

신경 작용제(Tabun (GA); Sarin (GB); Soman (GD); and VX



가. 화학물질 정보

(1) 동의어

GA: ethyl dimethylamidocyanophosphate; ethyl N,N-dimethylphosphoramidocyanidate; ethyl dimethylaminoethoxy-cyanophosphine oxide; dimethylamidoethoxy-phosphoryl cyanide; EA1205; dimethylphosphoramidocyanidic acid ethyl ester

GB: isopropyl methylphosphonofluoridate; isopropoxymethylphosphoryl fluoride; trilon; MFI; TL1 618; isopropylmethanefluorophosphonate; T144; T2106; fluoro(isopropoxy)methylphosphine oxide; methylisopropoxyfluorophosphine oxide; zarin

GD: pinacolyl methylphosphonofluoridate; 1,2,2-trimethylpropyl methylphosphonofluoridate; methylpinacolylxyfluorophosphine oxide; pinacolylxymethylphosphonyl fluoride;

1,2,2-trimethylpropoxyfluoro(methyl)phosphine oxide; pinacolyl methylphosphonyl fluoride

VX: O-ethyl S-(2-diisopropylaminoethyl) methylphosphonothiolate; methylphosphonothioic acid; S-2-(diisopropylamino)ethyl O-ethyl methylphosphonothioate; O-ethyl S-(2-diisopropylaminoethyl)methylphosphonothioate; O-ethyl S-(2-diisopropylaminoethyl) methylthiolphosphonate; O-ethyl S-diisopropylaminoethyl methylphosphonothiolate

(2) 물리·화학적 성질

Property	Nerve Agent			
	Tabun(GA)	Sarin(GB)	Soman(GD)	VX
Description	clear, Colorless, and tasteless liquid	clear, Colorless, tasteless, and odorless liquid	pure liquid is clear, and tasteless; discolors with aging to dark brown	amber colored, tasteless, and odorless oily liquid
Warning properties	Although GA has a slight fruit odor, this cannot be relied on to provide sufficient warning against toxic exposure	none	Although GD has a slight fruit or camphor odor, this cannot be relied on to provide sufficient warning against toxic exposure	none
Molecular weight	162.3 daltons	140.1 daltons	182.2 daltons	267.4 daltons
Boiling point	(760mmHg)=428 to 475°F(220 to 246°C)	(760mmHg)=316°F(158°C)	(760mmHg)=332.6 to 392°F(167 to 200°C)	(760mmHg)=568.4(298°C)
Freezing point	-58°F(-50°C)	-68.8°F(-56°C)	-43.6°F(-42°C)	-59.8°F(-51°C)
Specific gravity	1.073g/mL(water=1.0)	1.089g/mL(water=1.0)	1.022g/mL(water=1.0)	1.008g/mL(water=1.0)
Vapor pressure	0.037mmHg at 68°F(20°C);0.057 mmHg at 77°F(25°C)	2.1mmHg at 68°F(20°C);2.9mmHg at 77°F(25°C)	0.4mmHg at 77°F(25°C)	0.0007 mmHg at 77°F(25°C)
Vapor density	5.6(air=1.0)	4.9(air=1.0)	6.33(air=1.0)	9.2(air=1.0)
Liquid density	1.08 g/mL at 77°F(25°C)	1.10 g/mL at 68°F(20°C)	1.02 g/mL at 77°F(25°C)	1.008 g/mL at 68°F(20°C)
Flash point	172.4°F(78°C)	nonflammable	249.8°F(121°C)	318.2°F(159°C)
Solubility in water	9.8g/100g at 77°F(25°C)	miscible	2.1g/100g at 68°F(20°C)	3g/100g(miscible below 48.9°F 9.4°C)
Volatility	490mg/m ³ at 77°F(25°C)	22,000mg/m ³ at 77°F(25°C)	3,900mg/m ³ at 77°F(25°C)	10.5mg/m ³ at 77°F(25°C)
NAERG#	153	153	153	153

• 기 타

GA는 분해되어 HCN, 질소 산화물, 인 산화물, 일산화탄소 및 시안화수소를 생성할 수 있다. 산성 조건 하에서 GB 및 GD는 가수분해되어 HF를 형성한다. GB는 주석, 마그네슘, 카드뮴 도금강 및 알루미늄을 분해한다. VX는 가수분해되어 클래스 B 독성을 생성할 수 있다.

