

No.	年 月 日 国	起因化学物質	症状	発生状況	死・不明 (計)	負傷 (計)	死傷 (計)	備考
30	2001 7 4	オーストラリア 塩化メチレン		Australia. South-Dandenong SmithKline Beecham社の製薬工 場で錠剤コーティング用溶剤ジクロロメタン(塩化メチレン)4000リットルが バルブから防油堤内に漏洩	0	7	7	
31	2001 7 18	アメリカ 塩酸、他		USA. Md. ボルティモア トンネル内で貨物列車が脱線。積み荷の塩酸な どの化学物質に引火。大量の有害な黒煙がオリオールズ球場周辺に立ち 込め、大リーグの試合中止。消防士2人軽傷	0	2	2	
32	2000 10 19	トルコ 塩素		Turkey. Diyarbakir 浄水場から塩素ガス漏洩	0	130	130	
33	2000 11 1	インド 塩素	目やのどに 異常	India. タミルナド、Udumaplet 化学工場で塩素をタンクローリーに積み 込み中漏洩。付近住民351人が目やのどに異常訴え。うち12人が病院で手 当て	0	12	12	
34	2001 7 14	アメリカ 塩素、メチルメルカ ブタン		USA. Mich. Riverview Atofina Chemicals社工場で荷下ろしのため 停車中のメチルメルカブタン積載タンク貨車爆発。火災。ファイアボール形 成。塩素も漏洩。住民2000人避難。従業員6人死傷。消防士、住民も負傷	3	7	10	
35	2001 11 15	アメリカ 塩素		USA. W. Va. Kearneysville 住宅開発会社の給水湯で塩素ポンベ倒れ 銅製ホース破損。ガス100ポンド漏洩。約40m離れたバス停でバス待ち中 の中高生ら中毒	0	32	32	
36	2001 3 8	南アフリカ 火薬		South-Africa. Cape-Town 火薬工場で爆発	1	6	7	
37	2001 12 6	中国 カルシウムカーバイ ド	火傷	China. 寧夏。カルシウムカーバイド製造工場で電気炉爆発。作業員火傷	0	41	41	
38	2001 10 1	ニュージーランド クロルピクリン		New-Zealand. Clive 果樹園でクロルピクリンを含む殺虫剤を散布後、 霧が晴れ風が吹くとともに拡散。付近の25世帯避難。消防士や救急隊員を 含む20人が中毒	0	20	20	
39	2001 11 5	ナイジェリア 原油		Nigeria Imo-state Umudike. 原油パイプラインから漏洩。爆発	15	14	29	
40	2001 11 14	中国 酸素(ポンペ)		China. 四川省 重慶 人民第3病院で酸素ポンベ爆発。5階の眼科病室大 破。4階も被災。負傷者は主に飛散したガラスがあたった通行人	4	20	24	
41	2001 10 23	アメリカ シアン化水素		USA. Ohio. Dayton Hohman Platingメッキ工場で誤ってシアン化ナト リウムを含むニックレル ストリップパーに塩酸を混入。シアン化水素発生し20 人の従業員中毒	0	20	20	
42	1999 8 15	アメリカ 臭素		USA. N. C. Greenville 製薬工場でパイプライン破損し臭素400ガロン漏 洩。近くのトレーラーパークの住人75人避難	0	2	2	
43	1999 12 12	ロシア 硝酸	呼吸器異常	Russian. Verkhnyye Chatan 精製工場で停電のため化学反応暴走し硝酸 蒸気漏洩。非常用電源作動せず夜勤作業員109人呼吸器に異常	0	109	109	
44	2000 5 6	エジプト 硝酸(濃)		Egypt. アレキサンドリア沖 濃硝酸162トン積んだ貨物船[Dalia S.]上で 濃硝酸容器倒れ、漏れた酸で船体に穴開き浸水。沈没	0	12	12	

No.	年	月	日	国	起因化学物質	症状	発生状況	死・不明 (計)	負傷 (計)	死傷 (計)	備考
45	1999	8	29	アメリカ	硝酸アンモニウム、 他		USA, Fla. Fort-Pierce 肥料、殺虫剤工場火災。小爆発3回。硝安 (硝酸アンモニウム)の在庫あり。付近住民2000人ほぼ24時間避難	0	7	7	
46	2001	9	21	フランス	硝酸アンモニウム、 硫酸、石灰		France. トゥールーズ近郊 石油化学工場「AZF」で肥料の原料になる硝 酸アンモニウム300トンを貯蔵しているサイロが爆発。数日前から硫酸の漏 洩があり、石灰などで中和する際作業員が薬品の取り扱い誤り火花が発 生か、最初の小爆発の後大規模な爆発。半径約4km以内の建物に被害。 爆発点に直径50mの穴開く	29	4400	4429	
47	1999	3	17	イギリス	水酸化ナトリウム		UK, Wales. スウオンジー 工場団地内食品工場で洗淨用苛性ソーダ(水 酸化ナトリウム)漏洩	0	50	50	
48	2001	12	19	アメリカ	水素		USA. Wyoming Cheyenne Frontiers Refining社製油所の水素コン プレッサーから水素漏洩。爆発。火災。10~15分で制圧	0	3	3	
49	2000	3	27	アメリカ	スチレン、シクロヘ キサン、ブタジエン		USA. Tex. ヒューストン近郊 フィリップス石油化学工場で爆発事故。スチ レン、シクロヘキサン、ブタジエン燃え周辺に濃い煙が立ち込める	1	71	72	
50	1999	3	25	アメリカ	石油		USA. Calif. リッチモンド シェアロン石油製油所のアソマックス装置爆 発。火災。自衛消防士軽傷	0	2	2	
51	2001	11	6	中国	炭酸ナトリウム	火傷	China. 上海. Xuhui Shanghai Hongyun Natron Plant化学工場で炭 酸ソーダ乾燥器爆発。装置全壊。溶融した高熱の炭酸ナトリウムが150mも 飛び散り、付近住民や通行人火傷	0	50	50	
52	2001	5	21	ドイツ	窒素酸化物、他	眼や皮膚に 刺激	Germany. Ludwigshafen BASF社工場で合成繊維製造に用いる粉末 が爆発。火災。窒素酸化物を含むガスなど880ポンドの化学物質を放出。 従業員や住民らの眼や皮膚に刺激	0	130	130	
53	2000	12	9	シンガポール	ディーゼル油		Singapore. Jurong-Is. Exxon-Mobil社石油化学工場でボイラーの ディーゼル油管が爆発。火災。ボイラー壊れ水蒸気噴出	0	4	4	
54	2001	11	8	イギリス	鉄、不明のガス		UK, Wales Port-Talbot. Corus社製鉄所の第5溶鉱炉から高温のガ スや溶融鉄漏れ爆発。火災	3	15	18	
55	1999	5	11	アメリカ	テトラフルオロエチレ ン、他		USA. Ala. ディケイター Diakin America Chemical社の5階建ビル4 階のテトラフルオロエチレン製造プラントで爆発事故。プラスチック製品処 理用化学薬品が他の薬品と接触	1	3	4	
56	2001	11	10	ロシア	天然ガス		Russian Valdikavkaz. 野外市場内で調理中天然ガス容器の不具合で ガス漏れ爆発。火災。数十軒の露店大破。テロの可能性も	7	50	57	
57	2001	11	14	アメリカ	天然ガス		USA Pennsylvania Mount-Pleasant. Hopkins Excavating社が天 然ガス田からパイプライン敷設中爆発。管が作業員の頭にあたり1人重傷	0	2	2	

