

化学テロ対策

平成25年8月23日

東北大学 医学系研究科
三村敬司

化学兵器とは？

- 有毒化学剤、又はこれを充填した**砲爆弾等**
 - ミサイル(誘導弾)、ロケット、地雷など
- 化学剤とは
 - ガス状、液体、固体であることを問わない
 - 人間・動物・植物へ直接的な毒作用

Sri Lanka Tamil Sangam
Association of Tamil of Sri Lanka in the USA
Published by Sangam.org on May 11, 2009

Sri Lanka Launches Gas Attacks on Tamil Civilians, and Tamils Prepare for More

by Tamil for Obama, 05Feb, May 11, 2009

The Sri Lankan army defused the poison gas by artillery shells and rockets, according to the report from War Without Witness. The gases it uses are "blistering agents" against the Kurds or used in the Tokyo subway attacks.

The Sri Lankan military has launched "blistering" gas attacks against Tamil civilians in the "safe zone" of Mullaitivu. The gases have caused a lot of injured and deaths in some of the areas.

War Without Witness and many other credible sources have given descriptions and evidence (Request account form, Report on chemical weapon cooperation form.)

War Without Witness made the report on April 3, 2009 on its website. War Without Witness The Sri Lankan army defused the poison gas by artillery shells and rockets, according to its report on the Kurds or used in the Tokyo subway attacks.

2009年スリランカ内戦でのマスタードガス(びらん剤) 傷者

There was probably at least chemical attacks before the war is over. Tamil for Obama and them. Here are some suggestions that she put forward for civilians living in the "safe zone"

1. Use the following as guidelines: avoid exposure as much as possible, cover the whole body (wearing eye shields or protective glasses).
2. Decontamination is mandatory to prevent continued exposure to the agent; medical gloves are not adequate.
3. Victims should remove clothing and any visible agent on the skin, and move to an area upwind. It can be done by wiping off the agent with dry powder (such as flour, powder washing with 0.5% hypochlorite solution, or using other decontaminants).
4. Eyes should be irrigated with water or saline.
5. Victims should be admitted to the nearest safe zone after the decontamination. Use a wetted (soaked) towel or blanket of material to protect the skin from direct sunlight.

8. Most chemical burns in the hospital is mild that are easier to treatment of thermal or chemical burns and other sulfonamide ointment are recommended for topical burn care. In systemic (inhalation) (injection) of patients with ocular exposure should have careful eye care. Topical hydrocortisone (indication to skin the eye), antibiotics, and limited steroid exposure may respond to irritative, with furnished eye, and decontaminators (medical broadspectrum. Persistent infections may suggest brucellosis, meningitis, or pneumonia).

To read the full report and procedures go to: <http://www.2009-05-11-2009-05-11.com>



A civilian victim of Sri Lankan chemical weapons in the no fire zone. May 3, 2009. Picture courtesy *Rajpal Today*.

化学剤の特性

- 広範な地域を汚染できる
 - ガス状で使用されることが多い
 - 気象条件・地形などの影響を受ける
- 通常の建物、構築物内に浸透する
 - 破壊を伴うことなく目的を達成
- 効果が柔軟である
 - 1時的な効果でも戦術的価値がある
- 個人防護が必要である
 - 防護マスク、防護衣による個人防護

揮発性

持続性

24時間以内では揮発せず、
液体の状態であるもの



灯油

一時性

24時間以内に揮発するもの



ガソリン

軍事的利用の目的

持続性

地域の使用拒否、兵站・武器等の汚染
マスタード、VX

一時性

地域への進出が可能なように、前進部隊
に先立ち使用する。

シアン化合物、ホスゲン

Ct、LCt₅₀ など

Ct (Concentration Time, mg·min/m³)

曝露される気体の量を示し、**濃度と時間の積**で表す。

LCt₅₀ (Lethal Concentration Time 50%)

半数**致死量**

ICt₅₀ (Incapable Concentration Time 50%)

半数**不能量**

致死性(半数致死量)の比較

		LCt ₅₀ (mg·min/m ³)
神経剤	Nerve Agents	10-200
マスタード	Mustard	1500
ホスゲン	Phosgene	3000
シアン化剤	Cyanide	2500-5000
塩素	Chlorine	6000
暴動鎮圧剤	Riot Control	15000-88000

代表的な化学剤

神経剤

タブン(GA)
サリン(GB)
ソマン(GD)
VX

びらん剤

精製マスタード(HD)
窒素マスタード(HN)
ルイサイト(L)
ホスゲンオキシム(CX)

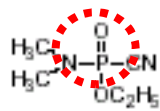
窒息剤

ホスゲン(CG)
ジホスゲン(DP)

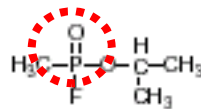
血液剤

青酸(AC)
塩化シアン(CK)

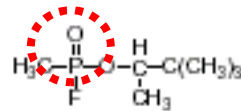
神経剤の構造式



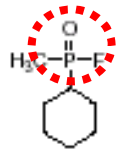
タブン(GA)



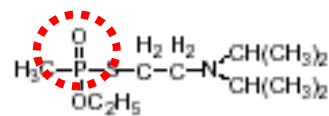
サリン(GB)



ソマン(GD)



シクロヘキシルメチルホス
ホノフルオリデート(GF)



