

■平成31年度厚生労働科学特別研究事業の一つとして、「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(研究代表者:小井土委員)」において、化学テロ発生時に、多数傷病者救命の観点から効率的で現実的な多数傷病者の現場対応の在り方について、医学的な視点で検討がなされている。(第2回検討会で内容の一部について、小井土委員からプレゼンテーションあり。)



日本の風土や社会的な背景等を踏まえて、「化学テロ等発生時の多数傷病者対応(病院前活動)に関して提言(以下「病院前活動の提言」という。)」されているため、当該内容を参考として、除染の在り方について考える。

■除染に関して様々な研究がなされている中で、英国のロバート・チルコット教授等により、これまでの研究報告やガイドラインを詳細に分析し、従来からの知見のエッセンスをまとめた除染のガイドライン「PRISM」が注目されている。



専門的な知見から実証実験や科学的試験評価を積み重ねた研究の成果であり、国際的な除染要領の標準化を図るためにまとめられたガイドラインでもあるため、指針の一つとして参考となる文献である。

特に「病院前活動の提言」と「PRISM」に共通する内容・項目をマニュアルに反映させることを視野に、多数傷病者発生時における効率的な除染要領等について検討する。

除染要領選択の判断基準(除染の効果)

【病院前活動の提言】

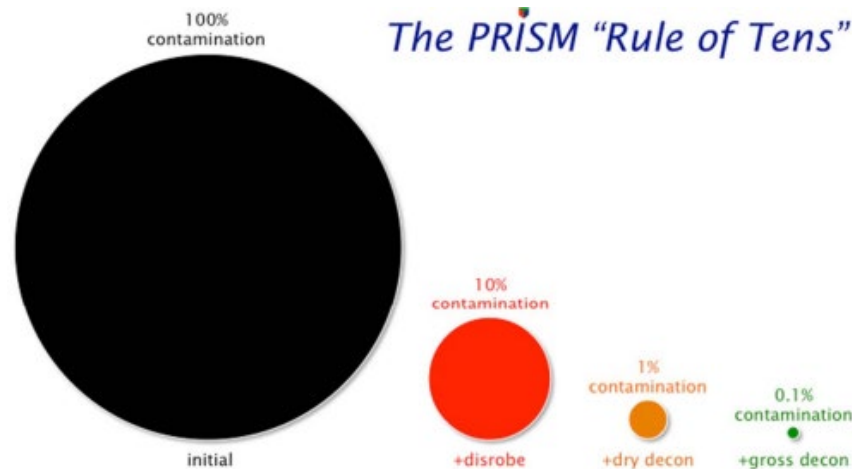
「脱衣→拭き取り→水での洗浄」による除染の各段階において、汚染の残存率は10%になると示している。

	汚染の残存 ¹³⁾
脱衣 90%減	10%
拭き取り (即時除染の乾的除染法) でさらに 90%減	$10 \times 0.1 = 1\%$
水での洗浄 (放水除染) でさらに 90%減	$1 \times 0.1 = 0.1\%$

※MED-ACT CBRNEテロ対策医療・救護支援ツール
「化学テロにおける病院前活動」本文 より引用

【PRISMの考え】

「Rule of Tens」という考えのもと、除染の各段階で汚染が10分の1に減少していくことを示している。



※「PRISMガイドライン」より引用

～除染の効果:まとめ～

除染の各段階において、90%の除染が可能と考えられており、段階を経ていくことで、限りなく100%に近い除染が可能とされている。

除染要領選択の判断基準(除染手順)

【病院前活動の提言】

行動を単純化して、資機材の有無を問わず迅速に行動を開始するためには、脱衣を含めて、線形アルゴリズムに基づいて、行動を促し、順次高レベルな除染を追加する方法が有用であると考えられている。