No.	年	月	日	国	起因化学物質	症状	発生状況	死・不明 (計)	負傷 (計)	死傷 (計)	備考
58	2000	12	4		トリメチルアセチルクロライド		ドーバー海峡 しけのため50人乗りフェリー「Neptunia」上のタンクローリーから有毒なトリメチルアセチルクロライド漏洩、複数の乗員乗客入院	0	-	複数	
59	1999	5	5	メキシコ	鉛	神経や胃腸に異常	Mexico. トレオン 世界最大の鉱山周辺の塵やスラッグが許容量以上の鉛に汚染、子供1166人の神経や胃腸に異常	0	1166	1166	
60	2001	12	7	アメリカ	鉛	薬傷	USA. Pa. Tullytown ケイ素、ゲルマニウム、スズ、鉛などの金属化合物を製造しているGelest社倉庫で静電気により火災、爆発、1棟全焼。従業員薬傷、約1000人避難	0	2	2	
61	2000	5	26	中国	ニトロベンゼン		China. 遼寧、遼陽 化学工場ニトロベンゼン製造部門でタンク内の液体廃棄物爆発、白煙噴出	3	17	20	
62	2000	12	16	アメリカ	ハイドロサルファイト		USA. Wisc. Oshkosh ハイドロサルファイト積載のタンク貨車で火災発生、750世帯避難	0	4	4	
63	2001	8	16	インド	爆薬		India. タミルナド、ペロール地方 タミルナド・インダストリアル・エクスプローシブズ社の爆薬工場で大規模爆発、工員25人死亡、鉱山などで使うダイナマイトを製造	25	3	28	死亡25名
64	2001	11	24	ブラジル	花火		Brazil. Belo-Horizonte 収容能力の2倍の1500人の客で混み合うダンスクラブで余興の室内花火が滝のように木製ステージに落ちて出火、壁の中の断熱材の発泡プラスチックに燃え広がってパニック、死傷	6	340	346	
65	2001	11	23	イタリア	花火		Italy. Terricciola. Ciandri Pirotecnica社花火工場で操業中に爆発、火災	4	1	5	
66	2001	12	9	中国	花火		China. 四川省、花火工場で爆発事故、隣接住宅倒壊	11	6	17	
67	2001	12	10	グアテマラ	花火		Guatemala. Guatemala-City. 住宅密集地にある花火工場で爆発、死者のうち3人は子供	8	20	28	
68	2001	12	29	ペルー	花火		Peru. Lima. リマ中心部の国会近くで商店などが密集している繁華街の商業ビル3棟など炎上、大規模火災、露天の花火店で店員が客に属せるために新型の花火「チヨコラテ」に点火したところ爆発的に燃え、他の露天や小売店が多数入居するビル内部に燃え移る。焼死や煙に巻かれ死亡したほか、狭い通路で将棋倒しになった者も多い	289	200	489	
69	2001	12	30	中国	花火		China. 江西、Huangmao. 花火工場のPanda Export Fireworks社倉庫で花火梱包中爆発、火災、作業場10棟も誘爆で全壊、付近住民1万人避難	34	100	134	
70	1999	2	19	アメリカ	ヒドロキシアルミン		USA. Pa. Allentown 工業団地内の化学工場でヒドロキシアルミン蒸留中爆発、高さ25mの壁崩れ、窓ガラス割れる	5	14	19	
71	2001	11	1	アメリカ	フェノール、ホルムアルデヒド		USA. Wisc. Sheboygan Plastics Engineering社プラスチック工場屋上の混合タンクの安全弁吹き飛び、フェノール2万ポンド、ホルムアルデヒド21000ポンドなどが隣接建物屋上、ミシガン湖に通じる下水道などに流出	0	30	30	
72	2001	12	4	アメリカ	フッ化水素		USA. Tex. Pasadena Crown Central Petroleum社製油所バルブ点検中フッ化水素酸漏洩し近くの作業員暴露	0	6	6	

No.	年	月	日	国	起因化学物質	症状	発生状況	死・不明 (計)	負傷 (計)	死傷 備考 (計)
73	1999	5	13	中国	プラスチック燃焼ガス		China. 上海 塩化ビニル製造工場で爆発、火災。衝撃波で民家の窓ガラス割れケガ人増える	0	6	6
74	2001	3	13	アメリカ	プラスチック燃焼ガス		USA. Ga. BP Amoco Chemicals社の耐熱プラスチック製造工場前で夜からの修理中爆発、火災	3	0	3
75	2000	3	8	中国	フルフラール		China. 香港 コンテナターミナルに停泊中のコンテナ船「Atlantic Trade」の船倉内で4個のコンテナから有害なフルフラール漏洩	0	11	11
76	2001	7	19	アメリカ	プロパン、プロピレン		USA. La. Cypremont-Point付近 内陸運河にかかる高速道路319の橋桁にプロピレンとプロパンの混合物110万ガロン積みのバージ衝突し動けず、バルブ壊れガス漏洩。半径5マイル以内の住宅や企業で避難	0	10	10
77	2001	12	27	アメリカ	プロパン		USA. Georgia Moody. 空軍基地の天然ガス代替用の空気-プロパンミキサー爆発	0	3	3
78	2000	5	27	アメリカ	ヘキサン、他		USA. Ohio. アクロン 塗料工場でバンク修理製造のためヘキサン150ガロン入り容器に化学薬品を添加した際爆発、火災。損害100万ドル	0	3	3
79	2001	11	12	インド	ベンゼン、トルエン	頭痛、呼吸困難	India. Bangalore Maa Star Chemicals社化学工場でベンゼンやトルエンなどの溶剤を移しかえ中静電気発生し火災、爆発。工場の屋根や多数の溶剤容器吹き飛ぶ	2	4	6
80	2001	11	23	中国	ベンゼン		China. 浙江. Wuyi-County Hongpeng化学工場でシール壊れベンゼン50kg漏洩。子供46人と村人2人が頭痛や呼吸困難	0	48	48
81	2000	3	6	タイ	ホスゲン		Thailand. Map-Ta-Phut Thai Polycarbonate社石油化学工場でホース破損しホスゲン漏洩。従業員らガス吸い死傷	1	89	90 死亡1名
82	2001	11	11	アメリカ	ホスゲン?	呼吸困難	USA. Fla. West-Palm-Beach 郊外のビル内で中にいた65人が呼吸困難。消防隊員2人も中毒。アイスクリーム冷凍機の冷媒ガス(フレオンや塩素)が漏れグリースと反応してホスゲン生成か	0	67	67
83	2001	12	17	アメリカ	マグネシウム		USA. Indiana Walkerton Rossborough-Remacor社研究所でマグネシウム破砕、切断の新技术を試験中爆発。研究所全壊。他の2棟半壊	0	2	2
84	2001	12	13	アメリカ	無水マレイン酸		USA. Tex. Longview Eastman Chemical社工場で9000ガロンタンク(無水マレイン酸2000ガロン入り)破裂。近くの住民避難	0	2	2
85	2000	6	16	中国	メタン		China. 四川. Mianzhu 炭鉱でメタンガス爆発。救助に入った5人もガス中毒で死亡	12		12
86	1999	5	7	バングラデシュ	メチルアルコール		Bangladesh. Narsinghi メタノール混入したウィスキーによる中毒	120		120
87	2000	10	9	エルサルバドル	メチルアルコール		El-Salvador. 中部サンピセンテ県など計5県でこの一週間、サトウキビを原料とした蒸留酒で死者、メチルアルコール混入	119		119