(3) 발생원 및 용도

대부분의 신경 작용제는 원래 살충제를 개발하기 위해 합성되었지만 독성때문에 군사용으로 사용되었다. GA는 GB 합성 후 2년이 지나서 한 독일 과학자에 의해 1936년에 합

성되었다. 제2차 세계대전 중 독일은 GA와 GB를 모두 화학무기로 사용하기 위해 개발했지만 사용하지 않았다. GD는 독일 화학자에 의해 1944년에 합성되었으며, VX는 영국 과학자에 의해 1950년대초에 합성되었다. 유사한 유기인산염 화학물질은 의학, 약리학 및 농업에서 사용되지만 신경 작용제 만큼의 독성은 없다. 신경가스는 이라크에서 테러 분자들에 의해 이란과의 전쟁에 사용되었다.

(4) 주로 노출되는 공정

신경 작용제는 미국을 포함한 여러국가의 군사 비축물에 포함되는 것으로 알려져 있다.

나. 임상적 물질정보

(1) 흡수 및 대사

- **흡수** : 호흡기, 소화기, 피부, 눈을 통해 쉽게 흡수된다.(폐를 통해 빠르게 흡수됨)
- **대사** : GA는 분해되어 HCN, 질소 산화물, 인 산화물, 일산화탄소 및 시안화수소를 생성할 수 있다. 산성 조건 하에서 GB 및 GD는 가수분해되어 HF를 형성한다. GB는 주석, 마그네슘, 카드뮴, 도금강 및 알루미늄을 분해한다. VX는 가수분해되어 클래스 B 독성을 생성할 수 있다.

(2) 표적장기별 건강장해

1) 급성 건강영향

- 신경계** : 동공, 콧물, 기관지 수축, 과도한 기관지 분비 및 경미한 정도의 호흡 곤란을 유발, 접촉, 메스꺼움, 구토, 설사, 모든 경로의 노출에 의해 의식 상실, 발작, 근수축, 이완 마비, 분비물, 무호흡 및 사망을 유발 가능, 인간의 행동 및 심리적 변화를 일으킨다. **중추 신경계의 영향**에는 과민성, 신경질, 피로, 불면증, 기억 상실, 판단력 저하, 우울증 등이 포함됨. 고노출은 의식 상실, 발작 및 무호흡을 일으킬 수 있다.
- 호흡기계** : 증기를 흡입하면 수초에서 수분 내에 호흡기의 영향을 받는다. 증후로는 과도한 콧물과 기관지 분비물, 흉부 압박감, 기관지 근육과 점액 분비로 인한 호흡 곤란 등이 있다. CNS 저하로 인한 호흡 부전이 발생할 수 있다.
- 심장** : 미주자극은 서맥을 유발할 수 있지만, 신경절 자극 및 저산소증의 영향으로 맥박이 증가 할 수 있다. 뇌파성 부정맥과 고혈압이 발생할 수 있다.
- 피부** : 타액, 눈물샘, 땀샘 및 기관지 땀샘에 의한 과분비
- 근골격계** : 신경 작용제는 골격근을 자극하여 근막과 경련을 일으켜 피로와 이완성 마비로 이어진다. 근육 경련증상은 신경 제제 노출을 나타내는 임상적 식별자이다.

2) 만성 건강영향

낮은 수준의 신경 독성물질의 장기간 노출에 관한 정보는 거의 없다.

3) 발암성

인간에서 신경 독성물질의 잠재적인 발암성에 관한 정보는 입수할 수 없다. 제한된 동물실험 데이터에서는 신경 독성물질이 발암 가능성이 없음을 나타낸다.

(3) 노출기준

1) 기중 노출기준

- 한국 : -
- 미국 : -

(4) 참고문헌

- 1) CDC. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Medical Management Guidelines for Nerve Agents.

다. 주요 문진항목

- 독성이 강한 화학물질로 신경계 영향을 준다.
 - 한방울에서 수밀리 정도 소량만 접촉을 해도 15분 내에 사망할 수 있다.
 - 증상으로는 콧물, 발한 시야 흐림, 두통 호흡곤란, 침흘림, 구역, 구토, 근연축, 근경련, 혼미, 경련, 마비 혼수 등
 - 가스 노출시, 증상이 즉시 나타나지만 피부 노출시, 수시간 이상 지연되어 나타나기도 한다.
-
- ▶ 어지러움, 인지 장애, 기억력 장애
 - ▶ 기침, 짧아진 호흡 또는 천명음(호흡시 "쌉쌉" 거리는 소리)
 - ▶ 구역, 구토, 복통, 설사
 - ▶ 근경련, 근연축
 - ▶ 시력저하

(1) 현재 주된 증상(주소)

1) 화학사고 이후 노출에 의해 발생한 증상

- 작성된 설문지를 활용하여 현재의 주된 자각증상을 확인한다.
- 특유의 자각증상 없이 막연한 산발적 증상을 호소하는 경우에도 설문지 작성외의 증상들은 기술하고 필요시 추적 조사하여 확인한다.
- 임상적 진단에 있어 임상진찰이나 임상검사 못지않게 중요한 것이 자각증상의 조사이다.

