

「CBRNE テロ災害の事例に関する研究
：イスラエルにおけるテロ対応」

「CBRNE テロリズムへの対応における
矛盾に関する研究」

研究分担者 竹島 茂人

(自衛隊中央病院 診療科 総合診療科部長)

平成 30 年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
（総合）研究報告書

「CBRNEテロリズム等の健康危機事態における原因究明や医療対応の向上に資する基盤構築に関する研究」

「CBRNE テロ災害の事例に関する研究：イスラエルにおけるテロ対応」

「CBRNE テロリズムへの対応における矛盾に関する研究」

研究分担者 竹島茂人（自衛隊中央病院 診療科 総合診療科部長）

研究要旨

1 年目は、CBRNE で使用される爆弾テロに注目し、爆弾そのものによって引き起こされる身体損傷について研究した。一次～四次爆風損傷について、また診察アルゴリズムや一般の外傷診療と異なる注意点を見出した。

2 年目は、本邦における CBRNE テロリズム等の健康危機事態における医療対応の向上に資する基盤構築を進めるため、イスラエル国の Authority of Hospitalization、National Emergency Management Authority、Israel Defense Force、Home Front Command の担当者を訪問し、イスラエル国の最新動向等に関する意見交換を行って考えを共有した。その結果、イスラエルにおける災害対応について調査を行った。イスラエルには災害対応を専門に行う国レベルの機関が存在し、各省庁との連携が行われていた。また、現場レベルの対応では、軍事的な災害とそれ以外の災害への対応という分け方が行われており、特に、ミサイル攻撃に化学剤等が含まれる事案に関しては、警察などが対応を行わず、軍事的な訓練を受けている、Homefront Command という機関が対応を行っていた。本邦においても、2020 年東京オリンピック・パラリンピックの開催や近年の北朝鮮のミサイル発射などを鑑み、自然災害のみならず、テロ攻撃などの災害への対応を行うための災害対応機関や専門性の訓練を行っている対応機関について、イスラエル等の災害対応を参考にしながら、今一度議論を行って、万が一のための救護体制を確立する必要があるのではないかと考えられた。

最終年度は、CBRNE テロリズムへの対応における矛盾に関する研究を訓練などの結果を基に実施した。CBRNE テロを想定した訓練を行うと次のような常識に従わなければならない。①爆弾テロでは、2 つ目もしくは 3 つ目の爆発があるので現場の安全化を行わなければ現場に進入してはならない。②爆弾の中に、C 剤や B 剤もしくは N 剤が入っているかもしれないので、それらの検知を行わなければならない。③NBC 剤が検知されれば、ゾーニングをして人の出入りを制限し、ホットゾーンにはタイプ A の防護衣を装着した者しか入ってはならない。また傷病者は現場で水除染を行わなければ、医療機関へ搬送してはならない。以上の常識に従うと現場で傷病者は、短くて 30 分 場合によっては 1 時間以上の待ち時間を我慢しなければならない。その待ち時間の間に、多くの傷病者は死亡するか重篤な状態に陥ってしまうことは、想像に難くない。日本が過去に経験した NBC 災害と対テロ先進国であるイスラエルのテロ対応から、日本が行うべき現場におけるテロ対応を模索した。

A. 研究目的

【平成 28 年度】

爆弾テロにより引き起こされる可能性のある身体損傷等を明らかにし、診察・治療・後送等が適切に行われ、もって国民に対する危機管理に資する。

【平成 29 年度】

本邦における CBRNE テロリズム等の健康危機事態における医療対応の向上に資する基盤構築を進めるため、また 2020 年の東京オリンピック・パラリンピック開催に向け、テロに対する医療救護体制について、テロ対応の先進国とも言えるイスラエル国を訪問し、関係機関・災害医療に関する国際学会等へ参加・調査を実施し、CBRN テロ等に関するイスラエル国の最新動向等に関する意見交換を行って考えを共有した。

【平成 30 年度】

CBRNEテロ・災害時に現場で起こる矛盾を見出して、対応策を提言する。

B. 研究方法

【平成 28 年度】

市販の書籍、インターネット上の情報さらには、陸上自衛隊内で教育されている内容で公開できる資料から、必要で信頼できる情報を抜粋し、必要な部分をまとめた。

【平成 29 年度】

イスラエル国の Authority of Hospitalization、National Emergency Management Authority、Israel Defense Force、Home Front Command の担当者を訪問し、イスラエル国の最新動向等に関する意見交換を行って考えを共有した

【平成 30 年度】

松本サリン事件、地下鉄サリン事件についての報告書や文献、そしてイスラエルのテロ専門家の講演等による情報収集を行う等、大量殺

傷型テロに関係する情報を収集し、分析・検討した。

(倫理面への配慮)

既に発表されている文献等が対称なので、倫理的配慮は不要。

C. 研究結果

【平成 28 年度】

別添資料参照

【平成 29 年度】

1. イスラエルにおける災害

イスラエルでは、災害を Civil Events (市民災害) と Military Events (軍事災害) の 2 つに大きく分け、法整備、災害対応を行っている。Civil Events (市民災害) とは、主に国内の災害であり、国家警察が指揮・命令を担うことになっており、Military Events は主に国外からの災害であり、イスラエル防衛軍 (Israel Defense Force : IDF) が指揮命令を担っている。イスラエルでは、災害を大きく 7 つの種類に分けている。