VX

有機リン系農薬との違いは？

P=O結合 vs P=S結合

神経剤の物理的特性

- ◆ 透明、無味、無臭
- ◆ 無色の液体 (ガスではない)
 - 融点 < 0°C、沸点 > 150°C
- ◆ 揮発性
 - サリン(GB) > ソマン(GD) > タブン(GA) > GF > VX
- ◆ 毒性
 - 皮膚、衣服を透過 一時性 持続性

人の致死量 (min/m ³)	
タブン(GA)	400 mg
サリン(GB)	100 mg
ソマン(GD)	50 mg
VX	0.1 mg

神経剤の症状

ムスカリン様症状	ニコチン様症状	中枢神経症状
食欲不振、悪心、嘔吐、胃腸痙痛、多汗、流涎、縮瞳、蒼白、尿・便の失禁、胸部圧迫感、気管支分泌増加、呼吸困難、肺水腫、チアノーゼ	筋線維性れん縮 (眼瞼、顔、全身)、痙攣(全身)、筋力減退(呼吸筋)	めまい、倦怠感、不安感、頭痛、発熱、不眠、多夢、精神錯乱、昏睡

吸収経路と曝露の程度による症状の発現

吸収経路 曝露の程度	気道性	経皮的
軽度	縮腫、鼻汁、胸部圧迫感	曝露局所の発汗、筋れん縮
中等度	縮腫、鼻汁、呼吸困難、 嘔気、嘔吐、失禁、脱力感、筋力低下、筋攣縮	局所症状の増強 嘔気、嘔吐、失禁、脱力感、 筋力低下、筋攣縮
重度	意識消失、痙攣、弛緩性麻痺、呼吸停止、死亡	

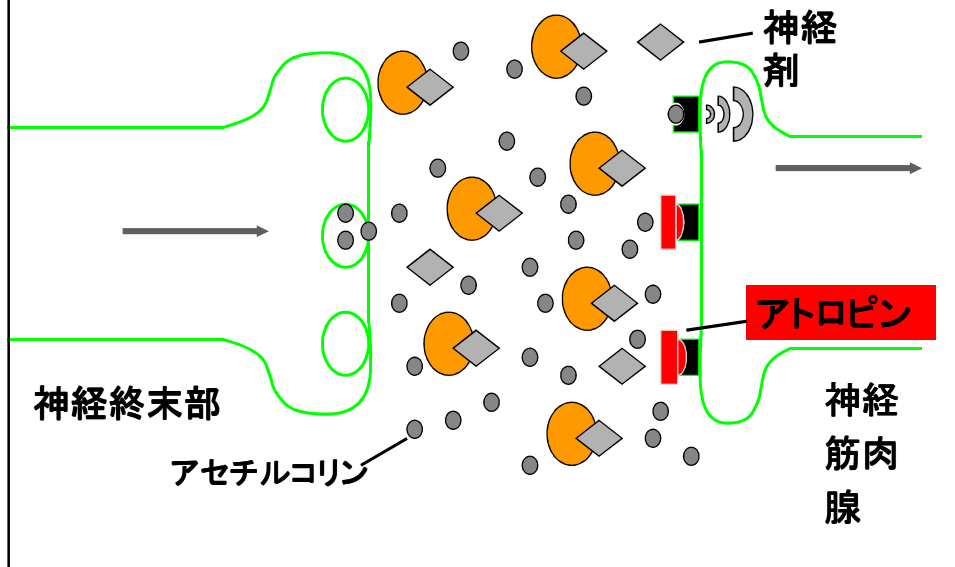
神経剤傷者への薬物治療

アトロピン(アセチルコリン拮抗剤)

PAM(オキシム剤)

ジアゼパム(セルシン)