(2) 직업력, 거주지

1) 작성된 설문지를 활용하여 화학사고 이후 노출에 의해 발생한 증상과 관련이 있을 만한 직업력 및 거주지에 관한 정보를 상세화한다.

- 현재 직업력 : 업체명, 직종, 작업형태, 기간, 취급물질 등 직접 종사 작업
- 현재 거주지 (현 거주지가 화학물질 노출지역인 경우 중요)

(3) 노출력 조사

※ 작성된 설문지를 활용하여 화학사고 당시의 노출력에 대해 아래와 같이 확인한다.

- 1) 노출시 노출원과의 거리
- 2) 노출시간
- 3) 노출시 상황(야외 활동, 실내근무, 보호구 착용여부 등 직접노출, 간접노출 등에 관한 정보)
- 4) 대피여부 및 대피방법, 대피시 상황 등
- 5) 노출지역 주변의 식물(벼, 과수 등 농작물)의 고사 여부, 사업장 및 주택 등 건물 손상 여부

(4) 과거 병력조사

1) 작성된 설문지를 활용하여 화학사고 이후 노출에 의해 발생한 증상과 관련이 있을만한 과거 병력에 관한 정보를 상세화한다.

2) 과거병력 조사의 구체적인 내용

- 일반 질병과 화학사고 이후 노출에 의해 발생한 증상과 관련 질환의 가능성이 높은 질병으로 나누어 치료력이 있는 질병 및 외상에 관하여 조사한다.

(5) 현병력 및 생활습관 조사

- 현재의 이환상황 및 현재의 치료질병에 관하여 확인한다.
- 화학물질 노출 이후 발현 증상과 관련이 있는 질병에 관해서 조사한다.

1) 현 병명

2) 치료방법

3) 시기 : 치료개시시기

4) 생활습관 : 흡연력, 음주력 등

라. 이학적 검사항목

※ 조혈기·신경계·눈·피부·비강·인두·간·신장에 유의하여 진찰

① 조혈기계 : 혈색소량, 혈구용적치, 적혈구수, 백혈구수, 혈소판수, 백혈구백분율

② 신경계 : 신경계 증상 문진, 신경증상에 유의하여 진찰

③ 눈·피부·비강·인두 : 점막자극증상 문진

※ 임상검사 또는 임상 진찰은 백혈병, 범혈구 감소증, 재생불량성 빈혈, 다발성 골수종 등 조혈기장해, 중추신경계장해(의식변화, 혼수, 보행 장애 등), 안장해, 피부장해, 비강장해, 인두장해, 간장해, 신장장해 등에 대해 중점을 두어 진찰한다.

(1) 전신상태

- 활력징후 체온, 맥박, 호흡수, 혈압, 신장과 체중
- 체중변화, 권태감, 피로감, 발열, 오한, 발한, 식욕부진, 불면 등
- 정신상태 : 불안, 불면, 의식상태, 감정, 주의력, 기억력 등

(2) 심혈관계, 호흡기계

1) 심음 및 폐음 확인

- 기침, 가래, 호흡곤란, 객혈, 흉통, 천명, 청색증, 심계항진 등
- 호흡음, 호기의 연장, 습성 라음, 건성 라음, 기침후의 라음(posttussive rales), 마찰음(friction rub), 천명, 흉성(pectoriloquy), 기관지성(bronchophony)

(3) 정신 신경계

- 초조, 불안, 우울, 불면, 조증 등
- 두통, 현기증, 외상, 동통, 강직(stiffness), 종창
- 성격 혹은 정신상태의 변화, 기억력 저하, 지각장애, 감각장애, 보행장애, 근력저하 혹은 마비, 운동실조 등
- 행동 : 행동과잉, 무의지증, 실행증(apraxia)
- 구음장애(dysarthria), 발성장애(dysphonia), 실어증(aphasia)
- 신경근성 분포의 동통, 이상감각 및 근력저하, 양측성 원위부 감각장애