① 脱衣 ⇒ ② 即時除染 ⇒ ③ 放水除染 ⇒ ④ 専門除染

強調すべき重要な理念は「早期に除染を実施すべきであること」「専用の資機材の準備によって除染の実施が遅れてはいけないこと」「やれることからなんでもやること」であり、時間概念の重要性を強調することである。しかも、①と②までで99%の除染が完了できる

13)。

① 脱衣 (Disrobing)

② 即時除染(Improved decontamination) : その場にあるものを活用して即実施する除染

↓
乾的除染(Dry decontamination)と水除染(Wet decontamination)

*大局的なリスク評価をして③放水除染 ④専門除染の追加の必要性を判断

- ・汚染物質の特性
- ・除染資源の入手状況
- ・汚染の範囲
- ・症状・徴候の悪化
- ・搬送状況
- ・被災者がさらなる除染を望むか

③ 放水除染 (Gross decontamination) : 多数傷病者に対して通常消防装備を用いて構成した除染法

- ・ Ladder-Pipe System: はしご車と消防放水

④ 専門除染 (Technical decontamination) : 専用除染テントを設置して実施

除染要領選択の判断基準(除染手順)

【PRISMの考え】

除染行程を6段階(区分)に分けられている。「避難→脱衣→拭き取り→グロスデカン(消防車等を用いたシャワー除染)→シャワー後のタオルでの拭き取り→完全除染」という手順で除染を行う。

Key Messages	Primary Actions
"If you can hear me, follow me". Emphasize importance of cooperating for casualty's own benefit	Evacuate to Safe Distance
Time critical, very effective and prevents transfer of contaminant from clothing to skin of casualty	Disrobe
Time critical, effective and safest method for removing non-corrosive chemicals	Improvised Decontamination
Time critical, effective and safe method for removing all chemicals after dry decontamination	Gross (LPS) Decontamination
Most important stage of decontamination - removes the most contamination following showering	Active Drying
"Wash yourself from head to toe"	Technical Decontamination



大事なメッセージ	重要な行動
私の声が聞こえるなら、私に従ってください。負傷者自身の利益のために協力することの重要性を強調する。	安全距離をとり避難
時間が重要で非常に効果的である。衣類から皮膚への汚染物質の損傷を防ぐ。	脱衣
非腐食性化学物質を除去するための迅速、効果的かつ安全な方法。	緊急(ドライ)除染
乾式除染後にすべての化学物質を除去するための迅速、効果的かつ安全な方法。	グロスデカン (LDS: ラダーパイプシステム)
除染の最も重要な段階で、シャワー後に最も多くの汚染を除去する。	アクティブドライ
頭からつま先まで体を洗う。	テクニカルデカン

※「PRISMガイドライン」より引用

～除染手順:まとめ～

双方ともに同様の手順、方法での除染を推奨しているほか、時間的な概念を十分に意識したうえで、除染を実施することの重要性を訴えている。

除染要領選択の判断基準(避難)

【病院前活動の提言】

消防の先着隊等が化学テロ・災害が疑われる現場でまず行うべき行動は、避難の指示であり、被災者を一刻も早く汚染現場(ホットゾーン)から避難させることを最優先で実施する。

目的、要点等

- より遠方の場所を指定して自力移動できる被災者を避難誘導する。
- 遠方への避難が基本だが、困難な場合は窓やドアを閉鎖して有毒物質の流入を避ける。
- 化学剤の拡散を心配するよりも、被災者を早期に遠ざけることが何より重要である。
- 生命徴候のある要救助者が存在する場合には、直ちに救助を実施すべきである。

(実施時の留意事項等)

- 高濃度の化学剤が存在する現場に曝露者がとどまることが状態を悪化させる最大の要素である。
→ 曝露された場所にいたとしても、早期に汚染現場を離脱することで、身体症候の出現を回避できる可能性があり、結果的に傷病者数を減らすことにもつながる。
- 化学災害等の事態発生を疑った時点で、拡声器等を用いて、自力で動ける人に行動を促すことが求められる。
→ 方角や場所など、避難すべき場所を明確に示す。ただし、原因物質の比重や濃度、風向風速、発生場所の高低などの不確定な要素で、拡散方向を即時的に判断することは困難である。
- 発生場所が屋内や地下であれば、屋外の開放された場所を選び、より遠方へ避難させることを優先する。
- 避難が困難な場合には、ドアや窓を閉めて、隔絶された場所を確保する選択もある。