No.	年	月	日	国	起因化学物質	症状	発生状況	死・不明 (計)	負傷 (計)	死傷 (計)	備考
88	2000	11	5	アメリカ	メチルアルコール, 他		USA. Tex. Sonora 変圧器に落雷してメタノール、溶剤、その他の有害化学物質の入った倉庫火災。3時間燃え住民200人避難	0	2	2	
89	2000	11	16	ケニア	メチルアルコール		Kenya. ナイロビ郊外「チャンガ一」と呼ばれる密造酒で中毒。有毒なメタノールが混入	137	400	537	
90	2001	9	9	エストニア	メチルアルコール		Estonia. ピヤルヌ ウォッカとして売られた密造のメチルアルコール酒を飲んだ市民が中毒で倒れる	60	49	109	
91	2001	9	20	アメリカ	メチルアルコール		USA Blue Coral社製造のメタノールを含んだガラス洗浄剤の容器の蓋が、州法で決められた子供に開けられない仕様でなかったため、子供2人を含む3件の誤飲事故発生。110万本リコーン	0	3	3	
92	2001	7	17	イギリス	硫化水素		UK. Wales. Newport ごみ処理施設で硫化水素発生。作業員4人死傷	1	3	4	死亡1名
93	2000	2	17	イギリス	リン酸、不明のガス		UK. England. East-Sussex. Hastings 浄水場でリン酸1000リットルを積んだタンクローリーからリン酸漏洩、有害ガス発生。作業員と運転手中毒。付近住民避難又は屋内退避	0	2	2	
94	2001	2	6	アメリカ	その他(インク)		USA. S. C. インク工場火災。ワニス部門から出火し1時間以上燃える	0	3	3	
95	1999	5	10	アメリカ	その他(コンタクトレ ンズ)		USA. Del. ニューポート コンタクトレンズ製造工場で爆発事故	0	2	2	
96	2000	6	4	中国	その他(梱包材)		China. 福建. アモイ ハイテク工業団地にある日系企業「厦門富士電気化学有限公司」のコン包作業区で火災。女性従業員8人死亡	8		8	死亡8名
97	2000	6	16	ロシア	その他(酸化剤)		Russian. ハバロフスク、ドゥナイ 太平洋艦隊の使うミサイルを輸送船から荷揚げする際にミサイル気密性破れ酸化剤約3tがオレンジ色の雲となつて流れ出す	0	18	18	
98	1999	6	23	アメリカ	その他(樹脂K-Ro sin)		USA. Tex. パサデナ フィリップス石油化学工場のK-Resinという物質の製造プラントで爆発。火災	2	3	5	
99	2001	1	29	イギリス	その他(セラミック)		UK. Scotland. Glasgow. Clydebank 平屋建てのセラミックス工場で爆発。火災	0	9	9	
100	2001	11	30	メキシコ	その他(染料)		Mexico. Naucalpan Sun Chemical染料工場火災。爆発。53800平方メートルの工場半分以上を焼損し3時間後に鎮圧。消防士17人負傷。近くの商店やホテルから5000人避難	0	17	17	
101	1999	5	29	オーストリア	その他(塗料)、不明 のガス		Austria. タウエルン 高速道路トンネル内で塗料を積んだトラックと乗用車が衝突。玉突き。教台が次々に爆発。炎上。有毒ガス発生	12	49	61	
102	2001	10	31	タイ	その他(塗料)		Thailand. Chonburi. Panthong 45人が働いていたGF Thailand社塗料工場でガス爆発。火災1時間続く。塗料混合中短絡による火花が落ち発火	13	30	43	
103	2000	9	11	アメリカ	その他(にかわ)		USA. Tex. Winona National Casein社工場にかわ製造中一部オーパーフローし着火。爆発	0	7	7	

No.	年	月	日	国	起因化学物質	症状	発生状況	死・不明 (計)	負傷 (計)	死傷 (計)	備考
104	2001	11	27	イタリア	その他(燃料ガス)		Italy. Rome北東郊外. アパート地下でガス漏れ調査中爆発. 消防士3人死亡, 1人重傷. 1, 2階大破. 水道本管破損	7	40	47	
105	2001	10	22	アメリカ	その他(フォームラバー)		USA. N. C. Greenboro ガスケットなどを製造しているCGR Products社の倉庫で天井まで積み上げたフォームラバー燃える. 防火壁のおかげで奥半分のみ焼損. 従業員1人と消防士2人負傷	0	3	3	
106	1999	8	18	ドイツ	その他(ポリマー)		Germany. Gendorf. ポリマー工場で火災. 損害9220万ドル	0	6	6	
107	2001	12	14	ラトビア	その他(マッチ)		Latvia Pardauga. マッチ工場のラベルを張る作業をしていた小さいレング造りの建物で爆発. 火災. 20分で鎮火	6	4	10	
108	1999	12	6	オーストラリア	その他(綿実粉)		Australia. ニューサウスウェールズ. Rutherford マーガリン工場で60tの綿実粉入りサイロ過熱により出火. 粉塵爆発	0	3	3	
109	1999	4	20	アメリカ	不明の化学薬品		USA. Pa. Tamaqua 化学工場で爆発事故	2	0	2	
110	1999	5	6	ノルウェー	不明の化学薬品		Norway. オスロ 中央駅近くの埠頭で倉庫3棟全焼. 内部の化学薬品など爆発. 3000万ノルウェークローネの物資焼損	0	5	5	
111	1999	5	31	インド	不明の化学薬品		India. デリー 化学薬品倉庫で爆発. 火災	34	33	67	
112	1999	8	13	フィリピン	不明の化学薬品		Philippines. マニラ 国家捜査局で化学薬品類などが引火し爆発	8	12	20	
113	1999	9	15	アメリカ	不明の化学薬品		USA. N. C. Sherby付近 ポリエステル製造工場の屋外化学薬品タンク爆発. 火災. 点検作業中の従業員死傷	1	4	5	死亡1名
114	1999	10	25	イギリス	不明の化学薬品		UK. Scotland. エジンバラ 病院の研究所で火災. 化学薬品漏洩. 40人避難	1	2	3	
115	1999	12	12	アメリカ	不明の化学薬品		USA. Miss. パスカガーラ 化学工場で水圧タンク爆発	0	2	2	
116	2000	5	20	アメリカ	不明の化学薬品		USA. Pa. フライデルフアイア 運送会社の倉庫(溶剤, 木材, 化学薬品ほか)火災. 消防士200人が5時間かかって消火. 損害約1億ドル	0	2	2	
117	2000	8	24	韓国	不明の化学薬品		Korea. 麗水 Hosung Chemex社化学工場で爆発. 火災	3	19	22	
118	2000	10	12	ドイツ	不明の化学薬品		Germany. Wiesbaden 化学工場で爆発. 火災. 倉庫2棟も燃える	0	4	4	
119	2000	10	19	バングラデシュ	不明の化学薬品		Bangladesh. チッタゴン Nur化学工場で溶接作業中出火. 働いていた子供15人以上負傷	0	15	15	
120	2000	10	31	アメリカ	不明の化学薬品		USA. Ariz. Bellemont 貨物列車同士衝突. 貨車脱線. 機関車3両炎上. 有害化学物質積んでいたため住民ら避難	1	3	4	
121	2000	11	2	韓国	不明の化学薬品		Korea. ソウル近郊 化学工場で爆発. 火災. 隣接工場へ延焼	4	40	44	
122	2001	1	30	パキスタン	不明の化学薬品	呼吸器に異常	Pakistan. Karachi 化学工場. 変電所などで火災	1	1	2	
123	2001	3	13	オーストラリア	不明の化学薬品	常	Australia. シドニー付近 化学工場で有毒物質漏洩. 50人避難. 5人. 呼吸器に異常	0	5	5	
124	2001	5	18	中国	不明の化学薬品		China. 台湾. 新竹 化学工場でボイラー爆発. 飛んできたガラス破片などで多数負傷	1	100	101	
125	2001	6	21	イギリス	不明の化学薬品		UK. England. Suffolk. Haverhill International Flavours and Fragrances工場の反応器から出火. 可燃性化学物質2. 5トン燃える	0	2	2	

