に応じて根本治療を行うことのできる施設に転送（2次トリアージ）する必要があります。

Q2 Primary Surveyが大事なのはなぜですか？

A2 火災で煙を吸って受傷した後に喉頭が腫れてきて窒息した、意識レベルが悪いのは広範囲熱傷のためだろうと思ったら一酸化中毒であった、初療時の血圧低下は熱傷ショックではなく合併損傷による出血性ショックのためだった—など、皮膚の損傷以外の原因が生命を脅かす例があるため、まずは気道・呼吸・循環の安定化を図る必要があるためです。これがQ1(A1)の基本的な処置として最も重要です。

Q3 熱傷診療で気道確保を要する場合はどんな時ですか？

A2 吸入損傷で、熱によって喉頭が傷害され腫脹すると窒息リスクがあるため気管挿管を要します。気管支鏡で観察できない場合、嚔声の有無や、顔面の熱傷や煙の吸入状況を勘案して判断します。また、広範囲熱傷では大量の輸液を要するため

浮腫が増強して、あるいは鎮静を要するような管理的な理由で気管挿管が必要なことがあります。いずれもリスクを先読みして、後手に回らないように対処すべきでしょう。

Q4 輸液はどう開始すればよいですか？

A4 まずは末梢輸液路から乳酸リンゲル液を開始しましょう。広範囲熱傷では2ルート以上確保しましょう。熱傷急性期の病態は血管透過性の亢進、つまり血管内から外への水分・ナトリウム・たんぱく成分の移動がその本体です(熱傷ショック)。

Q5 輸液はどう調節すればよいですか？

A5 輸液速度には様々な指標がありますが、成人では24時間に2 x 体重(Kg) x 熱傷面積(%) ml、小児では3 x 体重(Kg) x 熱傷面積(%) mlが目安です。このうち半分を最初の8時間に投与する、つまり初期により多く輸液を要する見込みとなっています。ただしこれらは目安に過ぎず、実際には尿道カテーテルを留置した上で、時間尿量を測定しつつ、輸液速度を調節します。時間尿量の目標値は成人で0.5ml/体重(kg)、小児で1ml/体重(kg)です。つまり診療開始時には「体重」を測定し、「熱傷面積」を評価しておく必要があります。

Q6 熱傷面積はどう評価すればよいですか？

A6 成人では「9の法則」つまり頭部・上肢・下肢前面・後面・体幹前面上半分・下半分・後面上半分・下半分をそれぞれ概ね全身の9%と評価する概算方法です。
(裏面に続く)

熱傷初期診療施設における 12のQ&A

小児は頭部が大きく四肢が短いことを勘案して計算します。患者自身の手掌は1%に相当すると考えるのも概算の助けになります。

Q7 外傷初期診療に照らして、見落としやすい点は何ですか？

A7 特に広範囲熱傷では皮膚損傷にばかり目を奪われることのないようにしましょう。気道確保の際には頸椎保護は必要ですし、ショックに対しては胸腔、腹腔、後腹膜の損傷を疑い、FAST(超音波検査)や頸椎・胸部・骨盤レントゲンなどをチェックするのは同じです。閉塞性ショックの可能性にも留意します。

Q8 意識レベルの評価はどうすれば良いですか？

A8 外傷初期診療と同じく、GCS、JCSでの評価と神経学的な評価を行きましょう。広範囲熱傷であっても、通常意識レベルは保たれています。意識レベル低下を認める際には熱傷のためと思わず、一酸化炭素中毒、低酸素血症、頭部外傷、血糖異常、ショック、薬物など積極的に原因を探るようにしましょう。

Q9 熱傷創の処置はどのようにすれば良いのでしょうか？

A9 汚染があれば洗浄します。熱傷専門施設への転送が前提の場合は、軟膏処置は行わず、清潔なシートで被覆するだけで良いでしょう。心配な場合は転送先医療機関と相談しましょう。なお創汚染が強い場合を除き、予防的な抗菌剤投与は不要です。

Q10 酸・アルカリなどの化学物質に暴露して受傷したようですが、どう処置すれば良いですか？

A10 中和は行わず、他の化学物質暴露の場合と同じく、二次災害防止策を講じた上で、脱衣させ大量の水で洗い流すようにしてください。低体温にならないよう留意してください。ただしフッ素については、致死的な低カルシウム(Ca)血症を引き起こす可能性があるため、Ca濃度モニタリング・補正と循環モニタリングが必須となります。

Q11 雷による受傷に対して、現場対応・初期対応はどうすれば良いでしょうか？

A11 雷撃傷ではまず、現場の安全確認が最重要です。現場でさらに犠牲者が増えることのないように十分気をつけます。

初期診療では、外傷(頭部、頸部外傷を含む)を伴うことがある点、重篤な不整脈を生じることがある点、着衣の燃焼を伴うことがある点すべてに対処する必要があります。雷撃への接触点をチェックする必要があること、神経所見を経時的に記録することが重要です。連続的に心電図モニタリングを行います。

Q12 熱傷専門治療施設への転送基準は何でしょうか？

A12 初期診療を行った医療機関で熱傷診療を行っていない場合のみならず、医療リソース不足や患者数が多すぎる、など継続診療が困難であれば、すべて転送の適応となります。ただし重要なのは、転送時には転送先に医師から医師へしっかりと情報を伝えること、気道・呼吸・循環の安定化を図りこれらを維持しつつ搬送することです。

◆ 応急処置は？

熱傷の治療は、応急処置が重要です！ 以下に応急処置の例を示します。

- ① 洋服やアクセサリーは必ず外して下さい。
- ② 常温の水（水道水で良い）で患部を5分間程流して下さい。
氷水で流したり、直接氷を当てたりする等、過剰な冷却は避けて下さい。
- ③ 水疱は無理に破らないようにして下さい。
破れてしまった場合は、流水で流して清潔なガーゼ等で保護して下さい。