除染要領選択の判断基準(避難)

【PRISMの考え】

消防等は被災者に対して避難を指示し、被災者はできるだけ早く汚染現場(ホットゾーン)から避難させるべきである。

目的、要点等

- 現場到着後に最初にとる行動は、被災者を汚染の危険性がある場所から避難させる。
- より遠方の場所を指定して自力歩行者を避難誘導する。
- 汚染の危険性がある場所からできるだけ早く避難させることが、被災者の健康被害を軽減できる。

(実施時の留意事項等)

- 避難は、汚染の原因物質(性状、濃度など)、発生場所、気候によって左右される。
- 汚染現場の風上、高所にウォームゾーンを設定することが理想であるが、除染プロセスを5分以上を遅らせない。
- 発災現場の状況によっては、ホットゾーン内で屋内退避が適するエリアも出てくる可能性がある。
 - 窓や出入り口の閉鎖、換気扇の停止などの対応も考慮する。
- 自力歩行者がホットゾーンから除染することなく避難する危険性について、理解と認識が必要である。

※イカロス出版「消防のための除染の教科書」より引用(2022年9月刊行)

～避難:まとめ～

現場到着後は、まず、被災者に対して汚染現場から安全と思われる場所(ホットゾーンの風上、高所など)に避難するよう指示する。汚染現場に滞在する時間が長くなることで、症状悪化等の健康被害が増大するため、早期に避難させることが重要となる。また、現場の状況や避難の困難性などから、屋内退避についても考慮する。

除染要領選択の判断基準(脱衣)

【病院前活動の提言】

曝露後、10分以内を目指して、可能な限り早く脱衣させる。

目的、要点等

- 衣類の直接浸透による経皮吸収の低減と、衣類に付着した揮発物の吸入を低減することが目的。
- 揮発性物質は長時間衣類から揮発し続けることが判明しているため、汚染された衣類を脱がない限り、呼吸として長時間有毒物質を吸い続けることになる。
- 15分以内の脱衣を推奨する報告もあるが、脱衣の有効性は、時間経過とともに低下することから、10分以内を推奨する海外報告が出されている。
- 本邦における消防機関の現場到着の早さを鑑みても、10分以内を目指して脱衣を促すように時間概念を設定することが可能と考える。

(実施時の留意事項等)

- プライバシーの保護が必要(特に女性は心理的ブレーキにより脱衣が遅れることが懸念)
 - 男女を分ける。
 - 衝立など遮蔽物を準備:ブルーシート、既存の建物、専用車両なども考慮する。
 - 一時的に着るリネンや衣類を用意する。
- 脱衣なく、シャワーなどの水除染を実施しない。(有害性が大きく、効果が低い)
- 大きなビニール袋を用意し、脱衣後の衣類などを保管(有毒物質の拡散防止と私物管理)

除染要領選択の判断基準(脱衣)

【PRISMの考え】

「脱衣」は除染プロセスにおける核心的な部分であり、できるだけ早い段階で実施されるべき。

目的、要点等

- 汚染されたら、直ちに脱衣する。(理想としては、10分以内)
- シャワー前に必ず脱衣する。(可能なら衣服は切る。)
- 脱衣の効果について説明する。
- 脱衣を拒否する者は、横に出して他の協力的被災者の除染を遅らせない。
- 代替衣服の確保に全力をあげる。

(実施時の留意事項等)