(4) 이비인후과계

- 인후두 점막 자극증상 및 소견 기술 (특히 후두부 중격 발적소견)
- 구강 : 구취, 잇몸출혈, 구강점막의 병변, 타액분비항진, 구내건조감, 혀의 동통, 지각이상, 미각장애, 설태, 궤양, 색소침착, 점막진(enanthem)
- 성대 : 쉼소리, 발성장애
- 귀 : 청력장애(난청), 이명, 현훈, 분비물(이루), 이통
- 코 : 분비물, 비출혈, 비폐색, 궤양, 후각 장애

(5) 안과적 소견

- 시력장애, 복시, 암점, 안구작열감, 눈물, 동통, 건조, 발적, 창백, 충혈, 점상출혈(petechiae), 각막혼탁, 반흔, 궤양 등 각막손상 여부

(6) 피부과적 소견

- 색조의 변화, 성상(긴장도, 습윤도, 경도), 피부발열, 부종, 발진, 반점, 혈관확장, 수장홍반, 출혈, 발한(sweating), 피부홍조(flushing), 피부퇴색(bleaching)
- 피부 통증, 발진, 수포, 가려움증, 모발 및 손톱의 색조변화, 손톱의 변형, 황달

마. 임상검사 항목

(1) 혈액 및 소변검사

- 1) CBC c Diff
- 2) Electrolyte Panel (5종 Na, K, Cl, P, Ca)
- 3) RFT (BUN/Cr), UA
- 4) LFT (AST/ALT, Total bilirubin, direct bilirubin, indirect bilirubin)
- 5) Glucose, T.CHO, LDL, HDL, TG, serum lactate
- 6) 소변 튜브에 날짜, 채취시간, 이름(년번) 표기하여 40~60mL 소변수집
==> -20°C에서 냉동보관(추후 건강영향조사시 수거예정)

※ 혈액에서 **acetylcholinesterase**라는 효소의 활성을 측정하여 노출 정도나 회복 여부를 평가할 수 있다.

※ 중등도의 노출이 동반된 경우 **RBC cholinesterase activity**를 매주 또는 매월 측정한다 (정상화 약 3-4개월 소요)

(2) 호흡기 및 심혈관계 검사

- 1) Chest PA/Lat
- 2) EKG
- 3) 선택검사 항목

==> 호흡기 증상 호소 시 : PFT, HRCT, Pulse Oximetry, ABGA, CoHb

==> 가슴 갑갑함 등 심장관련 증상 호소시 : Cardiac Marker

바. 응급처치 지침

[제염 단계]

- (1) 병원 전 단계에서 제염 처치를 받지 않았다면 응급실 입실 전 제염 구역에서 먼저 제염을 시행한다.
- (2) 신경 독성물질은 독성이 강하고 흡수가 빠르며 실온에서 기화되는 성질을 가지므로 노출 수분 안에 제염처리가 되어야 한다.
- (3) 제염자 보호
 - 1) 호흡 보호구 : 신경가스에 노출이 될 경우를 대비하여 양압(Positive- pressure), 및 자급식 호흡장비(Self- contained breathing apparatus, SCBA)가 권고된다.
 - 2) 피부 보호구 : 액체 또는 고농도 압축 가스 유출이 의심되는 경우 화학물질 보호의가 권고된다. (chemical- protective clothing) 이 및 부틸(butyl) 고무 글러브가 권고된다.
- (4) 제염자의 보호장구 사용이 어린이 환자들에게는 공포심을 유발하여 추가 처치에 대한 순응도를 낮출 수 있음을 주의한다.
- (5) 거동할 수 있는 환자는 본인이 제염을 하도록 한다. 오염된 옷과 개인 소지품들을 몸에서 제거하고 두 봉투에 따로 나누어 담는다.
- (6) 신경가스에만 노출된 경우 의복을 제거하고 노출된 부위를 비누와 물로 씻는다.
- (7) 액체에 노출된 경우 의복을 제거하고 비누와 물 또는 0.5% hydrochlorite 로 씻어낸다.
- (8) 소아 환자나 노인 환자의 제염시에는 저체온증에 빠지지 않도록 주의하며 제염을 시행해야 한다. 가능하면 워머나 담요를 사용한다.
- (9) 눈 접촉 시 화학물질이 완전히 제거될 때까지 물이나 생리식염수로 5~10분가량 세척한다. contact lense를 착용하고 있을 경우 추가 손상 없이 쉽게 제거가 가능한 경우에 한하여 제거한다.
- (10) 모든 섭취의 경우 구토를 유도하지 않는다. 만약 구토가 일어나면 구토물이 기도를 막는 것을 방지하기 위해 머리를 둔부보다 낮추고 기도를 보호한다. 환자가 삼킬 수 있는 경우 활성탄을 투여 한다.