上記の応急処置の後、必ず専門医を受診しましょう。
軽症であっても、傷の処置で不明な点があれば、受診をお勧めします。

重症熱傷は、専門施設での治療が必要です！

米国熱傷学会のガイドラインでは、以下のような場合、熱傷専門施設（日本では大学病院など）での治療が必須とされています。

- 体表の10%以上（※）を占めるⅡ度熱傷
- 全てのⅢ度熱傷
- 顔面や手・足、膝や肘などの関節に至る熱傷
- 化学物質による熱傷
- 電撃傷
- 気道熱傷（炎や煙を吸い込んだことによる損傷）
- 小児の熱傷

※ 熱傷の範囲（広さ）は、体表面積に占める熱傷部位の割合（熱傷面積、%）で表現されます。
目安として、自分の手のひらから指全体が体表の1%に相当します。

やけど（熱傷）をみたら

～ 応急処置ハンドブック ～



一般社団法人 日本熱傷学会

編集協力：慶應義塾大学医学部救急医学

◆ 熱傷の原因は？

原因はさまざまですが、以下のようなものが熱傷を引き起こします。

1. 火炎（火災や事故など）
2. 高温の液体（熱湯など）
3. 化学物質（酸性・アルカリ性の液体など）
4. 電撃傷（感電・落雷など）

遭遇する機会が多いのは“火炎”や“熱湯”による熱傷です。

重症度は、主に熱傷の“深達度（深さ）”と“範囲（広さ）”で決まります。

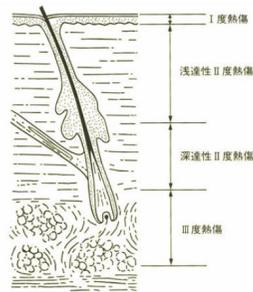
◆ 熱傷の深達度（深さ）とは？

皮膚のどの深さまで熱傷が及んでいるかによって、Ⅰ度からⅢ度に分類されます。Ⅰ度が最も軽症なもの、Ⅲ度が最も重症なものです。

Ⅰ度：表皮まで

Ⅱ度：真皮まで

Ⅲ度：皮下組織まで



それぞれの熱傷について、写真で紹介します。



Ⅰ度熱傷

赤く腫れて、強い痛みがあります。
いわゆる“日焼け”と同じ状態です。
1週間以内で治癒し、傷跡はほぼ残りません。



Ⅱ度熱傷(浅達性)

真皮の浅い層までの熱傷です。
水疱（水ぶくれ）を形成し、強い痛みがあります。
水疱の底は赤く、1～3週間で皮膚が再生します。



Ⅱ度熱傷(深達性)

真皮の深い層までの熱傷です。
水疱の底は白く、皮膚の再生には2～3週間以上かかります。



Ⅲ度熱傷

白色で、皮膚は硬く、痛みを伴いません。
基本的に手術（壊死した組織の切除 + 皮膚移植）が必要になります。

Ⅰ度熱傷及びⅡ度熱傷のほとんど、またⅢ度熱傷のごく一部は、小範囲であれば外来治療が可能です。しかし、深達度を肉眼で判断することは非常に難しく、迷ったら専門医（形成外科、皮膚科など）の受診をお勧めします。

開催地の救急医療体制の構築に関する研究

研究分担者 坂本 哲也 帝京大学医学部救急医学講座 教授
研究協力者 溝端 康光 大阪市立大学大学院医学研究科救急医学 教授
明石 恵子 名古屋市立大学看護学部 教授
神田 潤 帝京大学医学部救急医学講座 助手
佐々木 亮 国立国際医療研究センター救急科 診療科長
清水 敬樹 都立多摩総合医療センター救命救急センター 部長
布施 明 日本医科大学付属病院救命救急科 准教授
松本 吉郎 公益社団法人日本医師会 常任理事
三宅 康史 帝京大学医学部救急医学講座 教授
森住 敏光 東京消防庁 救急部長
横田順一朗 地方独立行政法人堺市立病院機構 副理事長
(日本臨床救急医学会「東京オリンピック・パラリンピックに係る
救急災害医療体制のための小委員会」)

研究要旨：

救急医療提供体制の構築につき提言を行うことを目的として、日本臨床救急医学会「東京オリンピック・パラリンピックに係る救急災害医療体制のための小委員会」とともに大会前後の救急医療ニーズや対応策、医療提供の際に生じる問題点の検討につき調整を行い、外国人観光客対応、熱中症の発生予測・現場判断・対応と教育・研修の開催対象、および選手側医療スタッフへの応急処置・救急医療の教育研修を課題として検討を行った。

外国人観光客への対応として、オリンピック開催中の訪日外国人は現在の数倍に増える見込みであるが、言語と医療通訳、文化と医療事情の相違、旅行保険の未加入などの多くの問題に対し、外国人患者の受入れ体制整備はまだ途上段階にあると考えられた。観光局のホームページにおいて旅行保険加入の啓発や訪日外国人旅行者受入れ可能な医療機関の検索なども可能となっているが、医療機関の数といった枠組みだけではなく、言語、宗教や生活環境、医療事情、費用といった面で整備を図る必要がある。

熱中症については、ここ数年の調査にて7月、8月の熱中症搬送数の著明な増加が明らかとなり、特にオリンピックは熱中症が多発する時期の開催となることから対策が必須である。消防機関等により市民に向けての応急手当の啓発が進められているとともに、日本救急医学会が公表している熱中症診療ガイドラインでは学術的な面からの対応の推奨がなされているが、発生予測の新たな指標や予防法、救護所での first aid、現場での緊急度判断、救急初療での対応などの検討も必要と考えられた。

選手側医療スタッフへの応急処置・救急医療の教育研修については、選手用医務室に配置される医療スタッフが救急医ではなく、スポーツ医療を専門とする医師およびメディカルスタッフが中心になることから、心停止や多発外傷、重症外傷、災害やテロリズム発生時の対応について教育研修が必要と考えられる。IOCが求める水準を満たす実技を中心とした講習として、AEDを含む一次救命処置、頸部保護を含む外傷患者の初期対応と搬送、大規模事象発生時の基本的な考え方、その他競技特性に応じた講習が想定される。