- 汚染の皮膚浸透を防ぎ、衣服からの蒸発・気化による二次被害を防ぐ。
- 衣類に付いた汚染は、シャワーにより皮膚へと強く移動する。
- 頭から脱げば汚染が付いてしまいますおそれがあるため、ハサミがなければ、息を止めて上にあげて脱衣する。
- 脱衣の必要性の理解を得る。
- 全体のスピードを維持させる。
- ポンチョ、毛布、バスタオル、シーツなどの衣服の代替となるものを調達する。

※イカロス出版「消防のための除染の教科書」より引用(2022年9月刊行)

～脱衣:まとめ～

衣服に吸収・付着した剤からの汚染を軽減するため、可能な限り早い段階(目標としては、10分)での「脱衣」が推奨される。ただし、被災者の脱衣に対する抵抗などを考慮し、脱衣の効果や必要性について十分な説明を行うとともに、プライバシーの保護にも配慮した上で迅速な脱衣に努める必要がある。

除染要領選択の判断基準(即時・緊急除染)

【病院前活動の提言】

曝露状況によって適する方法(乾的除染or水除染)で選別することに拘らずにどちらでも実施しやすい方から開始すべきである。

目的、要点等

○その場で使えるものは、どんなものでも活用して可及的速やかに実施する方法である。

○揮発性の物質では、時間の経過に伴って皮膚に付着した物質の除去効果が急速に失われるため、使用できるもので、拭き取ったり、水ですすいだり、流したりする。

○汚染物は、一般的に水を使用した方が除去しやすい。

○危険性の回避の観点から、除染行為は露出部(頭部・手)を中心に頭から足方向へ進める。

(実施時の留意事項等)

●乾的除染

→ 最も基本的な方法で、いわゆる「拭き取り」であり、「ティッシュペーパー、ペーパータオル、布、おしぼり、粉、草など」何でも使えるものを使う。

→ 拭き取りの方法による差異はあまりなく、この方法では除去しにくいものがあるが、禁じられるものもないと考えてよい。

●水除染

→ 水ですすぎ、こすり洗いして、またすすぐ方法であり、水以外にスポンジやタオルでこすり洗いできると有用性が増す。

→ 水に反応するごく稀な化学物質以外は、すべてに有用性があり、汚染物を除去しやすい。

※ 水除染が特に適している剤:微粒子、腐食性液体(びらん剤、ギ酸、フッ化水素など)

除染要領選択の判断基準(即時・緊急除染)

【PRISMの考え】

あらゆる入手可能な資機材を使ってできるだけ早く実施されるべきである。

目的、要点等

- ドライの緊急除染(乾的除染)は、強酸や強アルカリ、腐食性の化学物質でない限り、行われるべきである。
- ウェットの緊急除染(水除染)は、化学熱傷や粒子状・腐食性の汚染に有効である。
- 頭部から足部へ向かって実施し、かつ露出部(頭、髪、首、腕、手など)を主体に実施する。
- 除染自体が目的になってはならず、常に被災者の命と健康を守ることを第一として実施する。

(実施時の留意事項等)

- 乾的除染
 - 寒冷地における水除染の代替案や除染水が確保できない時などにも有効とされている。
 - 汚染を広げることなく、かつ強く擦りつけることで汚染を皮膚に押し込むことがないように注意する。
- 水除染は
 - 汚染物質が水と反応するようなものには使用すべきではない。
 - 水除染における水洗いの方法は、「リンス・ワイプ・リンス法」が最適とされている。
(水洗い(石鹼の併用可)し、布などで拭き取って、さらに水洗いする方法である。)

※イカロス出版「消防のための除染の教科書」より引用(2022年9月刊行)

～即時・緊急除染:まとめ～

汚染物質の性質、汚染形態、除染環境、活用できる資機材等によって、除染方法を選択すべきであるが、脱衣同様に「可能な限り早く除染を実施することが最も重要」である。また、より効果的な除染を実施できるように被災者に対して除染要領を説明する必要がある。

除染要領選択の判断基準(グロスデカン)