No.	年	月	日	国	起因化学物質	症状	発生状況	死・不明 (計)	負傷 (計)	死傷 (計)	備考
126	2001	2	6	カナダ	不明の化学薬品(廣食性工業用洗淨剤)	薬傷	Canada. B. C. バンクーバー 乗員4人、乗客10人乗りCanadian Regional Airlinesのジェット機内で天井の荷物から腐食性の工業用洗淨剤漏れ乗客顔に薬傷や中毒	0		傷数人	
127	1999	1	15	アメリカ	不明のガス		USA. Ind. Fort-Wayne 93人乗りボルティモア発シカゴ行きUSエアーズ機のcockピットから異臭、24人異常訴え、緊急着陸	0	24	24	
128	1999	6	22	キューバ	不明のガス		Cuba. ハバナ 有毒ガスによる中毒	0	60	60	
129	2000	4	16	ポルトガル	不明のガス		Portugal. リスボン デイスコで有毒なガス入りの容器が投げ込まれ有毒ガス発生、デイスコ内パニックになり出口に客が殺到、計画的な犯罪	7	65	72	
130	2000	8	8	カナダ	不明のガス		Canada. オンタリオ、Guelph Quatic Industries社化学工場で火災、刺激性のガス発生、付近住民被害訴える	0	不明	不明	
131	2000	8	9	タイ	不明のガス		Thailand 無許可の化学薬品容器洗淨工場で有毒ガス発生、近くの工場の作業員など55人ガス中毒	0	55	55	
132	2001	8	3	韓国	不明のガス		Korea. 忠清南道天安市 ホテル(地上5階、地下1階建て)火災、1階のボイラー室での爆発が原因、宿泊客6人が有毒ガスを大量に吸うなどして死亡	6	2	8	死亡6名
133	2001	12	21	メキシコ	不明のガス		Mexico. Tula Pemex社製油所でガス漏れにより爆発、火災	1	15	16	
134	2001	12	25	マレーシア	不明のガス		Malaysia. Kuantan 埠頭に停泊中のバルク運搬船「Sunvazs」で鉄鉱石積み込み前に船倉清掃中原因不明の毒ガス吸い中国人船員ら死傷	5	1	6	
135	1999	2	23	ミャンマー	不明の殺鼠剤		Myanmar. バンロン シャン族の収容施設で中毒死相次ぐ、毒殺したネズミをミャンマー軍兵士が施設近くの川に遺棄したため	400	-	400	
136	1999	6	8	ドイツ	不明の農薬、ガス	呼吸器や眼刺激	Germany. プッパターター バイヤー社農薬工場で爆発事故、有毒ガス拡散、従業員、住民の呼吸器や眼に刺激	0	100	100	
137	1999	10	22	ペルー	不明の農薬		Peru. クスコ近郊、ウアサキ 学校給食を食べた子供が薬物中毒で死亡、ミルク入り穀物食品やミルクを配る際、農薬などを調合した容器を使用?	26	20	46	
138	1999	2	6	ニュージーランド	不明		New-Zealand. オークランド 下水道マンホール内で作業員2人死亡、3人目の作業員は救助を求める電話のあと死亡	3	0	3	死亡3名
139	2001	4	9	アラブ首長国連邦	不明		United-Arab. Fujairah沖 貨物船「Victoria」の積荷の石炭(dry coal)の温度チェックのためハッチを開けた船員が意識不明になり死亡、助けようとした2人も死亡、7人が負傷	3	7	10	死亡3名

厚生科学研究費補助金(医療技術評価総合研究事業)

分担研究報告書

化学兵器の毒性情報に関する調査とデータ・ベースの作成

分担研究者 田村満代 (財)日本中毒情報センター 係長
協力研究者 遠藤容子 (財)日本中毒情報センター 施設次長
協力研究者 黒木由美子 (財)日本中毒情報センター 施設長
協力研究者 吉岡敏治 大阪府立病院 救急診療科 部長

研究要旨：

平成13年9月の米国での同時多発テロを受け、日本でも化学兵器によるテロ事件が起こる可能性がより一層高まり、ますます毒性情報の確立が求められてきている。本研究では昨年に引き続き、化学兵器に関する国内外の毒性情報を調査し、緊急事態発生時の対応の基盤となるデータ・ベースを整備した。日本中毒情報センターが独自に作成し、活用しているオリジナルファイルのフォーマットに化学兵器の特殊性を考慮し、追加改変した。米国の毒性情報資料は信頼性が高いと評価されており、主に使用し整備した。

昨年は、5系列、8種類の化学兵器について作成したが、本年は昨年の見直しを行うとともに引き続き、7系列14種類の詳細なデータ・ベースを作成した。緊急時に治療指針として活用できる「概要版」も合わせて整備した。これで資料の入手可能な22種類の化学兵器すべてについて整備されたことになる。詳細なデータ・ベースは、毒性、薬理作用、中毒症状、治療法等が収録されており、「概要版」も合わせ、全16項目から成り立っており、すべての情報提供の基盤となる実用的なデータ・ベースである。

主要な化学兵器7系列22種類のデータ・ベースが整備され、別途作成されている時間軸対応マニュアル、化学兵器早期鑑別チェックリスト、検知紙使用法等を併用することにより、化学兵器によるテロに迅速にかつ正確に対応できることが可能である。

A. 研究目的

現在までに使用、あるいは知られている化学兵器について、資料入手可能な全ての物質について国内外の毒性情報資料を調査・収集し、不幸にも化学兵器によるテロ等の緊急事態が発生した際に、迅速に情報提供できる、基盤となる詳細なデータ・ベースを整備する。

B. 研究方法

日本中毒情報センターが独自に作成し、

活用しているオリジナルファイルのフォーマットに化学兵器の特殊性を考慮し、追加改変し基本骨格とした。毒性情報資料の入手は、米国が最も情報公開が進んでおり、情報資料が豊富で信頼性が高いと評価されているので、中核的資料として使用した。なかでもMICROMEDEX社が制作、販売しているCD-ROM形態の中毒関連データ・ベースは知名度も高く、世界中で広く使用されている

権威ある情報源であり、繁用した。繁用した中毒関連データ・ベースを以下に示す。

POISINDEX®：毒性情報、臨床症状、治療法、最新文献を網羅

兵器(WARFARE AGENTS)等の項目を参照

TOMES Plus®：化学的毒性データの総合的情報源

MEDITEXT®：毒性・治療情報

HAZARDTEXT®：火事・爆発事故等の対処・環境影響、産業毒性情報

HSDB®(Hazardous Substances Data Bank)：有害物質毒性情報

RTECS® (Registry Toxic Effects of Chemical Substance)：化学物質毒性情報

米国では 1996 年のアトランタオリンピック開催を契機に地方、州、連邦、軍等が共同でテロ事件等を含む公衆衛生問題に対処する施策がとられ、それ以降、着実にシステムは確立・強化されてきている。インターネット web site 上で、多くの国家機関が化学兵器に関連する情報を公開しており、特に、Department of the Army による Textbook of Military Medicine シリーズの Medical Aspect of Chemical and Biological Warfare(1997)と USAMRICD (US Army Medical Research Institute of Chemical Defense)による Medical Management of Chemical Casualties Handbook(1999)を繁用した。特に前者は約 700 頁に及ぶ膨大な資料で、化学兵器の歴史や脅威についての解説をはじめ、各種化学兵器の長期健康被害を含む毒性情報、トリアージ、除染、防御方法等、米軍の医療関係者が熟知すべきとされて