A. 研究概要

日本臨床救急医学会の小委員会と共同で大会前後の救急医療ニーズや対応策、医療提供の際に生じる問題点の検討につき調整を行い、救急医療提供体制の構築につき提言を行うことを目的とした。具体的には、日本臨床救急医学会「東京オリンピック・パラリンピックに係る救急災害医療体制のための小委員会」とともに、①外国人観光客対応、②日常の救急医療業務への影響とその軽減、③熱中症の発生予測・現場判断・対応、教育・研修の開催対象等を課題とした。また、④選手側医療スタッフへの応急処置・救急医療の教育研修、⑤ボランティアへの応急処置教育（初期対応）、⑥法執行機関等初動要員に対する応急処置・救急医療の教育研修の構築についても課題とした。上記の課題の内、本年度は①、③、④についての検討を行った。

B. 研究結果

1. 外国人観光客への対応

日本政府観光局（JNTO; Japan National Tourism Organization）の調査によれば、2003年から2017年の訪日外国人数は、2013年に東京オリパラの開催が決定した後に急増ははじめ、2017年には合計28,691,073人となり、前年比で19.3%の増加が見られている。また、政府は2020年までに訪日外国人数を4,000万人に増加させるとしているが、開催決定後の推移をみると4,000万人は実現可能な人数であると考えられる。

国土交通省観光庁のデータでは訪日外国人の48%が東京に滞在し、平均の日本滞在泊数は6泊（7日）であった。これをもとに1日あたりの東京滞在外国人を算出すると、2016年の時点で22万人、2020年では38万人程度になると思われる。また、みずほ総合研究所は観戦外国人を80万人と予測しており、オリンピック開催中の訪日外国人は、現在の数倍に増える見込みである。

これらの訪日外国人に対して適切な救急医療を行うためには様々な課題が存在する。言語と医療通訳についての問題として、母国語では症状が伝えにくいだけでなく、医療通訳が介入しても患者のプライバシーを守る体制が必要となる。旅行保険に未加入の患者については医療費の支払いができないことが想定される。母国と日本との間では文化そのものと医療事情が異なることがあり、母国での常識が日本での非常識となる可能性がある。宗教上の問題や、生活レベルの相違から生じる問題も課題として考慮する必要がある。

国土交通省観光庁では、訪日外国人の医療費対策として、海外旅行保険への加入をHPで推奨しているが、未加入の外国人旅行者も多い（図1）。

言語の問題については、国土交通省観光庁として医療機関受診のガイドブックをホームページに掲載している（図2）。

厚生労働省は、医療通訳・医療コーディネータの配置により外国人患者の受入れ体制整備を進めようとしている。ホームページにおいて、医療通訳育成カリキュラムやさまざまな診療現場で使用される書類様式の多言語資料を公開している。これらの書類様式には診療申込書、選定療養費、院外処方箋の説明、診療情報提供書、入院部門、会計部門、問診票、手術・検査部門の書類等が含まれている。

国土交通省観光庁は、「観光ビジョン実現プログラム2017」において、診療所やクリニックも含め、訪日外国人旅行者受入れ可能な医療機関リストを作成しており、現在320箇所登録されているのを900箇所に増やすとしている。また、2020年までに外国人患者受入れ体制が整備された医療機関を100箇所整備するとしていた計画を2017年度中に前倒しとしている。

実際、日本政府観光局のホームページ上ではこれらの医療機関を検索することができるが、

東京都・救急科・英語対応で医療機関を検索しても 17 箇所の医療機関しか検索されず、十分な情報が提供されているとはまだ言い難い。以上のことから、訪日外国人への対応として、未

だ十分な準備ができているとは言い難く、医療機関の数といった枠組みだけではなく、言語、宗教や生活環境、医療事情、費用といった面で整備を図る必要がある。



図1 海外旅行保険への加入の推奨（国土交通省観光庁ホームページ）

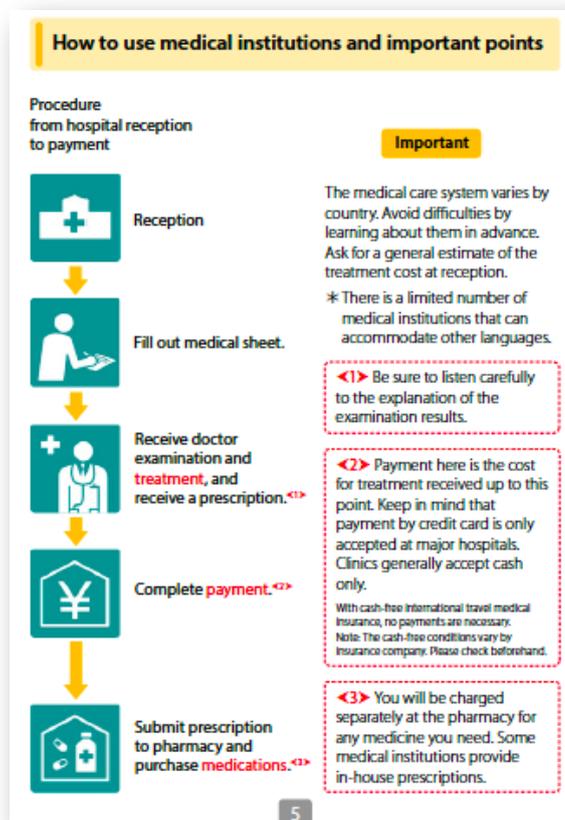


図2 医療機関受診のガイドブック（国土交通省観光庁ホームページ）

2. 熱中症への対策

東京消防庁の資料によると、熱中症の搬送件数は、ここ数年7月と8月に多く、各月で1,500人から2,400人、1日平均50人から80人が救急搬送されている。東京オリンピックの開催は7月24日から8月9日、パラリンピックは8月25日から9月6日であり、特にオリンピックは熱中症が多発する時期の開催となる。東京消防庁は、市民に向け、熱中症が疑われる際の応急手当を公表している（図3）。