アトロピンの作用



アトロピン

抗コリン剤

過剰のアセチルコリンをブロック

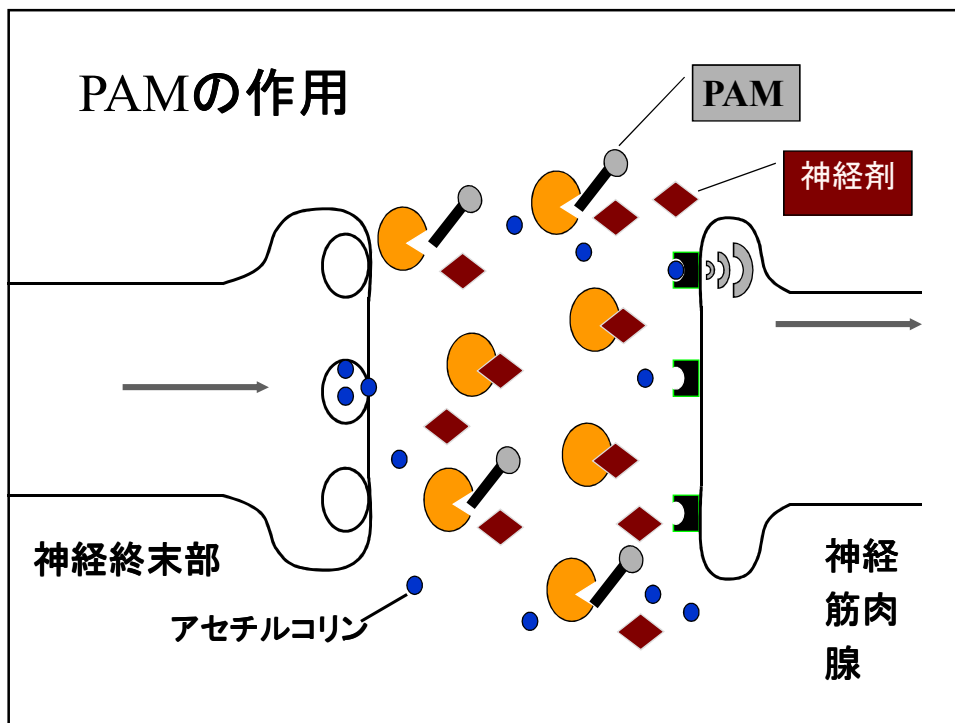
ムスカリン様作用に対し効果

分泌の減少

平滑筋の収縮を減少

ニコチン様作用に効果なし

骨格筋の症状



PAM

コリンエステラーゼから神経剤を解離させる

エージング (Aging) 前であれば効果的

ニコチン様作用に効果

骨格筋の麻痺症状の改善

ムスカリン様作用に対し効果なし

エージング (Aging) : 経時変化

コリンエステラーゼと神経剤の複合体が変化

→ 結合が強固となり、PAMを投与しても解離不能

エージング時間

サリン(GB) 3~4時間

ソマン(GD) 2分

エージング (Aging)

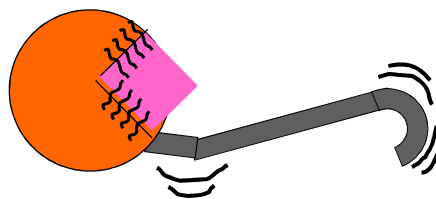
コリンエステラーゼ

神経剤

時間経過

強固な結合

エージング後にPAMを投与しても



治療方針

1. 気道確保 (Airway)
2. 呼吸管理 (Breathing)
3. 循環管理 (Circulation)
4. 投薬 (Drug)
5. 除染 (Decontamination)

常に上記の順ではない
ABCDD vs DDABC

代表的な化学剤

神経剤

タブン (GA)
サリン (GB)
ソマン (GD)
VX

びらん剤

精製マスタード (HD)
窒素マスタード (HN)
ルイサイト (L)
ホスゲンオキシム (CX)

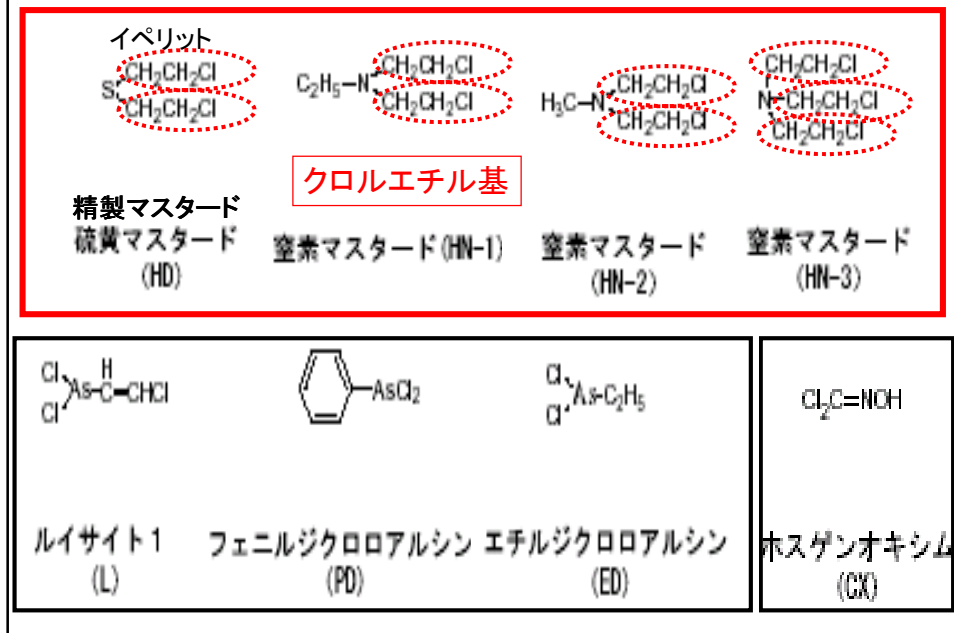
窒息剤

ホスゲン (CG)
ジホスゲン (DP)

血液剤

青酸 (AC)
塩化シアン (CK)

びらん剤の構造式



硫黄マスタード(HD)

無色～黄色～茶色の油状の液体

- 液体は水より重い
- 揮発性が低い(持続性)
- 水にはわずかに溶解する

無色の蒸気を放出

- ニンニク臭、からし臭、ネギ臭
- 蒸気は空気より5倍重い
- 温度、PHが上昇すると分解速度大となる

高温条件下では催涙作用を有する有毒ガスが発生

- 汚染物の焼却時に注意が必要



マスタードの毒性

	Ct50(mg・min/m ³)
臭い	1－10
眼	60－200
気道	100－500
皮膚	1000－2000

マスタードの症状

- ◆ 曝露経路
 - 蒸気: 吸入、眼、皮膚
 - 液体: 皮膚、経口
- ◆ 曝露数時間後に症状発現
 - 曝露量に依存: 4時間以内に症状発現すれば重症
- ◆ 各部位の症状
 - 眼: 軽度結膜炎～失明
 - 気道: 上気道の軽度刺激～気道粘膜・筋肉の壊死、出血
 - » 6時間以内に呼吸器症状が出現すれば、死亡する
 - 皮膚: 紅斑と水疱
 - 経口: 嘔吐、下痢