いる項目について、詳細な情報が示されている。その他、web site 上では各分野の専門医が監修している医療情報サイト、eMedicine Journal の EMS and Terrorism、Warfare-Chemical, Biological, Radio-logical, Nuclear and Explosives, 等の情報も使用した。また、WHO 報告書(Health Aspects of Chemical and Biological Management Agency)、CDC(Centers for Disease Control and Prevention)、等の情報を参照し、化学兵器研究者として著名な、Tu,A.T.、Sidell,F.R.、Venzke,B.、等による最新のテキストブックや雑誌論文を引用した。これらの大半は、1999 年に米国で開催されたシンポジウム、Poison Centers and Nuclear, Biological and Chemical Terrorist Event Preparation and Response で紹介された「中毒センターが参考にするべき文献」のリストに挙げられているもので、段階評価を加え推薦しているリストの中で最高位に位置付けられたものである。MADLINE でも関連文献を検索し、情報に追加した。

C. 研究結果と考察

化学兵器データ・ベースのフォーマットは、日本中毒情報センターが独自に作成しているオリジナルファイルの治療法の項目に、予防対策、汚染の持続時間、除染、セルフエイド等を化学兵器の独自の細目として追加し、改変した。その基本骨格は以下の全 16 項目から成る。

0. 概要

1. 名称(化学名、別名、構造式等)
2. 分類コード
3. 成分・組成
4. 製造会社・連絡先

5. 性状・外観(分子量、比重、蒸気密度
他の化学的・物理的性質)
6. 用途(化学兵器としての歴史的
使用状況を含む)
7. 法的規制事項
8. 毒性(中毒量、致死量、刺激性、感
作性、発癌性、遺伝毒性等)
9. 中毒学的薬理作用
10. 体内動態
11. 中毒症状(曝露経路別の急性典型
症状、臓器別詳細症状、後遺症、予
後等)
12. 治療法(予防対策、汚染の持続
時間、除染、セルフエイド、曝露
経路別の基本的処置、特異的処
置、対症療法、検査等)
13. 中毒症例
14. 分析法
15. その他

概要部分は、緊急時の治療指針として単独で使用できるように簡潔にまとめた「概要版」である。概要版の構成は、1.簡条書きに化学兵器の特徴をまとめた概要、2.毒性、3.中毒学的薬理作用、4.中毒症状、5.検査、6.治療、7.観察期間または治療終了期間、である。見開き2頁以内とした。詳細データ・ベースにはない「観察期間または治療終了期間」を別項に項目立てとした。この項目は、集団で発生する可能性が高いこれらの化学兵器の、中毒患者を治療する上で重要である。

上記のフォーマットに従い、以下の7系列14種類の化学兵器に関するデータ・ベースを作成した。昨年作成した5系列8種類(サリン、シアン化水素、ホスゲン、塩素、クロロピクリン、マスタードガス、ルイサイト、CN)の

データ・ベースは POISINDEX®、TOMES Plus®を中心に見直しを行った。

1. 神経剤
VX、タブン、ソマン
2. 血液剤
塩化シアン、アルシンガス
3. 窒息剤
ジホスゲン
4. びらん剤
ナイトロジェンマスタード、ホスゲンオキシム
5. 催涙剤
CS、CA、CR、OC
6. 催吐剤
アダムサイト
7. 無能力化剤
BZ

これで、7系列22種類の化学兵器についてのデータ・ベースが整備され、主要な化学兵器が網羅されたことになる。使用した資料のうち、web site 上で公開されている情報は up-to-date であり、特に Department of the Army が公開している資料は詳細かつ広範囲に及ぶものであり、極めて有用であった。

D. 結論

7 系列 22 種類の化学兵器に関する独自のデータ・ベースを作成した。これで資料が入手可能な化学兵器を全て網羅したことになる。このデータ・ベースは概要版、毒性、中毒症状、治療法等、全 16 項目について整備・収録したものであり、化学兵器テロ事件等が発生した際に、実用的に活用できる、情報提供時のすべての基盤となるデータ・ベースである。別途作成したクリニカルパスのもと、化学兵器早期鑑別チェックリスト、トリアージ

カード、検知紙の使用法等を併せて使用することにより、迅速かつ正確な対応が可能になると考えられる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

予定なし

G. 知的所有権の出願・登録状況

なし

資料(1) VX

0. 概要

- ・ VXはサリン、タブン、ソマンと同類で、神経剤に分類される。
- ・ 強いアセチルコリンエステラーゼ阻害作用を有し、神経剤の中で最も毒性が強い。吸入半数致死量(LC50)で表される毒性は、VX>ソマン>サリン>タブンの順に強い。
- ・ 無色～琥珀色、無臭の油状液体で、揮発しにくい。
非常に作用が速く、特に皮膚暴露によって全身症状を呈する。
- ・ 他の神経剤よりも環境汚染が持続し、毒ガスとしての作用が長く持続する。
- ・ 二次汚染を防ぐため、患者と接する者は防護を怠ってはならない(レベルD)。
- ・ 臨床症状は重症の有機リン剤中毒に準じ、治療もそれと同様に硫酸アトロピンやPAMを投与する。
- ・ 下記の症状の右へ行くほど重症である。

縮瞳→鼻汁→気管支痙攣→分泌亢進→呼吸障害→痙攣→呼吸停止

[毒性]

VXは皮膚から極めてよく吸収され、皮膚暴露でサリンの約100倍の毒性を示す。揮発しにくい、温度が高いと蒸気吸入暴露が起こり、サリンの約3倍の毒性を示す。

吸入ヒト半数致死量(LC50):10mg-分/m⁽³⁾

皮膚浸透ヒト推定半数致死量(LD50):(液体)6~10mg/人

[中毒学的薬理作用]

不可逆的にアセチルコリンエステラーゼと結合し、自律神経節、中枢神経系、神経筋接合部にアセチルコリンを蓄積させ、中毒症状を引き起こす。

VX中毒ではエイジング半減期は40時間以上で、サリン、ソマンに比べ、エイジングはゆっくりと起きる。

[中毒症状]

有機リン剤中毒と同様の症状が出現すると考えられる。

縮瞳、視覚障害(うす暗いとか、ぼんやりするなど)、倦怠、脱力、下痢、腹痛、嘔気、筋痙攣、発汗、鼻汁過多、流涙、流涎、気道内分泌物亢進、気管支痙攣、呼吸困難、意識消失、痙攣、弛緩性麻痺、尿失禁、無呼吸。

皮膚暴露時:皮膚から極めてよく吸収され、急速に症状が発現する。少量の場合、暴露部位のみ、筋線維束性痙攣、発汗を認める。多量では、次いで嘔気、嘔吐、下痢などの消化器症状、全身発汗、倦怠感がみられることがある。極めて大量または致死量に近い量では、意識消失、痙攣、弛緩性麻痺、無呼吸を起こす。

蒸気暴露時:低濃度の蒸気暴露で、数秒~数分間に、縮瞳、視覚障害、鼻汁過多、各種の程度の呼吸困難を来す。

高濃度の蒸気では、1~2分で意識を消失し、その後、痙攣、弛緩性麻痺、無呼吸を来す。縮瞳、流涙、流涎、鼻汁や気道内分泌物の過剰もあり、発汗、筋線維束性痙攣、尿失禁などがおこる。

[検査]

血漿中または赤血球中コリンエステラーゼ値(ChE)をモニターする。

特に赤血球ChE値の低下は有用。軽症中毒では相関性は低いが、30%以下に低下した患者の50%に全身症状が発現する。

胸部X線検査、動脈血液ガス、心電図モニター

[治療]

- ・ 除染

VXは皮膚、眼から極めてよく吸収されるので、除染は至急行う。

皮膚暴露時:石鹼と大量の水で洗淨する。

・汚染された衣類は除去し、密封処理する。

・現場での除染にはイオン交換樹脂・活性炭充填パッドでの拭き取りが勧められる。

・従来は次亜塩素酸塩0.5%液(家庭用漂白剤は水で10倍希釈)を使用後、水で十分すすぐように推奨されていたが、現在では勧められない。

眼暴露時:大量の微温湯または生理食塩液で15~30分洗眼する。

・農薬の有機リン剤中毒と同様に、硫酸アトロピンやPAMを投与する(別紙)。

・呼吸循環管理

人工呼吸管理で、筋弛緩剤が必要な場合、神経筋遮断剤スキサメトニウム(サクシニルコリン)の使用は(コリンエステラーゼ阻害剤によってスキサメトニウムの分解が阻害され)呼吸筋麻痺を遷延させるので避けるべきである。ジアゼパムかチオペンタールを麻酔導入剤として使用する。十分な補液を行う。