日本救急医学会は、熱中症診療ガイドラインを公表し、学術的な面から対応の推奨をすすめている。そのCQのなかで、予測、予防、現場

対応（first aid、緊急度判定）についてのものは、CQ3：熱中症の発生に関係する気象条件、CQ4-1：熱中症の診断基準、CQ4-2：熱中症の重症度、CQ5：熱中症の予防・治療、CQ6：新たな冷却法、CQ7：冷却目標温度と冷却時間の6つのCQをあげている。上記以外にも、暑さ指数（WBGT）以外の発生予測にはどのようなものがあるか？ 予防法にはどのようなものがあるか？ 救護所でのfirst aidはいかにすべきか？ 現場での緊急度判断はいかにすべきか？ 救急初療での対応はいかにすべきか？ など、より範囲を広げたCQとして検討が必要である。

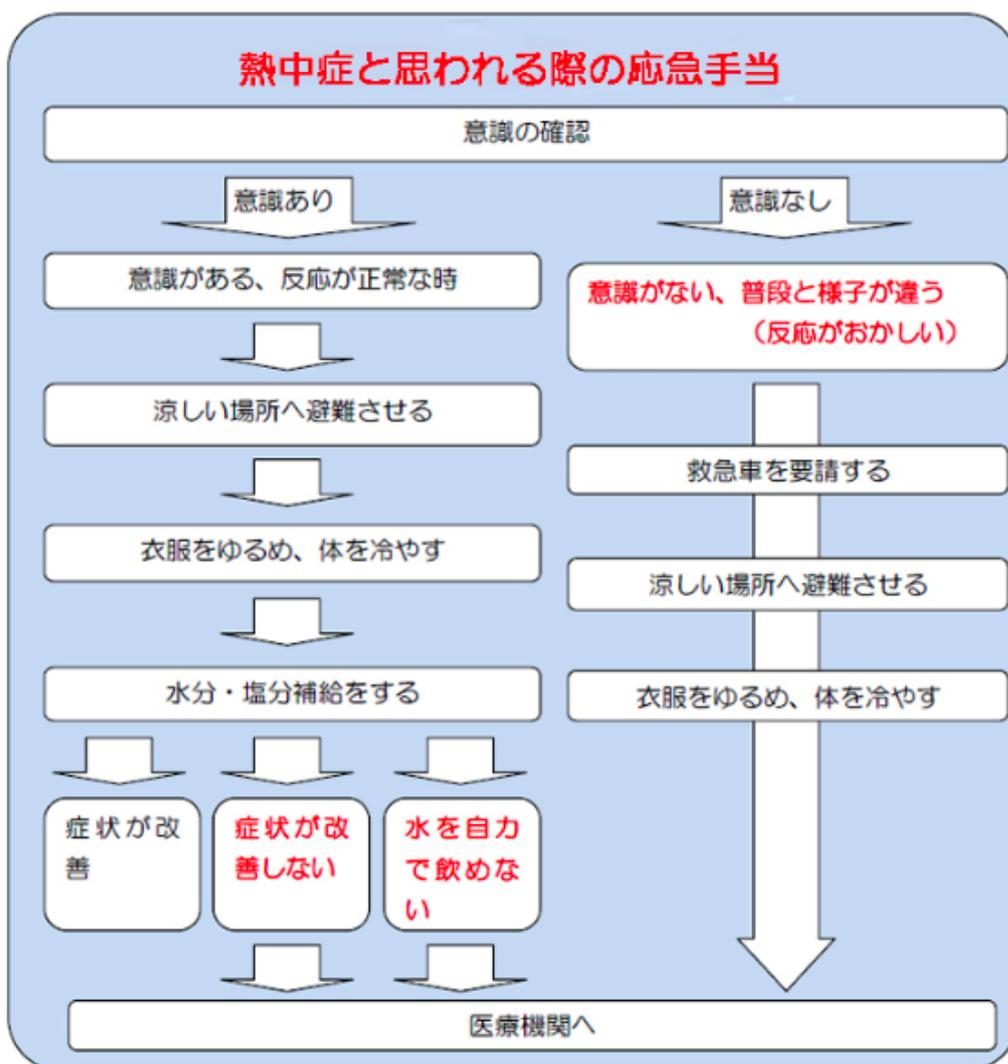


図3 市民向けの熱中症疑い時の応急手当（東京消防庁）

3. 選手側医療スタッフへの応急処置・救急医療の教育研修

東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会が提供する医療サービスの概要は図4に示すような予定とされている。

その中で、競技会場の医療体制は救急・災害医療の専門家である医師の Venue Medical Officer (医療責任者) と運営スタッフの責任者である Medical Operations Manager (会場責任者) の統括のもとで、観客用医務室と選手用医務室 (FOP; Field of Play) の両者が担うことになる予定である。観客用医務室は、東京都大規模イベントガイドラインに基づいて、医療機関からボランティアとして参加する救急医、看護師が中心となり配置される予定である。収容人員1万人あたり1か所の救護所が設置され、それぞれに医師1名、看護師4名を配置し、以後収容人員が1万人増えるごとに、救護所が1か所を増設し、医師1名、看護師2名が増員される予定である。選手用医務室 (FOP)

は、それぞれ実施される競技についての国際競技連盟 (IF; International Federation) 規則に基づいて、医療スタッフが配置される。診療の対象となるのは、原則として選手及び審判のみであり競技により医師、歯科医師、看護師、理学療法士等が配置される。当該競技の国内競技連盟 (NF; National Federation) を通して、当該競技に詳しい医師が配置される予定である。また、ファーストレスポnder (FR; First Responder) として、十分な応急手当の訓練を受けたボランティアが2人1組で会場内を巡回する予定である。FRにより傷病者が発生した際、医師や救急隊が到着するまで早期に応急手当を開始することで救命効果の向上を期待している。FRは応急手当セット、AED、アイスパック等を携帯する予定である。リオデジャネイロ大会では収容人員1,000人ごとに1名のFRが配置されていた。FRは各競技場の他、選手村やプレスセンター等にも配置される予定である (図5)。

組織委員会が提供する医療サービスの概要

- **全ての大会関係者** (アクレディテーション(AD)保有者※) および**観客** (チケット保有者)に対する医療体制を整備する。
- 選手村に**総合診療所 (ホリクリック)** を設置、運営する。
- 各会場において**医務室 (救護所)** を運営する。
- 上記施設の機能を超える治療・検査が必要な場合、**大会指定病院**に搬送する。
- 各会場等に専用救急車を配備する。
- 大会期間中、安全な**公衆衛生環境**を確保する。