[중환 구역 처치 단계]

- (1) 환자는 적절하게 제염이 되어 있거나 신경 독성 가스에만 노출이 되어 이차 오염의 가능성이 낮은 상태로 처치 구역에 배치되어야 한다.
 - (2) 충분히 오염제거가 되었음을 확인한 후에는 기존의기도 호흡 맥박을 평가하고 보조한다.
 - (3) 호흡 부전이 동반된 경우 기도를 확보하고 기관 삽관을 시행한다. 삽관이 불가능할 경우 훈련된 수행자가 윤상갑상연골절개를 시행한다.
 - (4) 중증으로 판단되는 환자 중 중환자 구역 처치 전 단계에서 정맥로 확보가 안되었던 환자에게는 정맥로를 확보한다. 지속적으로 심장 기능 모니터링을 한다.
 - (5) 해독제 투여와 임상적으로 발생 가능한 전신 독성 발현에 대한 평가를 시행한다. 전 단계에서 해독제 투여가 이루어지지 않은 경우 가능한 빨리 해독제를 투여한다. 지침은 상기 대응 지침을 따른다.
 - (6) 환자가 의식이 없거나, 저혈압이거나 경련이나 심장 부정맥을 보인다면 기존 전문 생명 소생술(Advanced Life support, ALS)프로토콜에 따라 ABC(Airway, Breathing, Circulation)순서로 위험 소견에 우선순위를 두고 진료를 진행한다.
 - (7) 경련 치료를 위해 Diazepam (성인 5~10mg, 소아 0.2~0.5 mg/kg)을 사용한다.
benzodiazepines 계열을 투여하며 barbiturates, phenytoin 등은 효과가 없다
 - (8) 동반 외상 여부에 대하여 확인하고 경부 외상이 의심되는 경우 수동으로 경부를 고정시키고 실현가능하면 경추부목과 척추부목을 고정한다.
 - (9) 흡입 노출
 - 1) 호흡기를 통해 쉽게 흡수되어 노출 수초에서 수분 안에 콧물 인후 및 흉부 불편감 및 호흡 곤란 등의 증상이 발생한다. ⇨ **보조가 필수적이다.**
 - 2) 독성이 강하여 노출 수분에서 수시간 안에 호흡 부전으로 사망할 수 있다.
 - 3) 경도 노출의 경우 해독제를 투여하고 산소를 적절하게 공급한다.
 - 4) 비물을 코 입 기관지에서 흡입하여 적절히 제거한다.
 - 5) 호흡 부전시 기관지 삽관 및 기계 환기를 시행하고 기도 저항이 동반된 경우 기관지 수축이나 경련 등을 고려한다. 아트로핀 투여 시 기도 저항이 감소한다.
 - 6) 흡입 노출 환자가 흉통이나 기침을 호소할 경우 6~12시간 간격으로 환자를 검진하고 지연성 기관지염, 폐렴, 폐부종, 호흡 부전 등의 대한 평가를 한다.
 - (10) 피부 노출
 - 1) 신경 독성 물질은 독성이 강하고 흡수가 빠르며 실온에서 기화되는 성질을 가지므로 노출 수분 안에 제염처리가 되어야 한다.
 - 2) 피부 노출 시 길게는 노출 후 18시간까지 증상이 나타나지 않을 수 있다.
 - (11) 눈 노출
 - 1) 축동의 정도로 노출 정도나 해독제의 효과를 판단할 수 없으며 축동은 노출 후 수시간 후
-

에 까지 진행될 수 있다.

- 2) 안구 통증이나 구역 구토 등이 동반된 경우 빛을 차단하고 atropine 이나 homatropine 점안을 고려하고 시력을 평가 한다.

(12) 소화기 노출

- 1) 구토를 유발하지 않는 것이 중요하다. 갑작스런 호흡 부전에 의한 심장 마비나 경련 등이 동반된 경우 토사물이 기도로 흡입될 수 있다.
- 2) 상기 확인 후 환자의 의식이 명료하고 삼킬 수 있는 경우 활성탄을 투여한다.
- 3) 섭취 30분 이내 환자에 대한 평가가 완료되었을 경우 gastric lavage를 고려할 수 있다.