① 本格的な戦争、限局的な衝突

イスラエルは、過去に隣国のレバノン等と戦争を行っている。いわゆる外国と戦闘を行うものである。イスラエル国としては、現時点では他国との戦争、を行っているという認識ではなかった。シリア情勢が目まぐるしく変化しているが、イスラエル国はそれら勢力に対して、また、レバノンに対しても国境警備を行っているとのことであった。ヨルダンとエジプトとは平和協定を結んでいる。ガザ地区はイスラエル国の一部であり、その中では 2014 年、2015 年に大規模な衝突があり、これらは戦争ではなく、限局的な衝突、として認識されていた。

② 大規模なテロ攻撃

イスラエル国内ではアラブ系民族によるナイフ等による単独の殺傷事件などが起きている。これらはテロ攻撃ではあるが、事件として取り扱われている。現在までに、大規模なテロ攻撃は、1972年のテルアビブ空港乱射事件や1975年のSavoyホテルの人質事件など、1970年代には頻繁に発生していた。しかし、1980年代以降は大規模なテロ攻撃は行われておらず、Islamic State of Iraq and Syria (ISIS)によるシナイ半島やゴラン高原への化学攻撃が脅威となっており、また、撤退したシリア軍が残した武器によるテロ攻撃がテロリストには可能となっており、それらが懸念されている。

③ 自然災害(地震・津波)

イスラエルでは、台風や大雨などによる風水害は気象条件上、発生しない。しかしながら、シリア・アフリカ断層がイスラエル国の中心を走っており、アフリカ・アラビアプレートのずれによって地震が発生しているが頻度は少ない。約90年前に大規模な地震が発生しているが、近年では1995年に揺れの大きい地震が発生している。地中海周辺で特に地震が多く発生しており、津波も過去に20回程発生している。歴史的な大きな周期を鑑みると、大規模な地震が発生する可能性が非常に高くなっているとのことであった。

④ 複数地域における暴動

イスラエル国ではガザ地区を含むパレスチナ人地区において、頻繁に暴動が発生する。こちらは市民によるものが多く、インティファダと称される場合もある。インティファダとは「イスラエルによるパレスチナ軍事占領に対する2度の民衆による抵抗運

動)」と理解されており、実際には「振り落とす」という意味がある。これまでに第1次インティファダ(1987年)、第2次インティファダ(アル=アクサ・インティファダ)(2000年)が発生している。また、近年ではアメリカ合衆国のトランプ大統領によるイスラエル首都の認識やアメリカ大使館のエルサレムへの移動に対し、インティファダの発生が懸念されている。

⑤ 工場等の故障・事故等による災害

イスラエル国内には、化学工場、製薬工場、さらには大規模火力発電所などがあり、大規模な事故は発生していないが、事故の発生する可能性は否定できないとのことであった。

⑥ パンデミック

イスラエルではパンデミックについても災害として認識している。これまでに、ジカウィルス、SARS、新型インフルエンザ(H1N1)をイスラエル国内でその発生を確認しているとのことであった。

⑦ 大規模なサイバー攻撃

近年のIT産業の発展により、様々なサイバー攻撃が確認されるようになってきているが、イスラエルにおいては、特に政府関係のサーバーに対して、1時間に約500件近いサイバー攻撃やフィッシング攻撃が行われているとのことであった。イスラエル国内のIT産業も世界有数の発展を遂げており、これらサイバー攻撃等に対しては、多くの対策が取られているとのことであった。

2. イスラエルの災害対応機関

こうした災害に対し、イスラエルでは災害対応機関が整備されている。政府機関としては、

国防省、公安省、保健省、Ministry of Social Affairs and Service、そして Local Government が対応を行う。さらには、災害対応に特化した機関として、National Emergency Management Authority(NEMA)が設置されている。また、イスラエルには、Homefront Command と呼ばれる防衛軍が設置されており、災害現場での対応を、警察、消防、救急機関と共に行っている。

・ NEMA について

NEMAは2006年のレバノン侵攻後に、災害時に経済を継続するための各機関との調整を行う目的として設立されている。主な役割としては、災害時の各災害対応機関の総合的コーディネートを実施する(図 1)。具体的には、各機関の情報を収集し、その情報を国防省へ情報提供する。

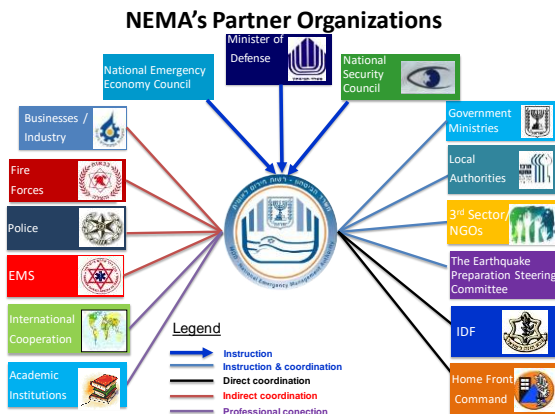


図 1: NEMA のコーディネーション

NEMA はさらに、災害についての十分な検討を行って災害想定を作成し、訓練の企画、実施している。さらに、災害による被害を最小限に留めるためのインフラの整備や災害時の国民生活水準の維持、企業運営の維持を支援している。