マスタードによる結膜炎



マスタードによる皮膚のびらん



マスタードによる全身のびらん



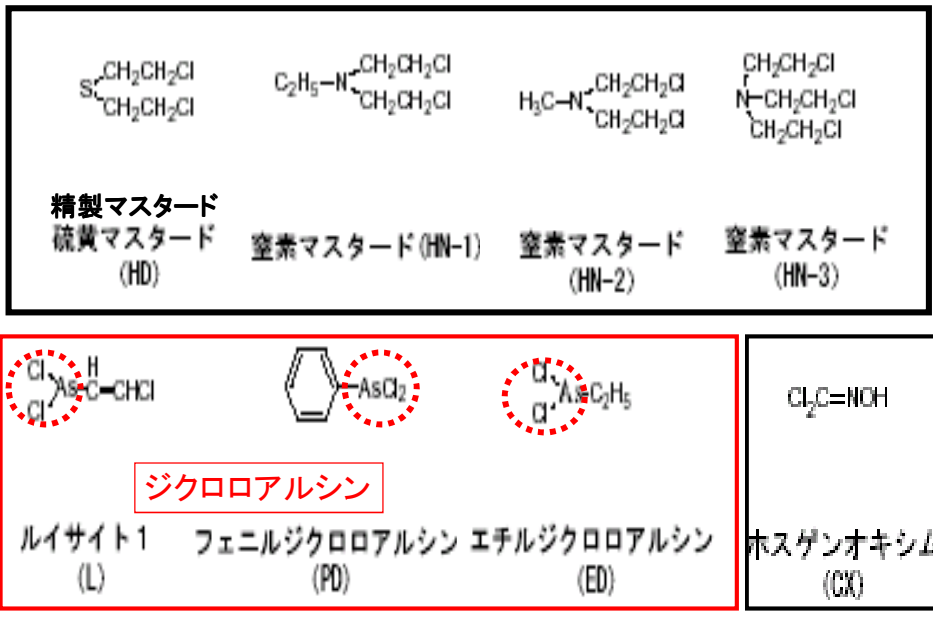
マスタードによる水疱形成



マスタードによる皮膚壊死



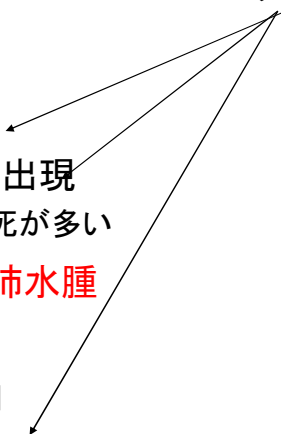
びらん剤の構造式



ルイサイトの症状

- ◆ 眼：結膜炎
- ◆ 皮膚
 - 疼痛：**1分以内**に出現
 - 組織の壊死：**5分以内**に出現
 - » マスタードより組織の壊死が多い
- ◆ 呼吸器：気管粘膜壊死、**肺水腫**
- ◆ **ルイサイトショック**
 - 毛細血管の透過性増加
 - 血漿量低下、血液濃縮
 - 血圧低下、循環不全、死亡

マスタードとの違い



BAL (British Anti-lewisite) によるルイサイト治療

- ◆ ジメルカプロール液
- ◆ キレート化療法
 - **ヒ素**、水銀、銅、鉛、金、ビスマス、クロム等の金属中毒の際にも行う
- ◆ 10% (100mg、1ml) BAL **筋注 (静注禁忌)**
 - 初回体重 **11kg** あたり **0.5ml** (最大4ml)
 - » 1回接種量は、金属中毒時 (2.5mg/kg) よりも多い
 - 以後4時間、8時間、12時間目に投与する

代表的な化学剤

神経剤

タブン(GA)
サリン(GB)
ソマン(GD)
VX

びらん剤

精製マスタード(HD)
窒素マスタード(HN)
ルイサイト(L)
ホスゲンオキシム(CX)

窒息剤

ホスゲン(CG)
ジホスゲン(DP)

血液剤

青酸(AC)
塩化シアン(CK)

Mainichi INTERACTIVE 記事全文 - Microsoft Internet Explorer
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)
戻る 進む 検索 お気に入り メディア
記事全文 ▶ 見出し一覧 ▶ 過去の記事カレンダー ▶ ニュースセレクション

2001年06月10日

**ガス漏れ：
工場で毒性強いホスゲン、50人がのどに痛み 山口**

10日午後4時15分ごろ、山口県新南陽市開成町の日本ポリウレタン工業(本社・東京都港区)南陽工場で毒性の強いガス、ホスゲンが漏れ、工場内の改修作業をしていた建設会社作業員50人がのどの痛みなどを訴えた。大半は軽症だが、6人が経過入院した。

新南陽署や工場などによると、工場は5月から改修工事をしてきた。従来の配管に新しい配管をつなぐ作業中、旧管内のベンゼンに溶けていたホスゲンが気化して漏れたらしい。工場外への拡散は確認されていない。

当時約300人が作業していたが、警報機の作動でガス漏れに気付き、近くにあった50人が自力で新南陽市民病院に向った。3人がそのまま入院し、別の3人は徳山中央病院に転送され、入院した。残る44人は自宅などに戻り、通院治療を受ける。50人は全員、意識ははっきりしており、市民病院によると、命に別条はないという。