[전신 화상시 처치]

- (1) 신경 독성물질은 독성이 강하고 흡수가 빠르며 실온에서 기화되는 성질을 가지므로 노출 수분 안에 제염처리가 되어야 한다.

[눈 노출 환자의 처치]

- (1) 축동의 정도로 노출 정도나 해독제의 효과를 판단할 수 없으며 축동은 노출 후 수시간 후에 까지 진행될 수 있다.
- (2) 안구 통증이나 구역 구토 등이 동반된 경우 빛을 차단하고 atropine 이나 homatropine 점안을 고려하고 시력을 평가 한다.

[호흡기 노출 환자의 처치]

- (1) 호흡기를 통해 쉽게 흡수되어 노출 수초에서 수분 안에 콧물 인후 및 흉부 불편감 및 호흡 보조가 필수적이다.
- (2) 경도 노출의 경우 해독제를 투여하고 산소를 적절하게 공급한다. 분비물을 코 입 기관지에서 흡입하여 적절히 제거한다.
- (3) 호흡 부전시 기관지 삽관 및 기계 환기를 시행하고 기도 저항이 동반된 경우 기관지 수축이나 경련 등을 고려한다. 아트로핀 투여 시 기도 저항이 감소한다.

[소화기 노출 환자의 처치]

- (1) 구토를 유발하지 않는 것이 중요하다. 갑작스런 호흡 부전에 의한 심장 마비나 경련 등이 동반된 경우 토사물이 기도로 흡입될 수 있다.
 - (2) 환자의 의식이 명료하고 삼킬 수 있는 경우 활성탄을 투여한다.
 - (3) 섭취 30분 이내 환자에 대한 평가가 완료되었을 경우 gastric lavage를 고려할 수 있다.
-

[해독제 사용 방법]

(1) 증상이 있거나 신경 독성 물질에 노출이 의심되는 경우 atropine과 2-PAM Cl을 투여한다.

1) Atropine

①작용 : Atropine은 무스카린성 수용체에서 아세틸콜린의 효과를 억제한다.

②초기 용량 : 초기 atropine 투여 용량은 중독의 중증도에 따라 다르다.

√WHO 지침: atropine 2 mg 을 5-10분 간격으로 근주 --> 피부가 건조하여지고 동공이 확대되며 빈맥이 발생할 때까지 반복

√최근 지침 : atropine 1-2 mg 투여 후 반응이 없으면 3-5분마다 두 배씩 증량--> 피부가 건조하여지고 동공이 확대되며 빈맥이 발생할 때까지 반복하여 정주 (점진적 증량 요법이 사망률이 낮고 부작용이 적다는 보고가 있어 선호)

③유지용량 : Atropine 유지 용량과 기간에는 정립된 지침이 없다

√초기 부하용량으로 환자의 무스카린성 독성 상태가 호전된 이후 유지 용량은 총 부하용량의 10~20%가 매시간 투여 되도록 주입하며, 환자의 상태에 따라 그 용량을 적정 (titration)할 것이 권고

④주의사항

√tropine은 소량(정상 성인의 경우 0.5 mg 이하) 투여 시 서맥이 발생할 수 있으므로 심전도 감시를 시행한다. --> 소량의 atropine 사용으로 인해 유발된 서맥은 atropine의 추가 투여에 의해 대개 정상으로 회복된다.

√Atropine의 과용량으로 인한 과도한 무스카린성 효과로 치료과정에서 흔히동반되는 정신증으로 흥분과 과민반응, 혼돈상태, 환청, 환시, 부적절한 언어표현, 경련 등이 동반될 수 있다. --> 치료과정에서 나타나는 가역적 변화이므로無理하게 진정제로 조절하지 않고 atropine 감량만으로 대부분 호전된다.

2) Pralidoxime

①작용 : Pralidoxime (2-pyridine aldoxime methylchloride, 2-PAM)은 콜린에스테라제 효소(AChE)를 재활성화시켜 아세틸콜린을 분해

√pralidoxime은 단독으로 사용하지 말고 항상 atropine과 함께 사용해야 한다.