【病院前活動の提言】

除染専用機材の到着を待つことなく救助を開始する必要性も想定され、その際に傷病者や救助者の除染手段として大いに活用すべき手法である。

目的、要点等

○2台の消防車とはしご車で3方向から放水することで、水のトンネルを構成し、水除染を実施する。(ラダーパイプシステム)

○脱衣を済ませた被災者は、顔を上に向ける、両手を挙げる、両足を広げる、皮膚をこすりながら、90度又は360度回転しながら水のトンネルを通り抜ける。

○水温は、低体温症対策として25℃以上が求められるが、冷水しかない場合は、待たずに実施すべきである。

○積極的な拭き取り(アクティブドライ)と併用することで、15秒程度の短時間でも効果的である。

○米国、英国などの海外では標準的手法としてマニュアル化されている。

(実施時の留意事項等)

●全身に水をかけるので寒冷状況下では実施すべきでない。

●水圧は、50～60psi程度(0.3～0.4Mpa)に調整し、強すぎないように放水する。(科学的根拠なし)

●自力で動ける成人は、1人90秒程度で実施する。

→ 適正な洗浄時間に関しては、様々な報告があり、定まった推奨時間はない。しかし、多数傷病者に対応する場合には全体的な有効性を発揮するために、30秒程度を推奨する報告もある。

●遅れなければ「石鹼・洗剤の使用」を考慮する。

→ 特に油性汚染に有用性が高いが、そのために実施が遅れてはならない。

除染要領選択の判断基準(グロスデカン)

【PRISMの考え】

除染専用の装備の到着前に、標準的な装備(消防車)を用いて、多数の曝露者の除染を計画、実行するための要領である。

目的、要点等

- 消防車2台を並べ、曝露者が大量のウォーターミストでスプレーされるような通路を作成する。(ラダーパイプシステム(LPS)と呼ばれる。)
- 曝露者自身がシャワー内で90度回ることや能動的に洗うことにより、除染の効果が増す。
- 可能であるならば温水を使うが、冷水しかないことを理由に除染を遅らせない。
- 汚染による症状が出ている時には(腐食性の化学剤に触れたときなど)はドライの緊急除染を待つことなく、グロスデカンを行う。

(実施時の留意事項等)

- 汚染が水と反応する場合や外気温が2℃以下では実施しない。
- 大量の低圧ミスト放水で、シャワー時間は、90秒を超えない。
 - 過剰なシャワーは、汚染の浸透を強めるおそれがある。
 - また、最適なシャワー時間は、大量の曝露者を除染する際にも有利となる。
- 石鹼などを使っても良いが、石鹼などの到着を待つことで除染が遅れないようにする。
 - 油状汚染の場合は、石鹼の使用が有効である。

※イカロス出版「消防のための除染の教科書」より引用(2022年9月刊行)

～グロスデカン:まとめ～

消防車を活用してミスト状のカーテンを形成することで、多数の曝露者を水除染することができる。曝露者の協力(能動的な洗浄)によって、除染効果が向上するが、気候や放水圧、一人当たりの除染時間を考慮したうえで、実施する必要がある。

除染要領選択の判断基準(グロスデカン)

【千葉市消防局によるラダーパイプシステムの検証の様子】



※イカロス出版「消防のための除染の教科書」より引用(2022年9月刊行)

除染要領選択の判断基準(アクティブドライ)

【病院前活動の提言】 布類で液体成分を吸収させて拭き取る行為で、水除染と組み合わせることで有効性が高くなる。

目的、要点等

- 除染後に清潔なタオルですぐに拭き取ることで、残存汚染の除去及び体温喪失の対策になる。
- 目、鼻、口周辺の拭き取りが重要である。

(実施時の留意事項等)