・ Homefront Command について

Homefront Command は第 1 次湾岸戦争(1992 年)時に、IDF の後方支援活動、テロ攻撃や暴動からの市民生活の防護、災害

救助活動などを行う事を目的と設立された。約 80,000 人の兵士(常設と予備)が在籍し、Civil Events と Military Events の両方を対応する。特に Military Events においてはミサイル攻撃に対する国家警報システムの運営を実施、病院等への NBC 災害対応の訓練の実施等を行っている。さらに、Civil Events では、国内外にサーチ&レスキューチームの派遣や、災害時には被災地に診療所を設置、犠牲者・負傷者の搬送を実施している。

平時には、建造物の構造をチェックし災害時への対応方法を検討、訓練を実施し、テレビ CM やネット上の動画サイト、さらにはパンフレットなどを作成し、ミサイル攻撃時の避難方法や、地震等への対応方法などの広報活動を行っている(図 2,3)

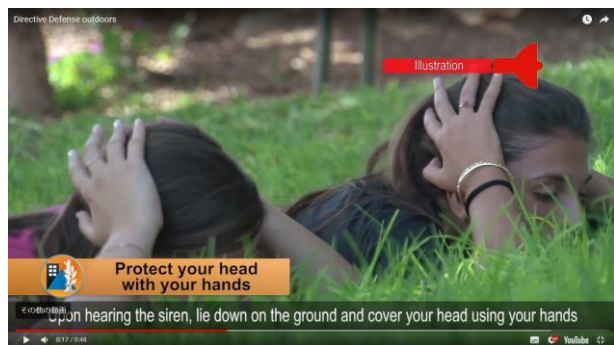


図 2. Homefront Command が作成したミサイル発射時の市民の対応方法ビデオ



図 3. 災害対応方法のパンフレット

3. イスラエルの災害対応方法

イスラエルにおける災害対応はその Events によって変化している。地震発生の場合、国レベルでの対応は Ministry of Public Security (公安) が実施し、NEMA が各省庁間の情報共有を行う(図 4)。

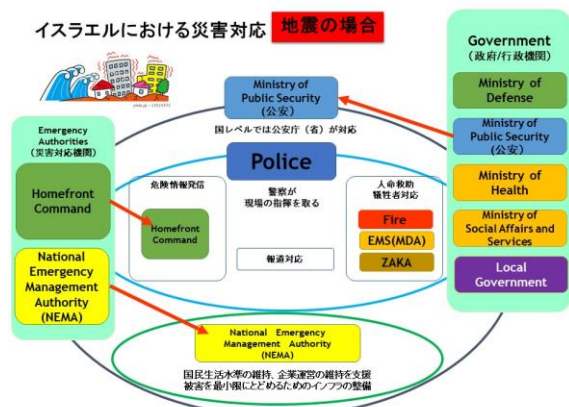


図 4. 地震時における災害対応

現場では、警察が指揮をとり、救助・救急は消防機関、救急機関が実施する。イスラエルには、災害による犠牲者への対応機関として ZAKA (ヘブライ語で『犠牲者の身元確認』) も設置されている(図 5)。また、災害時の危険情報の発信を Homefront Command が実施する。



図 5. 現場で対応を行う ZAKA

ミサイルによる攻撃が行われた場合、国レベルの指揮は、Ministry of Defense (防衛省) が担い、NEMA が各省庁からの情報を集約する。現場では、地震と同様に警察が現場の指揮を

とり、消防・救急機関が救助・救急の対応を行い、危険情報の発信を Homefront Command が実施する(図 6)。

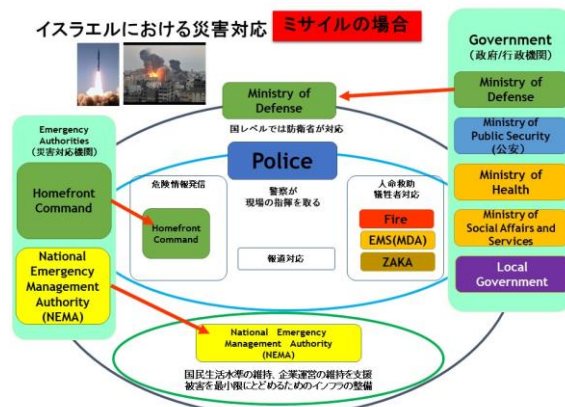


図 6. ミサイル攻撃時の災害対応

災害がミサイル攻撃であり、かつミサイルの攻撃に化学剤が含まれる場合は、国レベルは Ministry of Defense が指揮を取るが、現場レベルの指揮、救助、救急対応はすべて、Homefront Command が実施することになっている(図 7)。