・対症療法

痙攣のコントロール:ジアゼパム投与(別紙)

気管支痙攣:アトロピン投与で不十分であれば、交感神経刺激薬や気管支拡張薬を使用

不整脈対策:心電図モニター、一般的な不整脈治療

肺水腫の監視

極軽症(縮瞳のみ):トロピカミド・塩酸フェニレフリン(ミドリン-P^(R))、塩酸シクロペントラート(サイプレジン^(R))を点眼。
または治療を必要としない。

[観察期間または治療終了時期]

縮瞳以外の症状がすべて消失するまで、入院・経過観察を行う。縮瞳はまれに数週間持続することがある。

1. 名称

VX(一般名)

[化学名]Phosphonothioic acid,methyl-,S-(2-(diisopropylamino)ethyl)-O-ethyl ester

[別名]EA 1701

Ethyl S-2-diisopropylaminoethyl methylphosphonothiolate

Ethyl S-dimethylaminoethyl methylphosphonothiolate

Ethyl-S-diisopropylaminoethyl methylthiophosphonate

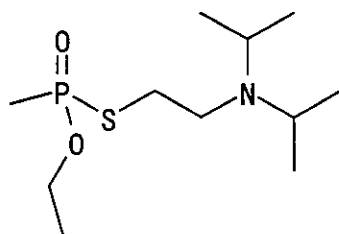
Methylphosphonothioic acid S-(2-(bis(methylethyl)amino)-ethyl)O-ethyl ester

O-Ethyl S-2-diisopropylaminoethyl methylphosphonothioate

S-(2-Diisopropylaminoethyl)O-ethyl methyl phosphonothiolate

TX 60

[構造式][図]



[CAS NO]50782-69-9

1,2,3,4)

2. 分類コード

6-1298-980 VX

3. 成分・組成

VXは粘度が高いため、溶剤(n-ヘキサン等)に溶かして散布することもある。10)

4. 製造会社及び連絡先

未ファイル

5. 性状・外観

無臭の琥珀色をした自動車のオイルに似た液体 1,10)

無色無臭の液体(20℃) 5)

[分子量]267.37 1,6)、236.44 1,3)

[比重]1.0083g/mL(25℃) 1,10)

[沸点]298℃(計算値) 5)

[凝固点]<-51℃ 5)

[蒸気圧]0.0007mmHg(25℃) 5)

[蒸気密度]9.2(空気=1) 1)

[揮発度]10.5mg/m(3)(25℃) 1,5)、3-18mg/m(3)(20℃) 12)

揮発しにくい。揮発に必要な時間;1800秒 6,7,12)

[反応性]加熱すると分解し、有毒フェーム(SO_x、NO_x)を発生する。 1,3)

[溶解性]20℃で水に約1-5%溶ける。 12)

[安定性]V剤は特にアルカリ溶液中でサリンよりも加水分解に対して抵抗性がある。 12)

6. 用途

化学兵器

1952年に英国で製造された第三世代の毒ガス。米国では1959年にVXの工場がつくられ、1961年に生産開始、1969年に生産が中止されるまでに数万トンが生産されたといわれている。 6)

(第一次世界大戦で製造・使用された毒ガスが第一世代、1930-1940年代にドイツで開発されたタブン、サリン、ソマン等のG剤が第二世代の毒ガスである。) 6,7)

日本で1994-1995年にオウム真理教の犯行グループが個人のテロのためVXを使用した。

使用方法:通常の砲弾、ロケット弾に充填して、航空機からエアロゾルの形で散布される。

粘度が高いため、溶剤(n-ヘキサン等)に溶かして散布することもある(オウム真理教の犯行グループは注射器に詰めて対個人的に使用した)。 10,11)

7. 法的規制事項

未ファイル

8. 毒性

極めて速やかにコリンエステラーゼ阻害作用が発現する。阻害作用はサリンよりも強い。 1,8)

- 特に赤血球ChEを阻害する。 1)
- ・化学兵器の中で最も毒性が高い。 5)
吸入半数致死量(LCt50)で表される毒性は、VX>ソマン>サリン>タブンの順に強い。 6)
- ・VXは皮膚からきわめてよく吸収され、皮膚暴露ではサリンの約100倍の毒性を示す。揮発しにくいが高温度になると蒸気吸入暴露が起こり、サリンの約3倍の毒性を示すと推定される。 8)
- ・VXは他の神経ガスよりも環境汚染が持続する。 1,7,9)
- ・加熱すると分解し、有毒フューム(SO_x,NO_x)を発生する。 1,3)

[致死量]

- 吸入ヒト半数致死量(LCt50):10mg-分/m(3) 6,12)
- 吸入ヒト推定致死量:(ガス)0.1mg-分/m(3) 7)
- 皮膚浸透ヒト推定半数致死量(LD50):(液体)6mg/人 6,12)、6-10mg/人 14)
- (V剤)経皮ヒト推定致死量:(液体)♂2-10mg 12)
- 吸入ヒト推定致死量:(エアゾール)♂5-10mg-分/m(3) 12)

[中毒量]

- 吸入ヒト最小中毒量:(ガス)5x10⁽⁻⁶⁾mg-分/m(3)(ロシア軍)、
(ガス)1.10x10⁽⁻⁵⁾mg-分/m(3)(米軍) 7)
- 経口ヒト;TDLo:4 μg/kg 悪心、嘔吐、消化管運動亢進、下痢 1,2,3)
- 筋注ヒト;TDLo:3200ng/kg 視野変化、傾眠、悪心、嘔吐 1,2)
- 皮下注ヒト;TDLo:30 μg/kg 頭痛、悪心、嘔吐 1,2)
- 静注ヒト;TDLo:♂1500ng/kg 幻覚、認識力低下、悪心、嘔吐 1,2,3)
- 軍用有効濃度(または不能量):>0.5mg-分/m(3) 12)
- 半数不能量:50mg-分/m(3) 5)
- ・地面がVX0.5-5mg/m(2)で汚染されると、保護衣や除染なしでは極度に危険。12)

[急性毒性(動物)]

- 腹腔内ラット;LD50:500 μg/kg 痙攣性麻痺、気管支収縮、消化管の変化 2)
- 腹腔内マウス;LD50:50 μg/kg 1,3,12)
- 腹腔内ウサギ;LD50:66 μg/kg 1,2)
- 皮下注ラット;LD50:12 μg/kg 1,2,3)
- 皮下注マウス;LD50:22 μg/kg 1,3)
- 皮下注ウサギ;LD50:14 μg/kg 2)、15.4 μg/kg 8)
- 経皮ウサギ;LD50:250 μg/kg 2)

[特殊毒性]

- 催奇形性:現時点でデータなし 1)
- 妊娠に対する影響:皮下注ラット;75 μg/kg 着床後死亡、胎児毒性、出生後の行動異常 1,2)
- 発癌性:現時点でデータなし 1)
- 遺伝毒性:現時点でデータなし 1)

[許容濃度]

- ACGIH-TLV、IDLH等:設定されていない。 1)

9. 中毒学的薬理作用

- ・アセチルコリンエステラーゼ(AChE)阻害作用:
AChEの活性部位に結合し、自律神経、中枢神経系、神経筋接合部にアセチルコリンを蓄積させ、中毒症状を引き起こす。
VXのAChE阻害作用はサリンよりも強い。 1)
健全人にVXを1.5 μg/kg静注すると、AChEコリンエステラーゼの75%低下を引き起こした。 1)