√빠른 시간 안에 투여하여야 효과를 기대할 수 있다. (시간이 지날수록 유기인제와 AChE 결합물의 구조적 변화를 초래하여 재활성화되지 않음, 특히 신경가스는 짧은 시간 안에 숙성됨)

√Pralidoxime에 대한 임상적 반응은 그 독성 종류 및 노출 정도에 따라 차이가 크며 얼마나 빨리 투여하는지가 임상적으로 중요.

②초기 용량 : Palidoxime의 최적 용량은 아직 확립되지 않았다. 중독 증상의 중증도에 따라 다르다.

✓WHO : 성인에게 최소한 30 mg/kg, 소아에게 25~50 mg/kg을 정맥 주사하는 것을 권장 (30분에 걸쳐 천천히 투여)

✓ATSDR(Agency for Toxic Substances and Disease Registry) : 15mg/kg을 권장 (30분에 걸쳐 천천히 투여)

✓제조회사 권장 : 성인에게 1~2 g을 생리식염수 100 mL에 혼합하여 15~30분 동안 정주 (연속 정주 방법이 간헐적 투여에 비해 혈중 농도를 안정적으로 유지됨)

③치료 기간 : 속성이 일어나는 시간이 다양하기 때문에 절대적인 시간 기준은 없다.

✓유지 용량으로는 8 mg/kg/hr(최대 650 mg/hr) 을 권장한다.

✓유지 용량의 pralidoxime 투여는 환자의 임상적 반응을 보면서 계속 조절여야 하며, 경우에 따라서는 상당히 오랜 기간 동안의 투여가 필요할 수도 있다.

④주의사항

✓빠른 속도로 정맥주사 하는 경우 갑작스런 심정지나 후두연축, 근육 강직과 관련된 호흡 정지가 발생할 수 있으므로 30분에 걸쳐 천천히 투여한다.

✓투여 속도에 따라 일시적인 어지러움, 시력의 혼탁, 이완기혈압의 상승이 나타날 수 있다. 혈압 상승이 지속될 경우 phentolamine을 투여한다.

Patient Age	Antidotes		Other Treatment
	Mild/Moderate Symptoms	Severe Symptoms	
Infant (0-2 yrs)	·Atropine:0.05mg/kg IM or 0.02mg/kg IV; ·2-PAM CI:15mg/kg IV slowly	·Atropine:0.1mg/kg IM or 0.02mg/kg IV; ·2-PAM CI:15mg/kg IV slowly	⇒필요시 기계환기로 보조한다 ⇒Atropine은 기관지 분비물이 감소하고 호흡이 안정되며 기도 저항이 정상일 때 까지 · IV line 확보 전 : 연령에 맞게 2-6mg IM → 5-10분 간격으로 반복 투여 ·IV line 확보 시 : 초기용량(1-4mg)투여 후 반응이 없으면 3-5분마다 두 배씩 증량하여 atropinization 확인 ⇒2-PAM 의한 고혈압 : Phentolamine ·소아 : 1mgIV ·성인 : 5 mg IV ⇒경련조절 : Diazepam ·<5세이하 : 0.2-0.5 mg IV ·>5세이상 : 1 mg IV ·성인 : 5 mg IV
Child (2-10 yrs)	·Atropine:1mg/kg IM; ·2-PAM CI:15mg/kg IV slowly	·Atropine:2mg IM; ·2-PAM CI:15mg/kg IV slowly	
Adolescent (>10yrs)	·Atropine:2mg/kg IM; ·2-PAM CI:15mg/kg IV slowly	·Atropine:4mg IM; ·2-PAM CI:15mg/kg IV slowly	
Adult	·Atropine:2 to 4mg/kg IM; ·2-PAM CI:15mg/kg(1g) IV slowly	·Atropine:6mgIM; · 2 - P A M CI:15mg/kg(1g) IV slowly	
Elderly, frail	·Atropine:1mg/kg IM; ·2-PAM CI:5 to 10mg/kg IV slowly	·Atropine:2mg IM; ·2-PAM CI:5 to 10mg/kg IV slowly	

1. Mild/Moderate symptoms include localized sweating, muscle fasciculations, nausea, vomiting, weakness, dyspnea.

2. Severe symptoms : unconsciousness, convulsions, apnea, flaccid paralysis.

✓Pralidoxime은 신장으로 배설되므로 신부전 환자에게는 용량을 감량한다.

사. 상급기관 전원 지침

(1) 소량의 신경가스에 노출되어 축동과 경미한 콧물만 동반된 경우는 입원이 필요하지 않다. 이외 다른 모든 환자들은 입원하여 집중 경과 관찰을 필요로 한다.