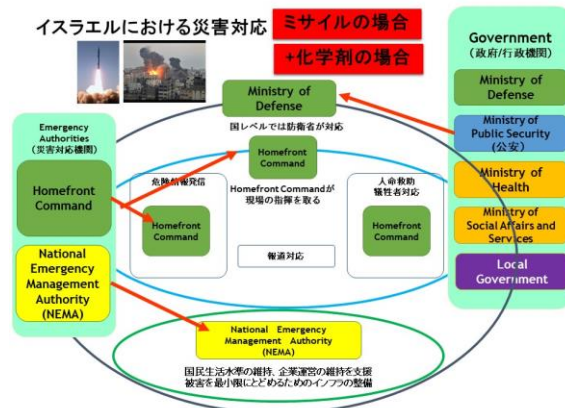


図 7. ミサイル攻撃に化学剤が含まれる場合の災害対応

【平成 30 年度】

・松本サリン・地下鉄サリンからの教訓

特に地下鉄サリン事件では、当初は神経剤によるテロとは誰も考えていなかったために、防護衣なしで救助・搬送そして治療を行って

る。神経剤のコンタミネーションで医療従事者が縮瞳した報告はあるが、治療が必要な状態に陥った報告はない。

・現場での除染について

脱衣による乾的な除染のみで、99%の除染効果があるとの報告がある。現場で水的除染を行うことが、現時点で常識となっているが、早期の搬送と治療開始を優先する際には、乾的除染のみを現場で行うのが適切と考える。

・現場の安全化について

爆弾テロが発生すると、2つ目の爆弾に注意が必要である。そのために、現場の安全化がなされなければ救急隊は現場に入らないという原則が作られてしまっている。が、誰が現場の安全化を宣言するのか？警察は、何を根拠にして現場の安全化を保障できるのであろうか？また警察は、自身にそのような任務があることをそもそも理解しているのであろうか？

・警察による現場検証のための規制線そして消防によるゾーニングは必要か？

そもそも現場で患者の搬送を行っている最中に、規制線を張る必要性があるとは到底思えない。消防学校で平成31年1月25日に行われたサリン散布シナリオでも訓練の際に、現場に駆けつけた警察官が張った規制線が患者搬送を妨害していたのを見ている。

消防によるゾーニングについても、その目的や効果について再検討すべき時期に来ていると考える。タイプAの防護服についても、それが必要となるケースは非常に稀でサリン等の神経剤使用では、タイプCで十分であることは周知の事実である。

D. 考察

【平成 28 年度】

爆弾による物理的な損傷に関する資料を収集した。今後は、爆弾内に仕込まれる可能性のある、化学剤(特に神経剤やビラン剤)、生物

剤、放射性物質等についての調査研究を行っていききたい。その際に、諸外国におけるCBRN Eテロ対策についても情報を収集し、参考にしていきたい。

【平成 29 年度】

イスラエルにおける災害対応について調査を行った。イスラエルには災害対応を専門に行う国レベルの機関が存在し、各省庁との連携が行われていた。また、現場レベルの対応では、軍事的な災害とそれ以外の災害への対応という分け方が行われており、特に、ミサイル攻撃に化学剤等が含まれる事案に関しては、警察などが対応を行わず、軍事的な訓練を受けている、Homefront Commandという機関が対応を行っていた。

本邦においては、災害は内閣府が中心となって対応を行うが、それぞれの省庁が実質の現場運営の指揮を行っている。また、日本ではテロや化学剤への対応は、消防、警察、自衛隊、海上保安庁などそれぞれの機関で対応訓練を行っているが、実際の現場の活動は、統一された指揮機関はなく、それぞれがそれぞれの指揮官に従って活動を行う形になっている。

オリンピック時には、1972年のミュンヘンオリンピックテロ事件、1996年アトランタオリンピック爆弾テロ事件などのテロ災害が発生している。2020年の東京オリンピック・パラリンピックでは世界中から人々が集まり、非常にラージスケールのマスギャザリングイベントになると考えられる。また、それと同時に近年は北朝鮮ミサイルの発射が頻繁に行われており、日本へ着弾する能力のあるミサイルをすでに保持していることが確認できる。これらを踏まえ、本邦においても、こうしたイベントへのテロ攻撃やミサイル等の攻撃などによる災害への対応を行うための災害対応機関や専門性の訓練を行っている対応機関について、イスラエル等の災害

対応を参考にしながら、今一度議論を行って、万が一のための救護体制を確立する必要があるのではないかと考えられる。

【平成 30 年度】

テロ先進国であるイスラエルでは、ポリシーを持ってテロ対処されている。「テロが起こっても被害を最小限に止め、なるべく早くテロ発生前の状態に現場と社会を復帰させる」が重要とされている。従ってテロが発生しても被害を最小限に止めるために、以下の4つが行われる。①20分以内に現場から全ての傷者を搬送する。②1時間以内に傷病者は病院で治療が開始される。③警察による現場検証は3時間以内に終了し、3時間後には交通規制等は解除されてテロ発生前の状態に戻す。④1週間以内に破壊された壁や建物等の修復を終了する。

もし、日本でテロが発生したら、マスコミは、長期にわたって繰り返し、大々的に報道して国民のレジディエンスを低下させるであろう。テロ現場は警察の管理の下、長期にわたって保存され、マスコミはそのテロ現場を繰り返し国民の目に触れさせるであろう。テロリストは、それを見て大いに喜び、繰り返しテロを行うことを決意するであろう。

E. 結論

【平成 28 年度】

以下の事項が明らかとなった。

・爆発による身体損傷は、鋭的損傷、鈍的損傷、熱傷、四肢断裂、クラッシュ症候群、空気塞栓等が複合した損傷形態をとる。

・爆弾の爆発による損傷は、その発生メカニズムにより、一次から四次爆風損傷の4つに分類されている。

・特異的な損傷は一次爆風損傷であり、身体の外見上に損傷がなくても、爆風による風圧に

より身体内部の鼓膜、肺、腸管などに損傷を受ける。

・テロリストは、爆弾内に釘やボールベアリングそして放射性物質(ダーティーボム)や化学剤(サリンなど)を仕込むことがある。また、救助者に対する二次被害を狙った重複爆弾テロを行うことがあり、不用意に現場に近づかない等の注意が必要である。