VX中毒ではサリン、ソマンに比べてエイジングはゆっくりと起きる。動物で暴露後48時間までPAM治療による酵素賦活が有効であった。 1)

エイジング半減期: VX; 40時間以上、タブン; 40時間以上、ソマン; 約2分、サリン; 約5時間 6)

10. 体内動態

・吸収

VXは皮膚からきわめてよく吸収される。 10)

(神経剤)肺、皮膚、結膜から速やかに吸収される。 1,6,8)

経口摂取時は消化管からも吸収される。 6,8)

・代謝

肝における代謝速度は遅く、蓄積する。 5)

11. 中毒症状

・以下のような有機リン剤と同様の中毒症状が出現すると考えられる。 1,6,9)

ムスカリン様症状: 縮瞳、気管分泌物の増加、鼻汁、流涙、尿失禁、腹痛、嘔吐
徐脈、気管支痙攣、流涎、発汗、下痢、血圧低下

ニコチン様症状: 筋肉の痙攣・硬直・虚脱・麻痺

頻脈、血圧上昇、攣縮、呼吸麻痺

中枢神経症状: 不安、興奮、不眠、悪夢

中枢神経系抑制、混乱、せん妄、頭痛、昏睡、痙攣、精神病

皮膚暴露時: 皮膚から極めてよく吸収され、急速に症状が発現する。少量の場合、暴露部位のみ、筋線維束性攣縮、発汗を認めることがある。多量では、次いで嘔気、嘔吐、下痢などの消化器症状、全身発汗、倦怠感がみられることがある。極めて大量または致死量に近い量では、10~30分の無症状期のあとに突然、意識消失、痙攣、弛緩性麻痺、無呼吸を起こす。 13,14)

蒸気暴露時: 低濃度の蒸気暴露で、数秒~数分間に、縮瞳、視覚障害、鼻汁過多、各種の程度の呼吸困難を来す。

高濃度の蒸気では1~2分で意識を消失し、その後、痙攣、弛緩性麻痺、無呼吸を来す。縮瞳、流涙、流涎、鼻汁や気道内分泌物の過剰もあり、発汗、筋線維束性攣縮、尿失禁などがおこる。13,14)

・重症例では意識障害が出現し、急速に増悪する。限られた例では、極期に達すると、徐々に回復する。意識障害の回復の経過中、興奮、独語、幻覚等の精神症状が出現する。この意識障害が7日間位続くことがある。これらの意識障害や精神症状は徐々に回復し、合併症がない限り、完全に回復する。 10)

・神経剤中毒では他の有機リン剤中毒に比べて、縮瞳が著明である点が特徴的。 6)
有機リン剤中毒の一般的症状 1)

(1)循環器系: 徐脈、血圧低下

不整脈

心筋炎、頻脈、血圧上昇

(VX)血圧上昇 9)

イヌで心電図変化; 3 μ g/kgまたは6 μ g/kgを皮下注すると、Q-T延長、不整脈を認めた。 8)

(2)呼吸器系: 気管分泌物の増加、気管支痙攣、胸部圧迫感、呼吸困難、呼吸不全
誤嚥による化学性肺炎

気道刺激、化学性肺炎、肺水腫; 加熱分解された有毒・刺激性フェー
ムの吸入による。

(VX)気管分泌物の増加、呼吸困難; 急速に出現する。 10)

- (サリン)咳、呼吸困難、胸部圧迫感、喘鳴、頻呼吸 7)
- (3)神経系:不安、痙攣、運動失調、昏迷、昏睡、麻痺
末梢神経炎、不随意運動、ジスキネジア
脳波変化;てんかん波
痙攣;小児は成人より痙攣の感受性が大。
(VX)意識障害、痙攣発作;急速に出現する。 10)
幻覚、認識力の低下 9)
頭痛、傾眠 2)
健全人にVXを1.5-1.7 μg/kg静注すると、行動・認識力の低下を引き起こした。 1)
- (サリン)頭痛、脱力、筋線維束性攣縮、四肢麻痺、意識レベル低下、めまい、痙攣 7)
- (4)消化器系:嘔気、嘔吐、下痢、腹痛、流涎
便失禁(重度)、腸重積症(14カ月児の1例報告)
(VX)流涎 10)
消化管運動の亢進、嘔気、嘔吐、下痢 2,9)
健全人にVXを1.5-1.7 μg/kg静注すると、軽度の消化器症状を引き起こした。 1,2)
(サリン)嘔気、嘔吐、下痢 7)
- (5)泌尿器系:頻尿
尿量減少、蛋白尿、結晶尿
- (6)その他:
*眼 :縮瞳(著明)、複視、流涙
外眼筋間代性痙攣(斜視または眼振様痙攣)
羞明;時に数カ月続くことがある。
最重症では散瞳
(VX)縮瞳;意識障害より遅れて出現する。瞳孔は一過性に左右不同を示すことが多い。 10)
(サリン)縮瞳、眼痛、複視、薄明視、流涙 7)
(慢性)視力低下
- *酸・塩基平衡:代謝性アシドーシス
- *血液:血液凝固異常(PTの変化)、出血傾向
(VX)血清CPKの上昇;重症例では高値 10)
- *鼻 :(サリン)くしゃみ、鼻汁 7)
- *喉 :唾液分泌の増加
- *皮膚:発汗、経皮暴露で皮膚炎
- *骨格筋:筋脱力・疲労、筋線維束性攣縮、筋麻痺
(VX)筋線維束性攣縮 10)
- *内分泌:高血糖、糖尿
- *精神病:精神障害、種々の人格・行動異常(慢性暴露)
思考異常、健忘症、言語障害、抑鬱、
(サリン)興奮 7)
- *免疫:免疫系の異常、アレルギー反応(皮膚症状)
- *その他:低体温
- *妊娠時の作用:データなし 1)
- *検査所見:血漿・赤血球コリンエステラーゼの低下
特に赤血球コリンエステラーゼ値の低下は有用 1,13)
重症例では低下が著しい。 10)
軽症中毒では相関性は低いが、活性が50%以上低下した場合は

一般的に重症中毒となる。 1)
全身症状(嘔吐、下痢、意識消失)が出現する程度の大量暴露があった場合、赤血球中コリンエステラーゼ活性は通常、正常値の30%以下である。 13)

1.2. 治療法

1) 予防対策

- ・可逆的コリンエステラーゼ阻害剤の使用: AChEに可逆的に結合して神経剤と競合的に拮抗する。 1,6,8)
 - 臭化ピリドスチグミン(PB):
 - ・VX中毒の動物にPB前処理すると、アトロピンとPAMの治療効果を抑制した(PAMによるAChE賦活が有意に低下した)。
 - ・神経剤(特にソマン)に対して有用。 9)
 - ・湾岸戦争時、イラク軍のソマンによる攻撃を考慮して米軍に配備、使用されていた。
 - ・サリン、VXには有効でなく、作用時間が約8時間と短いため1回30mg、1日3回の定時服用が必要な上に、神経剤中毒を予防できる投与量では軽度であるが、下痢、腹痛等の消化器症状が副作用として高率にみられる。 6,9)
 - フィゾスチグミン: 6,8)
 - ネオスチグミン: 6)
 - エドロホニウム: 6)
 - Huperzine A(アルカロイド): 応用が試みられている。 6)
 - P2S(1-methyl,2-hydroxyiminomethylpyridinium methanesulfonate):
 - ウサギ及びモルモットでVX及びサリンの致死作用に保護効果を示し、同時にアトロピン療法の効果を増強した。ソマンに対しては有効ではない。 1)
 - Benzylimidazolium oximes: ラットにアトロピンと併用すると、VXに対して保護効果を示した(LD50の5.7-24倍)。 8)