- 使用したタオルは汚染物として扱う。
- 除染の一過程であるため、ウォームゾーンで実施する。

※MED-ACT CBRNEテロ対策医療・救護支援ツール
「化学テロにおける病院前活動」本文 より引用

【PRISMの考え】 シャワー後のタオル等による乾燥は、皮膚表面から汚染を除去するのに極めて重要である。

目的、要点等

- どのような形態のウェットデカン(即時・緊急除染、グロスデカン、テクニカルデカン)であっても、曝露者はタオルなどで適切に乾燥させる。
- 能動的な身体の洗浄などがない時には、タオルでの拭き取りが除染プロセスでのカギとなる。
- 頭から始めて、順次下に向かって拭き取っていく。

(実施時の留意事項等)

- 事前の活動計画等において十分な量のタオルなどを準備しておき、使用後のタオルは汚染廃棄物として取扱う。
- 汚染物が残っているリスクを考慮して、ウォームゾーン内で実施されるべきである。

※イカロス出版「消防のための除染の教科書」より引用(2022年9月刊行)

～アクティブドライ:まとめ～

水除染等の後に、タオルによる拭き取りを組み合わせることで除染の効果が向上する。この段階で、汚染程度は限りなく軽減されているが、拭き取りに使用したタオル等は汚染物として取り扱うとともに、ウォームゾーン内で実施する。

除染要領選択の判断基準(テクニカルデカン)

【病院前活動の提言】

化学災害対応の専門部隊による専門資機材(個人防護具(PPE)や除染資機材など)を用いた除染であり、脱衣、即時・緊急除染、グロスデカン(ラダーパイプシステム等)に引き続いて実施する。

目的、要点等

○可能な限り救助者、資機材、施設の二次汚染が生じないレベルまで汚染を取り除くことを目的とする。

○設備準備(石鹼、洗浄剤等の準備含む。)や汚水処理のために、除染を「待たせる」又は「遅れさせる」ことは、除染行為自体の有用性を損なうため、避ける必要があることを強調する。

○PPEを装着したスタッフの指示に従い、大型機材で行うので、確実性がある。

(実施時の留意事項等)

- 生命危機が迫っている傷病者に実施することは適さない。
- 準備に手間取り、正確な手順で実施しないと効果が減弱する点に注意が必要である。
- 除染行為の最中に心肺停止などの生命危機に至ることがあるので、注意が必要である。
- 大量又は油性の汚染に対しては、石鹼や洗浄剤を用いるとよい。

※MED-ACT CBRNEテロ対策医療・救護支援ツール
「化学テロにおける病院前活動」本文 より引用

除染要領選択の判断基準(テクニカルデカン)

【PRISMの考え】

より完全な除染のかたちであるため、迅速性よりも完全性を重視し、即時・緊急除染、グロスデカン(ラダーパイプシステム等)の後に実施することが望まれる。

目的、要点等

○患者の汚染を可能な限り低いレベルにまで下げて、消防や医療関係者等のみならず、一般市民、周辺施設等への二次汚染を局限することを目的とする。

○専用の除染ユニットや多くの資機材を現場で設置しなければならないため、この大幅な遅れを即時・緊急除染、グロスデカンで補う。

○油状で粘性のある汚染には、洗剤などの使用が望ましいことや洗浄用の布の使用が効果的である。

(実施時の留意事項等)

- 除染時の最適な水温は35℃で、時間は60秒～90秒とし、マイルドな洗剤を入れて洗浄用の布を配布する。
- 専用の除染ユニットの現場到着の遅れは、その効果を限定的なものにしてしまう。
- 脱衣がまだであれば、曝露者には脱衣セットと脱ぎ方の指示要領を示す。
- 事前の活動計画等には、テクニカルデカンを最適化するための資機材の準備を含めておく。

※イカロス出版「消防のための除染の教科書」より引用(2022年9月刊行)

～テクニカルデカン:まとめ～

専門部隊による専用の除染ユニットを用いて、限りなく低いレベルまで除染することを目的としており、即時・緊急除染、グロスデカン後に実施することが望ましい。なお、完全な除染を実施するために除染自体が遅れることは避けるべきである。