【平成 29 年度】

イスラエル国における、災害対応機関、省庁を訪問し、イスラエルにおける、軍事的攻撃やテロなども含む災害対応について情報収集した。

【平成 30 年度】

テロ対策を本気で行うならば、対テロ教育をしっかりと行い、日本社会が正しくテロ対処できるようにしなければならない。

F. 研究発表

1. 論文発表

2. 学会発表

竹島茂人. 『イスラエルにおける災害対応』平成 29 年度第 2 回 NBC ネットワーク専門家会合 2018.2.22

竹島茂人. 大量殺傷型テロに対する諸問題」SY-1 CBRNE テロ・災害時に現場で起こる矛盾」第 24 回 日本災害医学会 総会・学術集会 2019.03.19

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

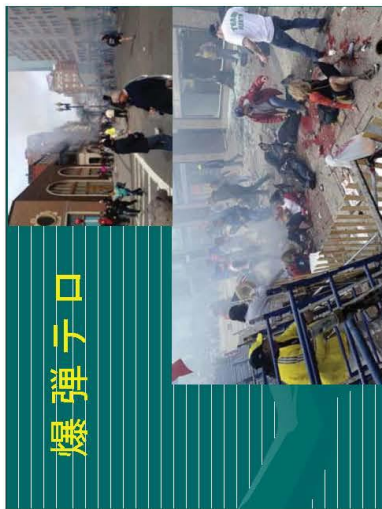
なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし



爆弾テロについて Agenda

- ・ 医学的側面
損傷 (受傷)
- ・ 非医学的側面
トリアージ and/or 応急治療 and/or 後送
- ・ 非医学的側面
テロ発生の背景
- ・ 非医学的側面
本邦における爆発物管理
- ・ 非医学的側面
テロ発生時の現場活動

2013年 テロワースト10カ国と手段

手段	割合
爆発	57%
武器	23%
車	6%
人質	6%
その他	6%



爆発 & 爆薬

爆発とは火薬などが瞬間的に燃焼起こる急激な圧力の発生または解放である。この過程で高温のガスが圧縮された状態から高速で膨張し爆風を形成する。

通常爆薬として有名なものは、トリニトロトルエン (TNT)、ダイナマイト、そしてチツク爆弾である。

爆発の大きさと傷害の程度

爆発による風圧の単位は、PSI(pounds square inches)で表される。(1kg/cm² = 14.2 PSI) 風速55m/秒の台風PSIは、0.25程度。

PSI(Pounds Square Inches)	損傷
5~7	鼓膜穿孔
15~	肺損傷
70~100	50%の致死性
80	50%の致死性
200~	ほぼ100%の死亡

PSIと身体損傷の関連性

TNT爆薬の量・爆発地からの距離と死亡・損傷の関係

量	50kg	5kg	1kg	0.5kg
半径	400m	300m	100m	50m
鼓膜破裂	100m	60m	12m	20m
肺損傷 (blast lung)	30m	5m	8m	4m
死亡	10m	4m	2m	1m

Fleming, B. et al. (2011). A multi-country assessment of the link of a pulmonary blast injury / 肺挫傷. JAMA. 306(18):2069-2074.

通常爆薬の種類と比較

爆薬	対TNT	爆発速度 (km/sec)
TNT	1	5.1~6.9
ダイナマイト	0.9	4.0~6.0
C4	1.4	6.8~8.0
硝酸アンモニウム	0.8	—
PTEEN	1.3	7.9
テトリスル	1.2	7.0

PTEEN = pentanitroethyl nitrate

4.5ポンド (2.0kg) のC4爆薬の爆発

10kgのC4爆薬の爆発



即席爆弾 (IED)

Improvised Explosive Device の略。

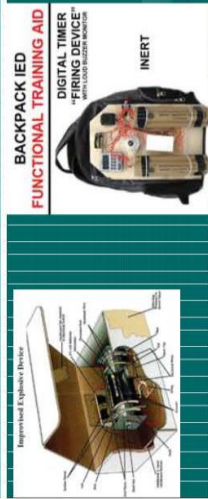
・主に中東でのテロに使用されているが、比較的容易に作成可能なために場所を選ばずに使用される危険性がある。

・駐車車両や路上のゴミ箱、排水溝などに仕掛けられ、遠隔操作などにより爆発させる。
 ・殺傷効果が高めるために内部に釘やボルトなどが仕込まれていることが多い。



爆風損傷 (Blast Injury)

- 1次爆風傷
衝撃波が直接人体に影響を及ぼして発生する損傷
- 2次爆風傷
爆発によって吹き飛ばされた遺棄物の破片や土、コンクリートの破片などによる損傷
- 3次爆風傷
爆風によって人間自身が転倒したり、固い物体にたたきつけられて生じる損傷
- 4次爆風傷
爆発で起こった熱傷、ガス等による損傷



爆風損傷 (Blast Injury)