日本ポリウレタン工業南陽工場は敷地約15万平方メートルで、車のバンパーなどの原材料となるポリウレタンを製造している。ホスゲンはポリウレタンの主原料。現場はJR山陽線新南陽駅から約1キロの瀬戸内海に面したコンビナート地帯。北側と東側の数百メートル先に住宅街が広がっている。

ホスゲンは無色・刺激臭の気体。目や皮膚を侵すほか、吸引すると、気管支や肺を刺激し、炎症を起こす。短時間で高濃度を吸うと死亡する場合もある。第一次大戦時にドイツ軍が毒ガスとして使用、第二次大戦時には旧日本軍も毒ガス兵器として製造した。

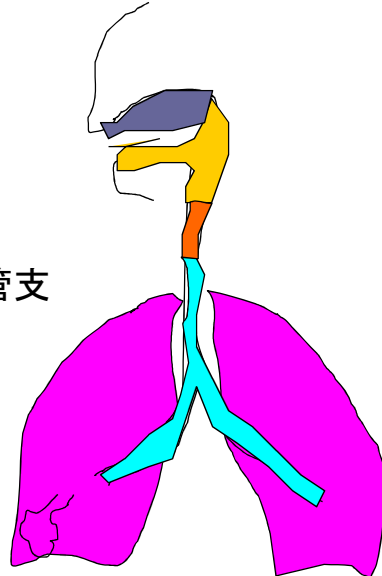
スタート Microsoft PowerPoint - L Mainichi INTERACTI...

窒息剤の作用部位と症状

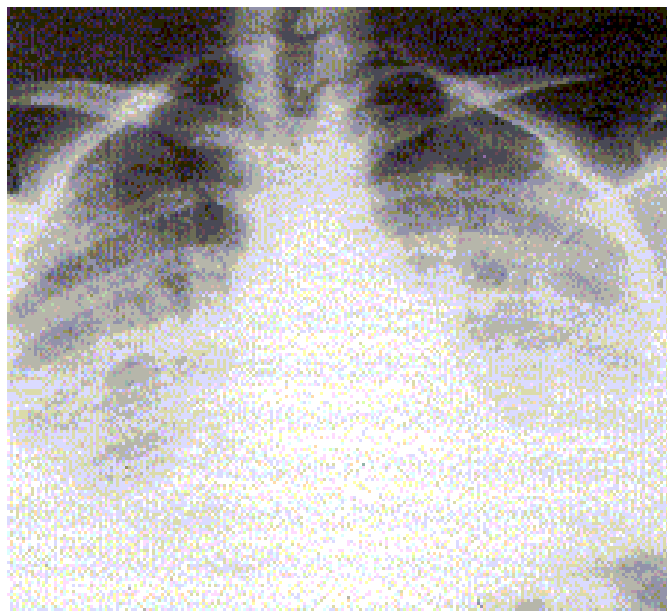
くしゃみ、疼痛…… 鼻咽頭
嚥下痛……… 口腔咽頭
窒息……… 喉頭
疼痛・咳……… 気管・気管支

胸部圧迫感、呼吸困難

肺水腫 …… 微小気管支
肺胞



ホスゲン曝露 2時間後の胸部レントゲン写真



ホスゲン(CG)

- ◆ 常温で無色の気体(沸点8°C)
 - － 加圧、低温で無色液体
 - － 空気より3.5倍重い
 - － 青いとうもろこし、腐敗堆肥臭
- ◆ 速効性、一時性
 - － 水により迅速に加水分解(炭酸ガス、塩酸)
- ◆ 効果: 主として肺にのみ作用
 - － 結膜への刺激は軽度
 - － 喉頭浮腫による気道閉塞、肺水腫

ホスゲン(CG)の臨床

軽度曝露

咳、胸部圧迫感、嘔気、頭痛、流涙
肺水腫を起こさず気管支炎の症状のみ

中等度曝露

12-24時間後に肺水腫
疼痛の咳、呼吸困難、チアノーゼ、泡沫性の喀痰
筋肉労作により症状が悪化

重度曝露

曝露後4時間以内に肺水腫の徴候が出現
喉頭スパスムにより突然死の可能性
24-48時間で無酸素症

ホスゲン(CG)の臨床

治療

気道確保、呼吸・循環管理

ベッドレスト

曝露後ただちに、および4時間後に再評価

異常があれば24から36時間後に再評価

予後

<4時間: 重篤、多くは死亡

>4時間: 死にいたることはほとんどない

代表的な化学剤

神経剤

タブン(GA)

サリン(GB)

ソマン(GD)

VX

びらん剤

精製マスタード(HD)

窒素マスタード(HN)

ルイサイト(L)

ホスゲンオキシム(CX)

窒息剤

ホスゲン(CG)

ジホスゲン(DP)

血液剤

青酸(AC)

塩化シアン(CK)

シアン化合物(血液剤)

- | | |
|--|---|
| ◆ シアン化水素(AC) | ◆ 塩化シアン(CK) |
| - 高い水溶性 | - 難水溶性 |
| - 揮発性高 | - 揮発性高 |
| - 空気より若干軽い | - 空気より重い |
| - アーモンド臭 | - アーモンド臭 |
| - 数秒で症状発現 | - 数秒で症状発現 |
| - LCt ₅₀ :2,500-5,000(mg/min/m ³) | - LCt ₅₀ :11,000(mg/min/m ³) |