※ AD:会場内の入出場を許可・制限するパス
観客を除く全ての大会関係者に与えられる
(写真はリオ大会のAD)



図4 東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会が提供する医療サービスの概要

競技会場の医療体制（案）



4

TOKYO 2020

図5 競技会場の医療体制（案）

選手用医務室（FOP）に配置される医師は救急医ではなく、スポーツ医療を専門とする医師およびメディカルスタッフが中心になると考えられる。競技による運動器外傷等を専門とするため、心臓震盪等による心停止や多発外傷や脊椎・脊髄損傷などの重症外傷についての知識と技術が不十分である可能性があり、競技中の事故だけでなく、万が一の災害やテロリズムが発生した場合への対応を含めた対応を可能とするため、選手側医療スタッフを対象に、IOCが求める水準を満たす実技を中心とした講習が必要となる。講習内容は、AEDを含む一次救命処置（実習中心）、頸部保護を含む外傷患者の初期対応と搬送（実習中心）、大規模事象発生時の基本考え方（座学のみ）、その他競技特性に応じた講習が想定される。講習は1日（6時間）で実施し、テキストは日本臨床救急医学会が中心となって作成することとした。実際の講習は、調整を経た上で、東京消防庁を中心と

した消防職員、日本赤十字社の指導員等に協力を要請する予定である。選手用医務室（FOP）の数と配置される医療スタッフの人数を勘案すると少なくとも20回程度の講習を実施する必要があると推定される。

C. 健康危機情報

なし

D. 研究発表

1) 論文発表

なし

2) 学会発表

なし

E. 知的財産権の出願・登録状況

なし

開催地域の救急医療体制の構築とリスク評価に係る研究

研究分担者 森村 尚登 東京大学大学院医学系研究科救急科学 教授

研究協力者

浅利 靖：北里大学救命救急医学教授	問田 千晶：横浜市立大学救急医学助教
安部 猛：横浜市立大学センター病院助教	中川 儀英：東海大学救命救急医学准教授
猪口 正孝：東京都医師会副会長	野口 英一：戸田中央医科グループ顧問
内山 宗人：横浜市立大学救急医学助教	服部 潤：北里大学救命救急医学助教
勝見 敦：武蔵野赤十字病院救命救急センター副部長	服部 響子：北里大学産婦人科助教
蕪木 友則：武蔵野赤十字病院救命救急センター副部長	淵本 雅昭：東邦大学医療センター大森病院看護部
橘田 要一：東京大学救急科学准教授	本多 英喜：横須賀市立うわまち病院副院長
坂本 哲也：帝京大学医学部救急医学講座教授	松田 潔：日本医科大学武蔵小杉病院副院長
高橋 耕平：横浜南共済病院救急科医長	吉田 茜：東京都立広尾病院看護部
高山 泰広：花と森の東京病院救急科医長	吉原 克則：東邦大学医療センター大森病院臨床教授
竹内 一郎：横浜市立大学救急医学教授	渡邊 顕弘：日本医科大学武蔵小杉病院救命救急センター助教

研究要旨：

【はじめに】大規模イベント開催時の救急・災害医療体制の構築にあたっては、具体的なリスクの想定が不可欠である。本分担研究班において、東京オリンピック開催中の開催地域内での同時多数傷病者事故（Mass casualty incident：MCI）を想定し、初期対応における至適救急車派遣台数ならびに搬送先医療機関業務負荷の視点からの至適搬送様式について検討した。【研究方法】東京オリンピック開催地域内にMCI発生場所（オリンピック村、新国立競技場、皇居外苑）と傷病者数（300人）および緊急度（緊急例20%・準緊急例20%）、病院収容終了時間（2時間以内）を仮定したうえで、海外先行文献の予測式に基づいて、初動時にMCI発生現場に派遣する必要がある救急車台数を算出した。次に、搬送様式をランダム搬送モデル（6km圏内または12km圏内の医療機関にランダムに搬送）、緊急度別搬送モデル（緊急例を6km圏内、準緊急例を6-12km圏内に搬送）に分けて、それぞれの搬送様式における死亡率と各医療機関の業務負担（時間当たりの収容傷病者数等）を試算し、最適な搬送様式を検討した。【結果】想定発生場所の各々において、300人中120人の緊急・準緊急例を発生後2時間以内に病院収容終了するための最少の初動時救急車派遣台数は50台であった。他の搬送様式と比べて緊急度別搬送モデルに基づく搬送様式では、予測死亡率は概ね5.0%で差異がなく、各医療機関の業務負担は最少であった。【考察】今回の被災仮定では、初動時に50台の救急車を派遣し、緊急度別搬送モデルに基づく搬送様式が最適な対応と考えられた。先行論文（米国データ）を基にしたパイロット研究であり、今後は本邦データを参考に改訂を図ったうえで、すべての会場で概算する必要がある。さらにイベントとは関係しない人口の高密度地域を想定した予測を行う必要がある。

A. 研究目的

大規模イベント開催時の救急・災害医療体制の構築にあたっては、具体的なリスクの想定が不可欠である。本分担研究班において、東京オリンピック開催中の開催地域内での同時多数傷病者事故 (Mass casualty incident : MCI) を想定し、初期対応における至適救急車派遣台数ならびに搬送先医療機関業務負荷の視点からの至適搬送様式について検討した。

B. 研究方法

まず、東京オリンピック開催地域内にMCI発生場所と傷病者数および緊急度を仮定した。MCI発生場所は、オリンピック村、新国立競技場、皇居外苑とし、想定傷病者御総数を300人とし、その緊急度の内訳を先行文献 (*Prehosp Disaster Med. 2016;31:413-421.) に基づいて、緊急例20%、準緊急例20%、低緊急例40%、現場死亡20%とした。これらの仮定を基に下記の検討を行った。