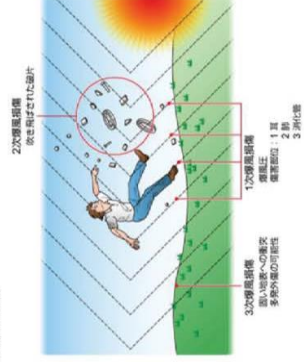
- 一次爆風損傷: 爆弾の爆発により生じた圧力波エネルギー(衝撃波)爆風による直接的な人体損傷。
- 二次爆風損傷: 爆弾の爆発によって高速で飛散する爆弾の破片や内容物により身体が受ける軌的損傷。
- 三次爆風損傷: 爆風により人体が吹き飛ばされて転倒や建物などへ叩きつけられて生じる軌的損傷。
- 四次爆風損傷: 爆発・爆風による熱損傷や発生した化学物質、ガス(含:一酸化炭素)吸入による損傷。
- 五次爆風損傷: 化学剤や生物剤を射出して放射能含有物質などが爆弾に仕込まれていた場合、これらによる損傷。

より危険な爆薬

- ・粉末アルミニウム、ゼラチン化し濃縮した油やガソリン、ナハーム(生燃料材のナフサ状にナハーム剤と呼ばれる増粘剤を添加してゼリー状にしたもの)、白燐、黄燐、テリミットなどが含まれる爆薬は、通常の火薬よりも強い火炎を起こすことを目的としており、これらの使用により重度の熱傷患者が多数発生するので注意が必要である。
- ・通常爆薬では、爆発にすべての火薬が使用されるため、火炎が発生することはないとされている。



一次・二次爆風損傷



ELC/NER

今日の臨床サポート

空中爆発による人体影響

空中爆発の作用は、波長によって異なる。

- 短波長：'びしゃっ'と打つような高調音。
内臓破裂、その他の損傷を発生させる。
- 長波長：音爆のような低調音。
内臓破裂の損傷は軽度。

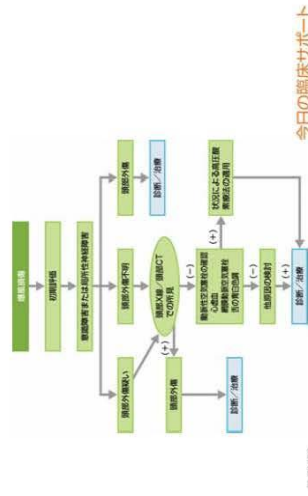
固体物に接触している場合(圧抵衝)は大気中で受けるよりも高度な損傷をきたす可能性が高い。

肺損傷の診断

所見	徴候	症状
非特異的所見	テアノーゼ・過呼吸	胸痛・呼吸困難
肺実質損傷(肺挫傷)	肺雑音(クラック、ラ音) 呼吸音減弱・過呼吸	血痰
肺圧損傷	呼吸音減弱	循環障害
気管支損傷・皮下気腫	語言打診音・捻髪音 (緊張性気胸)	気管支出血
気胸・気腫	気管・縦隔偏位	(空気塞栓)
肺梗塞(血気胸)	同上	血痰
		循環障害

肺挫傷患者では、異常恐怖感と不安状態にあり競争神経亢進と診断されやすい。

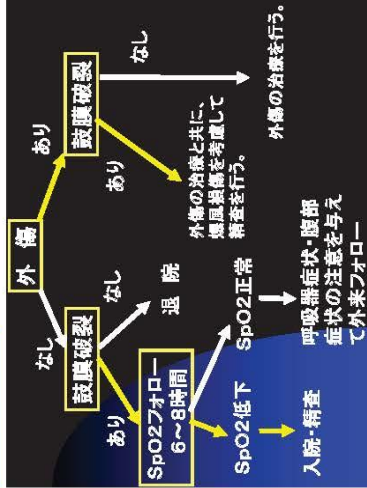
爆風による単独神経障害の評價アルゴリズム(一例)



今日の臨床サポート

爆風傷診断上の留意事項

- 1 体表面に損傷が無くとも内臓臓器に受傷している場合がある。
- 2 神経過敏となり競争神経症と診断されることがある。
- 3 ショック発生により気付くことがある。
- 4 他に明らかな損傷がある場合、爆風による重篤な損傷が見逃されることがある。
- 5 挫滅損傷やCO中毒の発生も考慮。



爆風傷(1次爆風傷)

爆風によって生じた圧力波エネルギーで平衡感覚器、胸腹部の内臓臓器に生じる損傷。

身体外表面には何ら異常所見は認められないことが多く注意深い観察を要する。

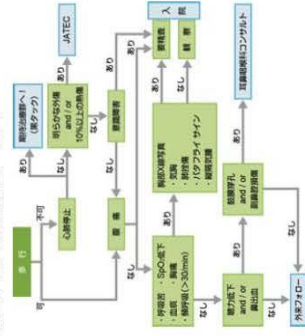
爆風によって損傷しやすい組織・器官:

- 内臓を有し、空気もしくは水が内在するもの。
- 例) 鼓膜、胸壁、肺、腹壁、消化管、膀胱、大血管、心臓、脳、長幹骨等

爆風傷の治療

- 爆風傷は、爆発によって生じた圧力波によりエネルギーが人体表面を襲うことにより発生するものである。
- 爆風によって損傷しやすい組織・器官は内臓を有し、空気もしくは水が内在するもの。
- 例) 鼓膜、胸壁、肺、腹壁、消化管、膀胱、大血管、心臓、脳、長幹骨等
- 爆風を受けた傷者は外傷が無くともショックに陥ることがある。