2) 汚染の持続時間

- ・VXは毒ガスとしての作用が長く持続する。 7)
- 他の神経ガスよりも環境汚染が持続する。 1,9)
 - 地面汚染によって予想される有害作用の持続時間 12)
 - 気温10°C、雨の降っている中程度の風のある日 ;1-12時間
(サリンは1/4-1時間)
 - 気温15°C、晴れで、微風のある日 ;3-21日
(サリンは1/4-4時間)
 - 気温-10°C、晴れで、風がなく、雪が降っている日;1-16週間
(サリンは1-2日)
- ・分解性
 - VXは水中では加水分解されるが、低温、低pHでは分解が特に遅い。また主要分解物にVXとほぼ同程度の毒性があり、加水分解に対しさらに安定であるため、毒性が長時間持続する。 8)
 - 海水中半減期: 25°C 5-14日、57日、5°C 230日、4°C 数年 8)
 - 熱分解半減期: 150°C 36時間、200°C 1.6時間、250°C 4分、295°C 36秒 1)
 - 加水分解性(25°Cでの半減期): pH2-3 100分、pH13 16分、pH14 1.3分 10)
 - 大気中分解性: 揮発性は低い、大気中半減期は推定0.24日。VX蒸気相は水酸基ラジカルと光化学的に反応する。 8)
 - 貯蔵安定性: 室温では比較的安定。
 - 純度95%VXは、71°Cで1カ月に5%の割合で分解する。 10)

3) 除染

- ・漏洩時の除染: 神経剤はアルカリ物質、酸化剤(塩素化合物)により、速やかに加水分解される。 1,6,9)
アルカリ物質; 炭酸ナトリウム(ソーダ灰)、炭酸水素ナトリウム、水酸化カルシウム、炭酸カルシウム等
塩素化合物; さらし粉($\text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)
次亜塩素酸ナトリウム(NaClO)または家庭用漂白剤等 1,9)
器材の除染には次亜塩素酸ナトリウム5%液を使用する。
DS2; ジエチレントリアミン70%、エチレングリコールモノメチルエーテル28%、水酸化ナトリウム2%含有
(但し、マスク・ゴム手袋、爆発性液体なので熱い金属表面上には置かない等の使用制限がある。) 9)
- ・暴露部位の除染: 9,13,14)
 - ・ヒトの除染は石鹼と大量の水で行う。
 - ・現場での除染にはイオン交換樹脂・活性炭充填パッドでの拭き取りが勧められている。
 - ・従来は次亜塩素酸塩0.5%液(庭用漂白剤は水で10倍希釈)を使用後、水で十分すすぐように推奨されていたが、現在では勧められない。

4) セルフエイド

- ・皮膚除染キットM291(Rohm & Haas社):
米軍使用の兵士及び一般市民用キット。
キットはイオン交換樹脂AMBERGARD 555 と活性炭を充填したパッド6個からなり、汚染された皮膚を塗布パッドで拭いて、薬剤をパッドの樹脂や活性炭に吸着させる。
暴露がない場合に使用しても安全で、実際の野外条件と同様訓練に用いることができる。
安全性や神経剤に対する有効性がテストされ、M258-A1皮膚除染用キットから取って代えられている。 1)
- ・M258-A1皮膚除染用キット:
米軍使用の小ペーパータオルで、アルカリ性のクロラミンとフェノールの混合物を含む。 9)

5) 診断

- ・VXの暴露を受けても皮膚の局所症状は出現しないため、気付かれないことが多く、脳血管障害と誤診されることがある。そのため診断が遅れることが多い。 10)
- ・血漿・赤血球コリンエステラーゼの低下、重症例では低下が著しい。 10)
- ・血液、衣服、さらに土や水等の一般環境からのVXまたはその代謝産物であるメチルホスホン酸エチルやメチルホスホン酸の検出が診断に重要。 10)

6) 臨床検査

- 血漿中または赤血球コリンエステラーゼ活性をモニターする。
特に赤血球コリンエステラーゼ値の低下は有用 1,13)
軽症中毒では相関性は低い、活性が50%以上低下した場合は一般的に重症中毒となる。 1)
- 全身症状(嘔吐、下痢、意識消失)が出現する程度の大量暴露があった場合、赤血球中コリンエステラーゼ活性は通常、正常値の30%以下である。 13)
- 胸部X線検査をはじめとする一般緊急検査に加えて、動脈血液ガス分析 1)

7) 治療

- ・VXは皮膚から吸収されやすいので、汚染部位の水洗は至急行う。 10)

- ・アトロピンはコリン様症状のコントロールには有効で、ジアゼパムは痙攣等の中枢神経症状を制御するために使用できる。 1)
- ・PAMはVXにはよく適応する。 7)
 - VX中毒ではサリン、ソマンに比べて、エイジングはゆっくりと起きる。動物で暴露後48時間までPAM治療による酵素賦活が有効であった。 1)
 - エイジング半減期: VX; 40時間以上、タブン; 40時間以上、ソマン; 約2分、サリン; 約5時間 6)
- ・呼吸循環機能の維持管理
 - ・人工呼吸が必要で、筋弛緩剤が必要な時には、神経筋遮断剤スキサメトニウム(サクシニルコリン)の使用は(コリンエステラーゼ阻害剤によってスキサメトニウムの分解が阻害され)呼吸筋麻痺を遷延させるので避ける。 16)
 - ・ジアゼパムかチオペンタールを麻酔導入剤として使用する。
 - ・十分な補液を行う。
- ・観察期間: 縮腫以外の症状がすべて消失するまで、入院・経過観察を行う。縮腫はまれに数週間持続することがある。 13,14)

*吸入の場合 1,8,9,10)

(1) 基本的処置

A. 除染: 新鮮な空気下に移送。

救助者、医療者は二次汚染を避けるために保護具(呼吸補助具、保護衣等)を着用する。吐物は不浸透性の密閉容器に入れて注意深く廃棄する。汚染された衣類は除去し、有害廃棄物として処理する。暴露された皮膚、眼を「3)除染」の方法で洗浄する。

B. 呼吸不全を来していないかチェック。

C. 全身症状が出現しないか注意深く観察する。

(2) 対症療法

A. 酸素投与: 気道確保、酸素投与、人工呼吸等を一般の救命処置に準じて行う。

B. 痙攣対策: ジアゼパム等によりコントロールする。

難治性、再発性の場合、フェノバルビタールまたはフェニトイン等の抗痙攣剤を使用する。

動物ではジアゼパムよりミダゾラムが効果的であった。 8)

C. 肺水腫の監視: 24-72時間後に肺水腫が出現することがある

動脈血ガスをモニターするなど呼吸不全の発生に留意する。

D. 気管支痙攣: アトロピン投与で不十分であれば、交感神経刺激薬やテオフィリン等の気管支拡張薬を使用。 9)

E. 不整脈対策: 心電図モニター、一般的な不整脈治療 1,9)

F. 極軽症(縮腫のみ): サリンに準じて、

トロピカミド・塩酸フェニレフリン(ミドリン-P(R))、塩酸シクロペントラート(サイプレジン(R))を点眼。

または治療を必要としない。 15)

(アトロピン点眼も良いが、効果が長く、コントロールが付きにくい。) 15)

G. 精神症状: ハロペリドールを使用することもある。 10)

H. 禁忌薬剤: サクシニルコリン(suxamethonium)、その他コリン作働薬

(気管内挿管のために筋弛緩剤が必要な場合、サクシニルコリンは筋麻痺を延長する可能性があるため避けるべきである。) 9)

(3) 特異的処置

A. アトロピン療法: 主に神経剤のムスカリン様作用の治療に有効で、ニコチン