(1) 初動時の至適救急車派遣台数の検討

米国の先行文献 (*) の「1時間あたりの傷病者病院収容最大数：時間あたりの最大傷病者搬送率」の予測式に基づいて初動時の救急車派遣台数 (20-70台) 毎の病院収容終了時間を算出し、目標時間内 (本研究では2時間以内) での収容を実現するための至適台数を求めた。1台の救急車には1人の傷病者を搬送し、医療機関収容後再び現場に戻ると仮定した。予測式は下記を用い、各々の変数に当てはめた数値を示した。

$$EV = SS * (AR/SS) * (TV/AR) * (patients/TV) * (1/LM) * (minutes/hour)$$

EV : 1時間あたりの傷病者病院収容最大数 :
時間あたりの最大傷病者搬送率

SS : MCI発生現場の数=1

AR : 現場における傷病者の収容ポイント (アクセスルート) =1

TV : 救急車台数=20、30、40、50、60、70

LM : 救急車の現場-医療機関往復時間 (分) = 60分 (現場から6km圏内の医療機関収容の場合)

合)、90分 (12km圏内の場合)

(2) 至適搬送様式の検討

搬送様式をランダム搬送モデル (6km圏内または12km圏内の医療機関にランダムに搬送)、緊急度別搬送モデル (緊急例を6km圏内、準緊急例を6-12km圏内に搬送) に分けて、それぞれの搬送様式における死亡率と各医療機関の業務負担 (時間当たりの収容傷病者数、ICU入室者数、手術件数) を算出し、最も死亡率が低く医療機関業務負担の少ない搬送様式を検討した。なお1時間ごとの緊急度類型の変化率については、先行文献 (*) に基づき、1時間経過ごとに緊急例の10%が死亡に至ると仮定した。

C. 研究結果

全傷病者を2時間以内に病院収容するのに必要な最少の初動時救急車派遣台数は、緊急度別搬送モデルとランダム搬送 (6km圏内) では50台、ランダム搬送 (12km圏内) では60台であった (図1)。

No. of ambulance and transport time, total death, ICU cases, surgery cases: Severity model

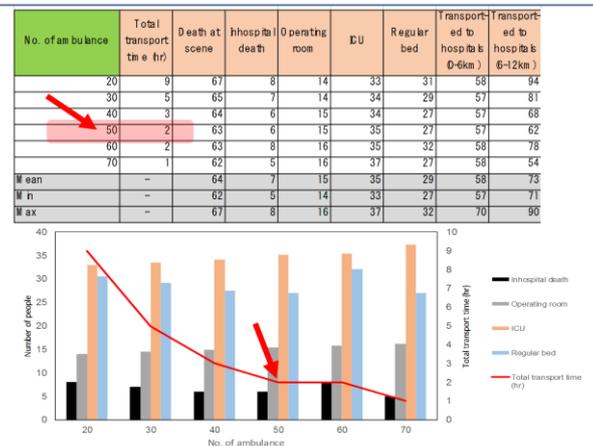


図1. 緊急度別搬送モデルにおける初動時の救急車派遣台数と全傷病者医療機関収容時間

また、いずれの搬送様式においても予測死亡率は概ね5.0%で差異がなかった (表1)。

表1. 初動時救急車派遣台数と各搬送様式における予測死亡率

		Severity M	CircM60	CircM90
		In hospital death rate		
No. of ambulance	20	5.3%	4.9%	4.5%
	30	5.1%	4.4%	4.9%
	40	4.8%	5.3%	5.1%
	50	5.0%	5.4%	5.3%
	60	5.9%	6.2%	4.9%
	70	4.5%	3.8%	5.6%
	Mean	5.1%	5.0%	5.0%
	Min	3.9%	3.9%	4.9%
	Max	5.0%	5.6%	4.7%

No. of ambulance : 初動時の救急車派遣台数、Severity M : 緊急度別搬送モデル、Circ M60 : ランダム搬送レベル (6km圏内)、Circ M90 : ランダム搬送レベル (12km圏内)、Mean : 平均値、Min : 最小値、Max : 最大値

また、他の搬送様式と比べて緊急度別搬送モデルに基づく搬送様式では、各医療機関の業務負担は最少であった (図2)。

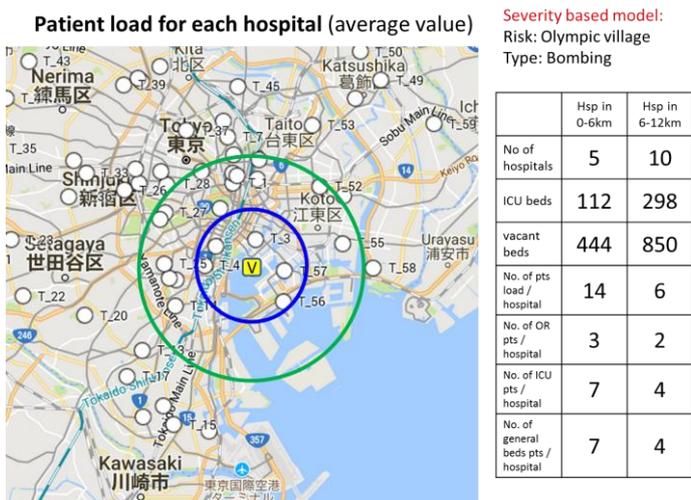


図2. 緊急度別搬送モデルにおける医療機関業務負担 (MCI発生想定場所: オリンピック村)

D. 考察

今回の被災仮定では、初動時に50台の救急車を派遣し、緊急度搬送モデルに基づく搬送様式が最適な対応と考えられた。

E. 結論

今回の解析は、リスク評価の点で有用である。先行論文 (米国データ) を基にしたパイロット研究で

あり、今後は本邦データを参考に改訂を図ったうえで、すべての会場で概算する必要がある。さらにイベントとは関係しない人口の高密度地域を想定した予測を行う必要がある。

F. 研究発表

1. Morimura N. Time courses of patient load at hospitals in the setting of previous Mass Casualty Incident in Japan: using mass-balance dynamic simulation model. French-Japanese week on disaster risk reduction. Oct.2, 2017, Tokyo.