爆風下顎発生時の大量傷者治療アルゴリズム



ELSVIER

今日の臨床サポート

一次爆風損傷(その1)

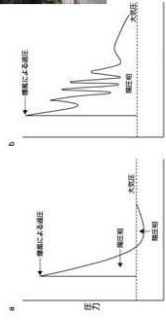
外観上目立った損傷を認めなくても身体内に肺損傷や腸管損傷などの重篤な傷害が存在することがあるのが、一次爆風損傷の重要な点である。

爆風による程度の圧力差が短時間に起こることが発症順序である。鼓膜が最も損傷されやすいが、水と気体が共存する臓器(主に肺と腸管)が、次に損傷される。

特に肺損傷は適時・適切に治療を行わなければ、致命的となるため注意が必要である。

一次爆風損傷 (その 2)

屋外での爆発に比べて屋内などの(半)閉鎖空間での爆発では、衝撃波の反射などの影響により一次爆風損傷は重症化する。



爆風爆発による圧力波の推移・・・開放空間と閉鎖空間の違い

耳損傷の診断と治療

特徴: 比較的低温爆風圧で生じる。
(空爆、砲兵部隊の砲火)

症状等: 聴覚障害、眩暈、耳鳴り
鼓膜破裂、耳小骨骨折・脱臼、内耳損傷

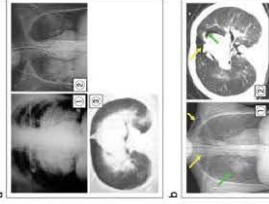
検査: 耳鏡検査が必要

治療: 外耳道の清浄、異物等の除去。
(洗浄はしない。)

改善傾向のない聴覚障害(全体の約30%)および、鼓膜破裂以上の傷者は後送。

一次爆風損傷 (その 3)

爆風肺損傷は、血液と空気が存在する肺胞が傷害を受けることにより、気胸や肺挫傷、縦隔気腫、そして空気塞栓などを引き起こす。



胸部損傷の病態

肺挫傷
肺破裂
気管支損傷
胸壁損傷等
心挫傷
食道破裂

↑

肺出血
肺水腫
気胸
血胸
空気塞栓
フレイルチエスト
心内膜下出血
シヨック
縦隔気腫

腹部爆風傷の診断と治療

出血・穿孔・破裂
主として結腸・直腸
(膀胱・胆嚢はまれ)

腸音減弱・消失
吐・下血
血圧低下
シヨック
腹壁緊張

腹痛
悪心・嘔吐
しぶり腹
立ちくらみ
意識消失
拳銃傷

腸管破裂、実質臓器、大血管損傷による出血が疑われる場合には、**試験的腹腔穿刺**を考慮する。

治療: 一般的な緊急治療(輸液による血圧維持等)の他に、**基本的には手術(腸切除術)**となる。

肺損傷



(文庫1)

一次爆風損傷 (その 5)

脳損傷は近年、注目されている。曝露後の頭痛や耳鳴り、音への過敏症、そして精神・神経障害さらにはPTSDとされていた症状との関連が示唆されている。

心血管などにも影響が出る。中心静脈圧や全身血管抵抗は変化しないが、高度の除脈や低血圧、心筋抑制から心原性シヨックが起こる。これは、迷走神経反射そして空気塞栓が関与している可能性がある。

一次爆風損傷 (その 4)

鈍的外傷 blunt injury と同様の損傷をきたす。時に、**腹を殴られたようだ**と訴えることが多い。

症状: 腹痛、圧痛、腹部膨満、悪心・嘔吐、吐下血、血尿等

腸管損傷は多くはないが、閉鎖空間での爆発(バス、列車、カフェテリアなど)の際は、発症率は上昇する。



一次爆風損傷 (その 6)

鼓膜穿孔の有無が、肺・腸管損傷など他の一次爆風損傷の存在を類推する指標となるという考えが過去にあったが、近年これを否定するデータが多く発表されている。

一次爆風損傷は、爆心と被害者の距離・位置以外に姿勢や向き、そして介在物の有無とその種類など、多くの要因が関与するため、鼓膜損傷がなくても他部位の一次爆風損傷は存在し得るとされている。

通風の防護チョッキでは、一次爆風損傷を防ぐことはできないとされている。

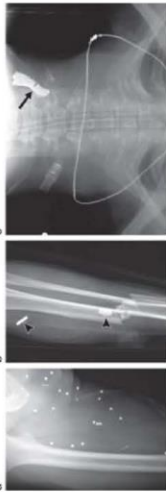
一次爆風損傷 (その7)

水中での爆発は、圧力の伝達物質の密度により、空中よりも大きな損傷を与える。 → 圧抵傷

圧抵傷 と 水中爆発については、後ほど・・・!

二次爆風損傷 (その1)

爆弾が爆発することにより生じる爆弾破片や爆弾内に仕込まれた諸金属片が、飛散し人体に鋭的損傷を与える。



リアランドス, Radiologic features of injuries from the Boston Marathon bombing at three hospitals. JAMA. 2014 Aug;312(8):955-6. doi: 10.2196/AR.14.12548. PMID: 25075253

二次爆風損傷 (その3)

致死的損傷を形成する原因として多いのは二次爆風損傷であるが、同時に即死でない被害者で止血が早期に施行できれば救命の可能性があるのも二次爆風損傷といえる。



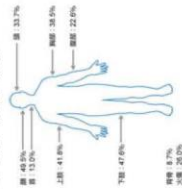
自らを守るためには!