シアン化合物の作用機序

吸収

吸入>経口>経皮


血液を介して全ての組織に運ばれる

ミトコンドリアでの細胞呼吸が障害される

ATPの産生を障害

酸素を血液から取り込むことができない

シアン化合物による症状

	高濃度曝露時	低濃度曝露時
症状発現 	発現: 10~18秒 死亡: 5~8分	遅く、ゆっくり進行
	呼吸数増加(深い) 高血圧、頻脈	頭痛、不安
	呼吸数減少、 呼吸停止(1~2分)	筋力低下
	徐脈、低血圧、 心停止	運動失調、眼振 筋硬直

治療



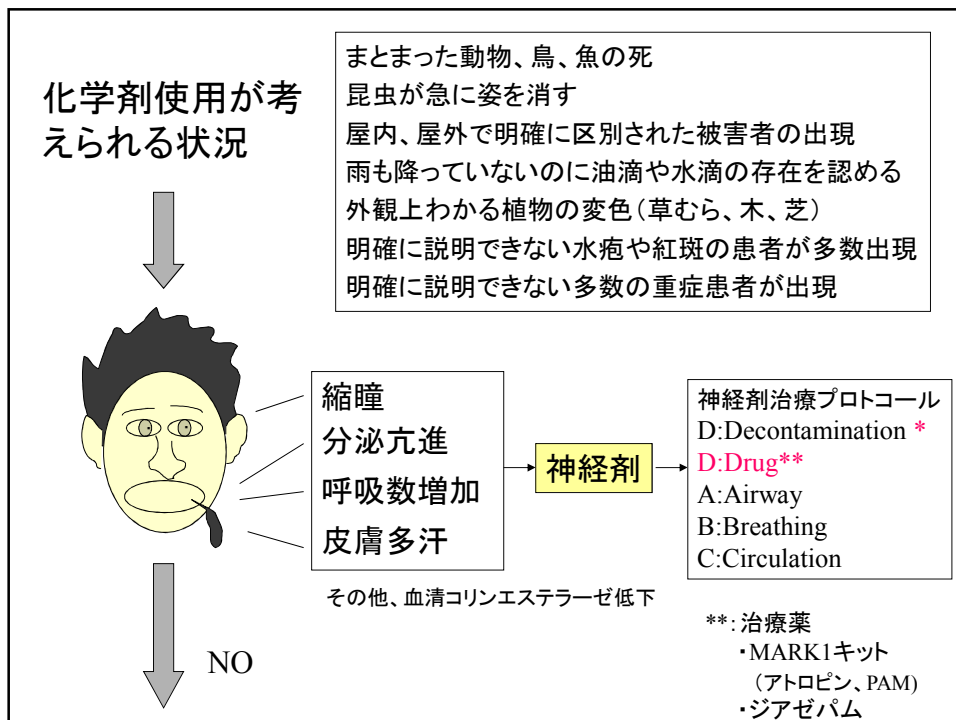
◆まず

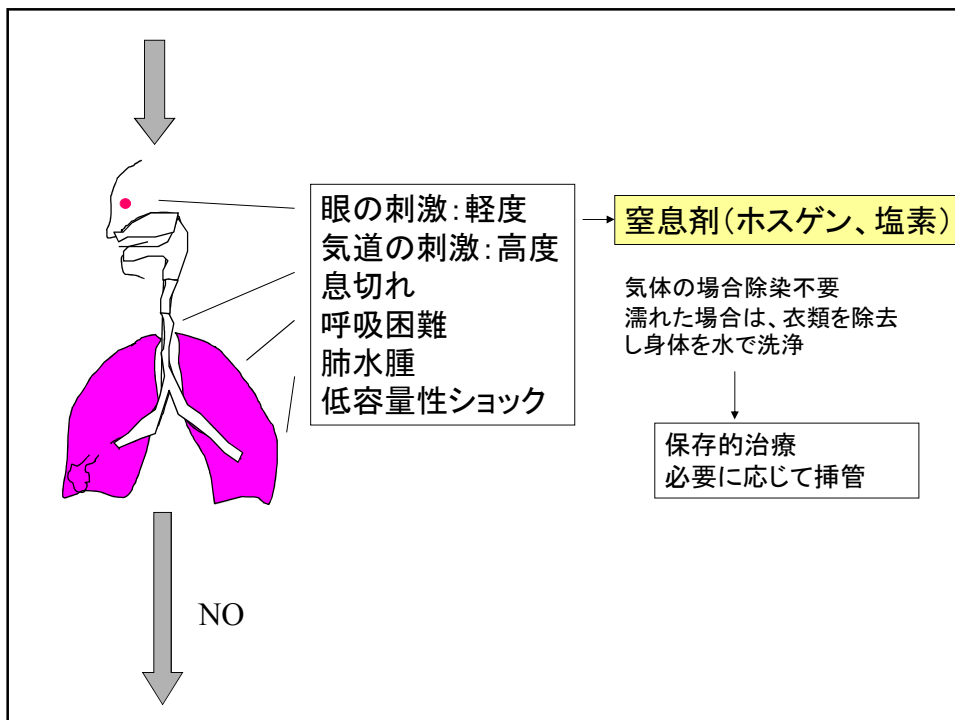
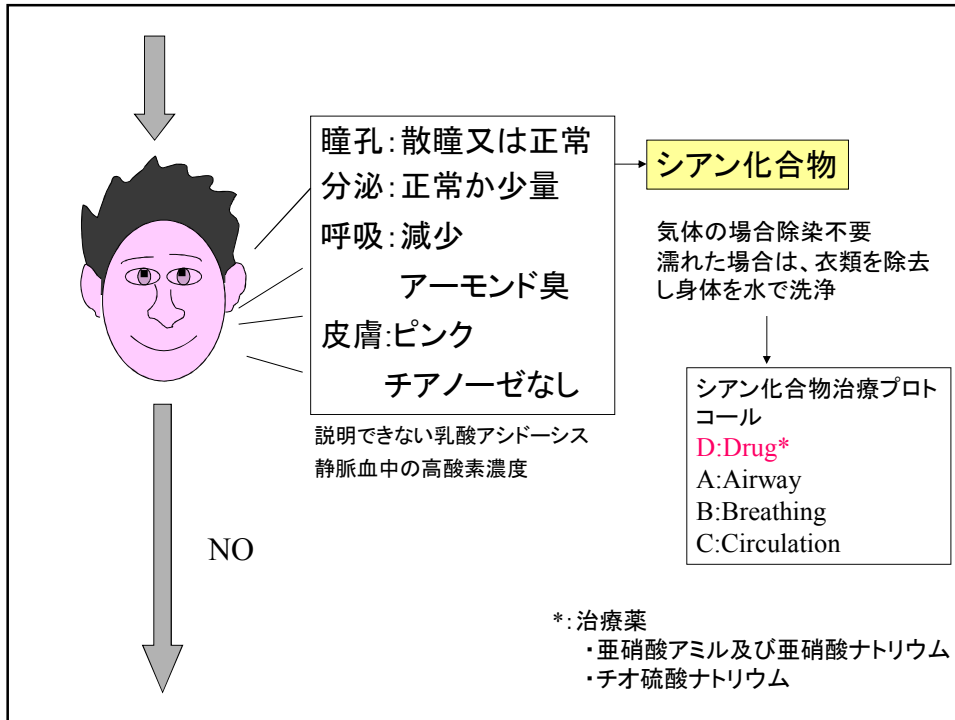
- 亜硝酸アミル吸入(2分毎)
- 製剤した3%亜硝酸ナトリウム(10ml)液を3分間で静脈注射

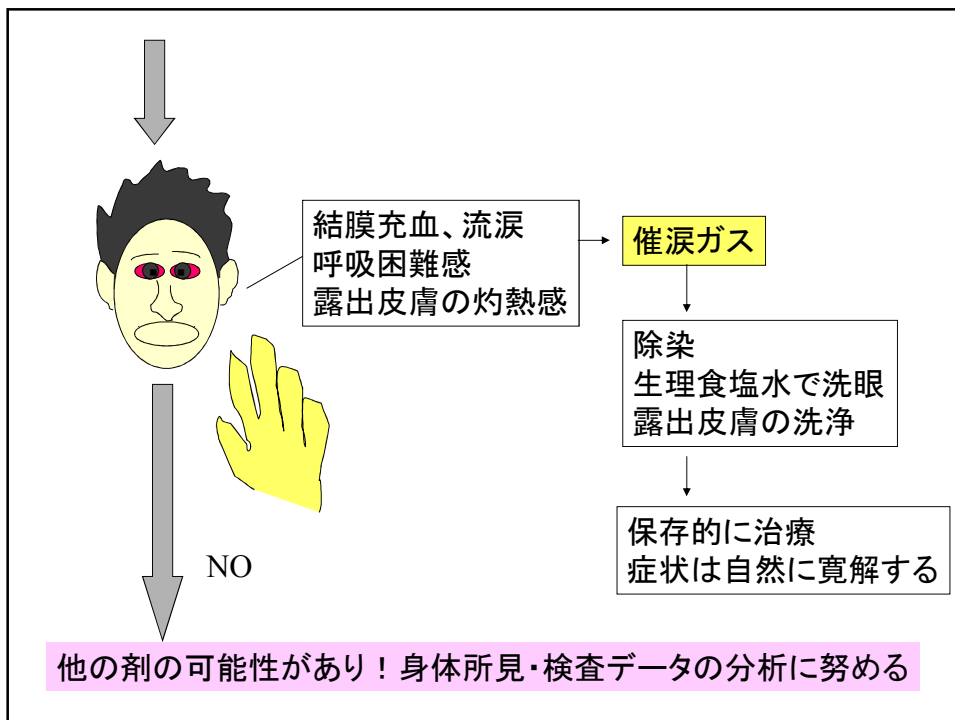
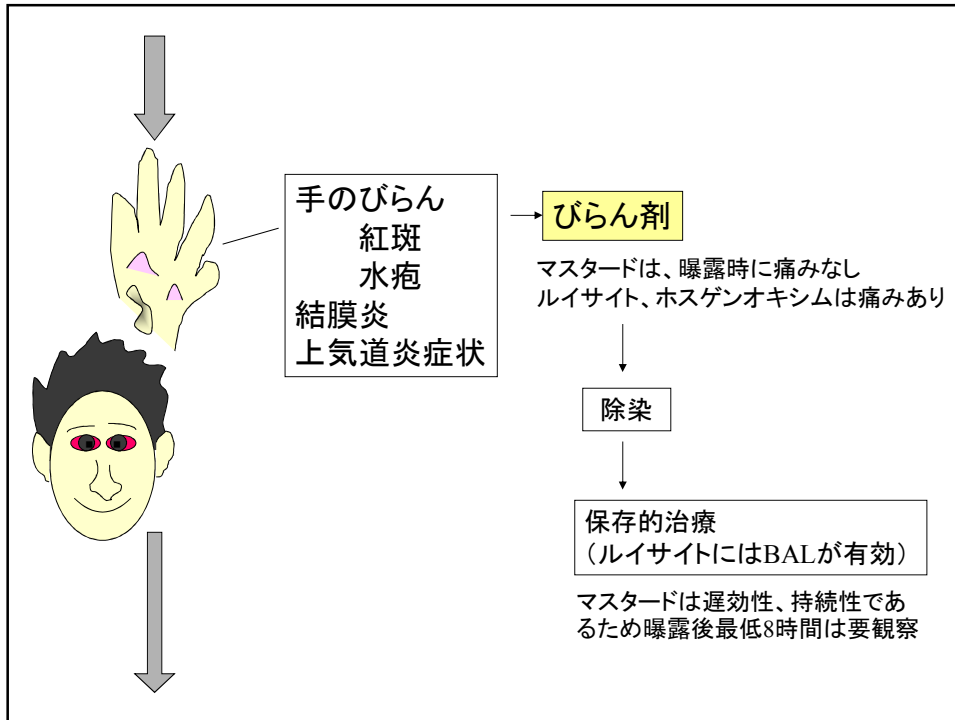
◆次に