G. 知的財産の出願・登録状況

特になし

東京都医師会と連携した医療体制の構築：
ロンドンオリンピックのテロ対応準備に係る調査・研究

研究分担者 山口 芳裕 杏林大学医学部救急医学 教授

研究要旨：

ロンドンオリンピックにおいて展開されたテロ対策は、過去のオリンピックでは最も重厚なもので、現代の都市テロ対策のお手本と言われるまでに進化したものであった。しかし、その要諦は、ヘリコプターを搭載する揚陸艦「オーシャン」がテムズ川を遡上して会場近くで待機したり、地对空ミサイルを民間アパートの屋上に設置したりするハード面では必ずしもなく、機能別対応部隊（一般治安対応、群衆事案対応、爆発物事案対応、銃器テロ対応等）の相互連携の調整と、緻密なシナリオによって入念に繰り返された訓練にあったと言える。こうしたロンドンオリンピックにおける対策の分析・調査は、2020年東京オリンピック・パラリンピックにむけ、きわめて貴重な情報と課題を提供してくれるものである。

A. 研究目的

英国は、米国とともに世界で最も先進的なテロ対策を実施している国のひとつである。英国がテロ対策に力を入れてきた背景には、北アイルランド問題がある。1980年代以降、長きにわたるアイルランド共和軍（Irish Republican Army：IRA）との闘いを通じて培われたものとも言える。IRAによるテロは多くの犠牲者を出してきたが、爆弾を使用し、テロ予告を行うところにその特徴があった。そのため、英国のテロ対策関係者は、IRAの常套手段である爆弾テロ対策に多くの時間と労力を費やさざるを得ず、爆弾に傾倒し過ぎる傾向にあったことも事実である。

他方、1990年以降の世界は、テロ行為主体の拡大化と手段の多様化が拡散した。とりわけ、2001年9月11日の米国同時多発テロ事件は、英国の対テロ政策の大きな転換点となった。警察の権限は大幅に強化され、多様な手段に対する対応能力の向上が図られた。

その結果、2012年ロンドンオリンピックのメイン会場に展開されたセキュリティ対

策は、現代の都市テロ対策のお手本とも言えるまでに進化していた。ヘリコプターを搭載する揚陸艦「オーシャン」がテムズ川を遡上して会場近くで待機したり、地对空ミサイルを民間アパートの屋上に設置したり、高周波電気フェンスで敷地を囲むなどの軍事作戦を展開した。また、カメラによる顔認証を始めとする種々の生体認証技術や、ドローンの活用、SNSで発信される膨大なデータの情報分析技術が採用された。

こうした対策は、過去のオリンピックにおけるセキュリティ対策の中で、2020年東京オリンピック・パラリンピックにむけて、最も貴重な情報と課題を提供してくれるものである。

B. 研究方法

英国家 CBRN センターを訪問し、イアン・ウォムズリー所長を始め関係者に面談、聞き取り調査を行った。また、提供された公文書の内容について、調査・分析を行った。

英国家 CBRN センターは、2001年に発足した内務省直轄の組織である。平時においては、警察・消防・救急隊等の初動対応者

を対象に訓練を実施し、英国内における CBRN テロ対処能力の向上を図っている。一方、有事には事案対処に必要なアドバイスを提供する組織として機能する。警察、消防、救急からの出向者から構成され、医療専門家も所属している。

ロンドンオリンピックの準備を経て、英国内のテロ対処能力は飛躍的に向上したと分析されている。オンライントレーニングの頻回な実施に加え、それまでは縦割りだった活動部分も、少人数の混成チームによる対処訓練を繰り返すことで、警察・消防・救急の連携が深化している。英国家 CBRN センターは、その主体的な役割を演じている機関である。

C. 研究結果

1 組織概要

(1) 英国家 CBRN センター（以下、「センター」と表示）は、第一次湾岸戦争や東京地下鉄サリン事件の発生を契機に、CBRN テロの脅威の高まりを受けて、2001年に設置された組織である。現在、センターには、警察、消防、救急等からの出向者として、34名の常勤職員がおり、警察出身者（警視正）が組織の長を務めている。

(2) 英国内におけるテロ対策ネットワークは、地域ごとに編成され、警察、消防、救急といった「緊急対応要員（first responder）」が緊密に連携できるシステムとなっている。センターは、CBRN に特化した「国家版」の組織との位置づけである。

(3) 平時におけるセンターの業務の一つに「訓練」がある。現場の対応要員（front-line responder）の訓練だけではな

く、指揮官を対象とした訓練も別コースで実施しているほか、資機材の研究・運用も実施している。24時間当直体制を敷いており、事案発生時にはセンターの担当官が専門家としての知見に基づく指導や助言を現場対処機関に与えることが可能である。また、センターでは、事案対処に係る科学的な助言だけでなく、大規模警備イベントの実施計画立案に際して、戦術的指導や助言も行っている。

(4) センターが対応する事案は、年間平均で 700 件程度。その多くは化学物質を用いた自殺事案への対応や、いわゆる不審な「白い粉」事案への対応である。

(5) センターでは、センター外の科学者、専門家とも緊密に連携している。また、センター内には 8 人の医療専門家を有している。センター外の専門家として、Dstl (The Defence Science and Technology Laboratory) 関係者と緊密に連携しているし、センター内の医療専門家はそのネットワークを活用して様々な情報収集・分析を行っている。特に、センター内外の研究者とのネットワークはここ 2 年くらいに深化したと自負しているところである。

2 英国における CBRN テロ対策

(1) 現在、全英警察において、累計約 3,500 人の警察官が CBRN テロ対策の訓練を受けており、事案発生時には彼らが専門家として対応することが期待される。彼らは防護資機材を着装し、現場において人命救助、鑑識、捜査、原因物質の特定などの作業に従事する。

(2) 消防にも、原因物質を特定する機能を有し即時対応できるユニットが、全国に

19 部隊が配備されている。

(3) センターは、こうした人的リソースを予めすべて掌握しているため、CBRN 事案発生時には 30 分以内に現場に臨場させられる体制を敷いている。

3 ロンドンオリンピックの教訓

(1) 英国における CBRN テロ対応能力は、2012 年のロンドンオリンピックの準備期間を通じて向上した。オリンピック準備に際しての脅威評価では、爆発物や銃器テロのリスクにやや重きが置かれていたが、CBRN テロについても一定の留意が必要という評価のもとで、各種対策能力の向上に努めた経緯がある。例えば、第一線で対応する要員にはオンライントレーニングをきめ細かく実施することで、「何か」が発生した際の「兆候や被害者の症状」から、いかに対応すべきかというマニュアルの周知徹底を図ることができた。