1. 爆発などの衝撃を避けるため、1) その場に伏せるなど直ちに低い姿勢を取る、2) 頑丈な物の陰に隠れる、3) 周囲を確認の上、可能ならば速やかに低い姿勢で安全な場所に退避する。
2. 首から上のけがを避けるため、
 - 1) 爆発のあった方向とは反対側に頭を向ける(爆風による破片を可能な限り避けるため)
 - 2) 耳をふさぎ、口を半開きにする(鼓膜の破裂を防ぎ音による衝撃を避ける)。



二次爆風損傷 (その4)

爆弾テロによる民間人の受傷部位として多いのは、顔面(49.5%)、下肢(47.6%)、上肢(41.8%)、胸部(38.5%)、頭部(33.7%)、腹部(22.6%)、頸部(13%)の順である。防弾チョッキ着用により、胸・腹部の損傷は減少させられる。



二次爆風損傷 (その5)

治療: 飛来した物体による人体損傷に対する外傷治療を行う。これは、初期外傷診療手順であるIATECやPTLSに準じたアプローチを行えばよい。ただし、二次爆風損傷単独でなく、一次や三次爆風損傷の併存も考慮した対応が必要となる。



現場での救護活動について(その1)

最も注意すべきは、重複爆弾テロである。これは、現場での救護活動のために出動した医療従事者などを標的としている。一定時間の間隔を空けて爆発するように仕掛けるものや、救助隊が現場に到着したのを目視で確認して遠隔操作で爆発させるものがある。



二次爆風損傷 (その2)

破片には、爆弾自身の破片のほかに、周囲の石やコンクリート、ガラスなどが破片化して人体内に穿通したこともある。
多くの場合、多発性の穿通創となるために単一の鋭創よりも重篤化もしくは致死的となる場合が多い。強い爆発力により破片が高速弾と同様の一次空洞を形成することもあり、これも重篤化の原因となっている。

現場での救護活動について(その2)

- ・ダーティーボム ?
- ・化学剤(サリン or VX)?

テロリストの狙いは、ダーティーボムの存在(そして使用?)により不安感やパニックを誘発することにあると思われる。サリンを爆弾テロにより拡散させる試みはイラクで米軍を標的に行われた形跡があるとの情報がある。

現場での救護活動について(その3)

爆弾テロが発生した場合、医療従事者が迅速に傷者へアプローチすることが最も救命率を向上させることとは論をまたない。しかし、現場の安全確認が行われなければ、二次災害の恐れもあり不用意に現場に進出することは厳に慎むべきである。現場指揮官の指揮下に活動することが望まれる。

爆弾テロの特徴

爆弾テロによる損傷の特徴は、以下の3点である。
① 爆発に起因する鈍的損傷、鋭的損傷、熱傷、四肢断裂、クラッシュ症候群、空気塞栓などが複合した損傷形態を呈する

② 外観上は身体損傷を認めない場合でも爆風により、鼓膜・肺・腸管などに損傷が存在する可能性がある(一次爆風損傷)

③ 爆弾の破片などによる多発性の穿通創(二次爆風損傷)が多く、これが致命傷となることが多い

3 水中爆発

- 水を介して爆発力が身体に及んで内臓諸器官の破裂をきたしたものの。
- 水中爆発は空中爆発より圧力波の伝播が急速でエネルギーlossが少ない。
- 同一程度の爆発であれば水中爆発の方が致死半径は約3倍である。

4 圧抵傷

爆発力が艦船の甲板、戦車壁面のような固体を介して身体に及んだ場合に生じる損傷。触雷の場合は典型的。

固体そのものの損傷は伴わないことが多い。多発骨折、大血管損傷、または接触部位から遠隔部位にある内臓臓器損傷を生じる。

圧抵傷による傷害好発部位

- 1 骨圧抵傷
脊椎、膝関節、足関節に多い。衝撃が強いと骨折を生じる。捻挫、脱臼。
- 2 脳圧抵傷
意識障害を伴うこともある。

爆風傷診断上の留意事項

- 1 体表面に損傷が無くとも内部臓器に受傷している場合がある。
- 2 神経過敏となり戦争神経症と誤診されることがある。
- 3 ショック発生により気付くことがある。
- 4 他に明らかな損傷がある場合、爆風による重篤な損傷が見逃されることがある。
- 5 挫滅損傷やCO中毒の発生も考慮。

爆弾テロによる損傷の特徴は

- ① 爆発に起因する鈍的損傷、鋭的損傷、熱傷、四肢断裂、クラッシュ症候群、空気塞栓等が複合した損傷形態を呈する
- ② 外観上は身体損傷を認めない場合でも爆風により、鼓膜・肺・腸管等に損傷が存在する可能性がある(一次爆風損傷)
- ③ 爆弾の破片等による多発性の穿通創(二次爆風損傷)が多く、これが致命傷となる事が多い

爆発現場で医療活動を行う際は、「爆弾内に放射性物質(Dirty Bomb)や化学剤(サリン等)が仕込まれている可能性」や「救助者を標的とした重傷爆弾テロの可能性」があるため、現場指揮官の指揮下に活動する必要がある。