- チオ硫酸ナトリウム(®デトキソール)を10分間以上かけて12.5g相当量静脈注射

化学剤傷者の診断のポイント







化学テロ傷者への対処

- 揮発性ガスで使用されることが多い
- 重症の大量傷者が発生
- 適切な患者除染が必要
- 適切な医薬品の補給

化学剤の揮発性と効果

	揮発性大	揮発性中	揮発性小
超速効性 (直後から)	シアン化合物 (高濃度)	G剤 窒息剤(高濃度)	V剤
速効性 (すぐに作用)	シアン化合物 (低濃度)	窒息剤(低濃度)	ルイサイト
遅効性 (あとで作用)			マスタード

化学テロ傷者への対処

- 揮発性ガスで使用されることが多い
- 重症の**大量傷者**が発生
- 適切な患者除染が必要
- 適切な医薬品の補給

トリアージの概念

患者の重症度、患者数
人的資源、医療資器材
→
 優先順位
 (治療、後送)

Immediately : 緊急治療群 (即時治療群)
 Delayed : 準緊急治療群 (遷延治療群)
 Minimum : 軽治療群 (最小治療群)
 Expectant : 死亡群 (期待治療群)

	ごく軽症	軽症	中等症	重症	瀕死
平素における医療施設	M	M	D	I	I
患者発生状況A	M	M	D	I	E
患者発生状況B	M	D	I	E	E

化学武器傷者の重症度の評価

	神経剤	シアン 化合物	びらん剤		窒息剤
			ルイサイト	マスタード	
軽症	縮腫、暗く感じる、 分泌物過多、発汗、 局所の攣縮	頭痛、めまい、瞳孔 散大	皮膚の発赤、 疼痛	皮膚の発赤、 疼痛	咽頭痛、喉頭 痛、嚥下痛
中等症	呼吸困難、痙攣、 麻痺、 尿失禁、歩行困難	呼吸数大、乳酸ア シドーシス、アーモ ンド臭、皮膚紅潮	びらん、潰瘍、 失明	びらん、潰瘍、 失明	呼吸困難、胸 部不快
重症	意識不明、呼吸停 止、心停止	呼吸停止、心停止	肺水腫、ル イサイト ショック	広範囲のびら ん	肺水腫、呼吸 停止、心停止
重症度 評価の ポイント	各段階の症状の有無			化学剤に曝露され てから症状発現ま での時間	

化学テロ傷者への対処

- 揮発性ガスで使用されることが多い
- 重症の大量傷者が発生
- 適切な患者除染が必要
 - » 患者除染所の開設
- 適切な医薬品の補給

患者除染で必要となる人員・機材等の例

- 人員(×9)
 - トリアージ ×1
 - 脱衣所 ×4
 - 皮膚除染 ×4
- 機材
 - 机 ×2
 - 担架台 3セット
 - 担架 担送患者1名につき消毒された担架×1
 - 化学防護衣 ×9
 - はさみ ×4
 - バケツ ×12
 - サラシ粉溶液(0.5、5%)
- 緊急医薬品
 - 生理食塩水500ml
 - MARK1キット(筋注)
 - アトロピン(筋注、静注)
 - PAM(筋注、静注)
 - ジアゼパム(筋注、静注)
 - 亜硝酸アミル(吸入)
 - チオ硫酸ナトリウム(静注)
 - BAL
 - 酸素ボンベ

患者除染時の留意事項(例)

- ◆ 風向きの変化に注意
 - 45度以上風向きが変わり、15~20分以上持続する場合は、除染場の位置を風上に少なくとも**75m**移動する
- ◆ 熱ストレスに注意
 - 水分・塩分補給
- ◆ マスクや衣服の補給
- ◆ 水、さらし粉の補給



病院では施設に入る前に除染
するが多い