(2) オリンピックの準備をする上において殊更重視したのは、「現実的なシナリオを想定した上で訓練を繰り返す」ことであった。十分に分析された妥当性のある脅威評価の下で、起こり得る正しいシナリオをセッティングし、テストを繰り返した。現在は、年間 4～5 回の大規模 CBRN テロ関連訓練を実施するに至っている。訓練は、英警視庁のテロ対策コマンド (S015) と合同で実施し、警察・消防・救急の連携を丁寧に確認することに努めている。なお、テロ事案においては、軍の出動は原則として想定されていない。

(3) オリンピック準備以前は、英国の CBRN テロ対策は現場対応機関ごとに縦割りで、横の連携がきちんと取れていなかった。そ

こで、例えば「白い粉」への対応訓練では、警察官 2 名、消防 2 名、救急 2 名の合計 6 名という小さなチームを組ませて、チームでの活動を行うことを徹底させた。また、図上訓練の効果を過小評価するべきではない。化学・放射性物質を搭載したタンカーが衝突した、というような想定はなかなか実地に行うことができないので、図上訓練により十分な効果が得られている。

(4) ロンドンオリンピック成功の背景には、CBRN テロ対策部隊のみならず、各機能別対応部隊(一般治安対応、群衆事案対応、爆発物事案対応、銃器テロ対応等)の相互連携がきちんと調整されていたことであげられる。オリンピックセキュリティ調整センター (NOCC) が、各省庁の垣根を越え、各部隊をきちんと調整・統括する上で、十分な機能を果たした。

(5) センターは、英国を CBRN テロから守ることを使命としているが、英国外の英国権益を守ることもその使命に含まれる。この点において、東京オリンピックは英国関係者が参加する英国権益関連事案とみなされるため、英国側で協力できることがあれば惜しみなく協力する用意がある。両国の知見・経験を共有することができれば、ますます有益と考える。

4 質疑応答・その他

(1) マンチェスター爆弾テロ事案では、「ダーティボム」としての取り扱いがなされなかったのはなぜか？

(回答) 本事案は単純な「爆弾事案」として、現地マンチェスター警察、消防、救急が現場でよく連携して対応した。「ダーティボム」でないこ

とは、現場の状況や被害者の症状から容易に判断できた。

- (2) 3月のウェストミンスター事案で、被害者が最小限に抑えられた要因をどう分析しているか？

(回答) 発生現場の直近に大病院があり、そこでの応急医療がスムーズに行われたことが挙げられる。発生現場と病院の距離というのは、犠牲者数に影響を及ぼす要素である。

- (3) 銃器テロ対応に際して、救急隊員の安全確保はどのようになっているか？

(回答) 警察は、①規制線の設定(避難誘導)、②犯人の制圧、③規制線内にいる被害者の救出オペレーションを同時並行に行わなくてはならない。これは極めて難度の高いオペレーションである。これに現場の救急隊員をどう関与させるか、は英国においても、ブラインド方式の訓練を繰り返しながら、戦術を開発している状況である。防弾装備を施した救急隊員が「Warm Zone」内で活動できるようにする訓練も進められている。人命救助の観点から、警察と救急隊員の連携が重要であることは論を俟たない。

D. 考察

英国も、わが国同様に行政機構の分掌・縦割り問題を抱えてきた。2004年に危機管理に関わる一括法である「民間緊急事態法」が制定され、その下で国と地方のあらゆる関係機関が連携する枠組み作りが模索されてきた。

開催地ロンドンにおいても、33の区と大ロンドン市、警察・消防・救急等の緊急サービスおよび電気・水道・交通等の事業者の間でチームが生まれ、オリンピックに向けたリスク評価や情報共有、事態対応の計画策定が行われた。考え方や対応策について、決して一枚岩とは言えなかったが、共同作業の第一歩として、さまざまな機関の異なる考え方を共通のテーブルの上で突き合わせた。今回の面談者によれば、この経験こそがオリンピック後のレジリエンスを高めることにつながったという。

そして、もう一つ強調されたことは訓練の重要性であった。訓練は、できる限り現実に近い状況や臨場感のあるシナリオのもとで実施することが重要である。その優れたシナリオ作りの前提となるのがインテリジェンスの介入である。テロ対策をより強固なものにするためには、過去の事例を参考にした教育や訓練を継続的に実施して経験を積み上げると同時に、最先端のインテリジェンスによって最も蓋然性の高い想定に対する新たな知識や技術を不断に取り入れることが必要となる。

E. 結論

- (1) オリンピック準備を通じて強化したテロ対応能力は、その後の貴重な遺産(レガシー)となる。
- (2) 準備過程では、「現実的なシナリオを想定した上で訓練を繰り返す」ことが重要である。シナリオ作成には、緻密かつ正確なインテリジェンスが前提となる。
- (3) 現場対応では、テロ対応にあたる機能別対応部隊(一般治安対応、群衆

事案対応、爆発物事案対応、銃器テロ対応等)の相互連携の調整が必須である。英国においては、オリンピックセキュリティ調整センター(NOCC)が、各省庁の垣根を越え、各部隊をきちんと調整・統括する上で、十分な機能を果たした。

F. 研究発表

特になし。

G. 知的財産権の出願・登録状況

特になし。

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
木村昭夫, 大友康弘, 他	銃創・爆傷患者診療指針	日本外傷学会雑誌	32巻3号	掲載予定	2018

厚生労働行政推進調査事業費補助金
（厚生労働科学特別研究）
2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けての
救急・災害医療体制の構築に関する研究

平成 29 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 横田 裕行（日本医科大学大学院医学研究科外科系救急医学分野）
東京都文京区千駄木 1-1-5 Tel. 03-3822-2131