(2) 음독했거나 피부나 눈, 인후두 부위에 직접 염산에 접촉한 병력이 있는 환자는 상급기관으로 전원 의뢰 한다.

==> 지연 효과를 파악하기 위해 외래에서 최소 6시간에서 12시간 이상 경과 관찰을 해야 한다.

==> 지연 효과를 파악하기 위해 모든 환자는 24시간 이내에 증상에 관한 문진 및 흉부 방사선 검사, 소변, 혈액 검사를 재차 받아야 하며 각막 손상 환자들은 24시간 이내에 안과 외래 재진을 받아야 한다.

(3) 상급기관 전원 사유

==> 화상, 폐손상, 소화기계 손상, 조혈기계 영향 (혈소판 감소증, 재생 불량성 빈혈, 범혈구 감소증 및 급성 골수백혈병)에 대해 모니터링 해야 한다.

==> 잠재적인 골수영향 (혈소판 감소증, 재생 불량성 빈혈, 범혈구 감소증 및 급성 골수백혈병)을 모니터링 하기 위해서 정기적인 CBC (최소 3 개월에 한 번) 검사를 받도록 한다.

아. 외래진료 및 추적관찰 지침

(1) 소량의 신경가스에 노출되어 축동과 경미한 콧물만 동반된 경우는 입원이 필요하지 않다. 노출 후 6 ~ 12시간 이상 무증상인 환자들의 경우는 연락처를 남기고 증상 발현 시를 대비한 안내 지침서를 받아가지고 퇴원 할 수 있다.

(2) 노출 후에 최소 18시간 동안 무증상인 환자들 또한 환자용 물질정보 시트와 추후 증상 발현시를 대비한 의학적 후속조치에 관한 지침서를 받고 귀가하도록 한다.

(3) 지연성 효과 : 피부 노출 시 길게는 노출 후 18시간까지 증상이 나타나지 않을 수 있

다. 노출이 의심되어 진료를 받은 모든 환자들은 반드시 24시간 후 다시 진료하고 자각 증상에 관해 문진 및 혈액, 소변검사, 흉부방사선 추적검사 등을 시행한다.

- (4) 귀가 이후의 안정가료 및 증상 발현 또는 재발시 즉시 내원할 것을 교육한다. 24시간 지연되어서 발현되는 증상이 있다면 필요에 따라 추가적 검사와 추적 흉부방사선 검사를 시행할 수 있다.
- (5) 대부분의 화학물질 노출에 따른 지연 증상은 48시간 이내에 발현된다.
- (6) 48시간 경과 이후에도 추가적인 발현 증상이 없다면, 이후부터는 대증적 치료를 시행한다.
- (7) 중등도의 노출이 동반된 경우 RBC cholinesterase activity를 매주 또는 매월 측정한다 (정상화 약 3~4개월 소요)
- (8) 정상화될 때 까지 organophosphate 살충제에 노출이 되지 않도록 한다.
- (9) 영구적으로 기억력 장애, 인지 학습장애, 수면장애, 기분장애, 두통, 감각 장애 등의 중추 신경 기능의 장애를 초래할 수 있으므로 이에 대한 추적관찰이 필요하다.

자. 건강영향조사를 위한 참고사항

- (1) 설문조사 및 외래진료 결과, 진료 의료인은 화학사고 노출과의 관련성에 대해 (관련있음/관련없음) 등으로 판정하여 의견을 기술한다.
※ “관련 있음”으로 판정된 환자는 별도의 명단 작성하여 관리하도록 한다.
- (2) 추후 시행 가능한 건강영향조사를 대비하여 생물학적 노출지표 검사용 소변을 40~60mL 정도 수집하여 튜브에 날짜, 채취시간, 이름(년번) 표기하고 -20℃에서 냉동보관한다. (추후 건강영향조사단에서 수거 또는 폐기 안내예정)
- (3) 건강영향조사단의 특별한 지시가 없을 경우에는 소변 시료만 채취한다.

차. 환자용 물질정보 시트

※ 이 유인물은 신경 작용제에 노출된 사람들에게 필요한 정보 및 후속조치에 관한 정보의 제공을 목적으로 합니다.

1. 신경 작용제란 무엇입니까?

소만, 사린, 타분, VX 등의 신경 독성 물질은 화학전 무기로 유기인계 살충제와 유사하지만 독성은 훨씬 강력합니다. 무색 또는 황색의 기체의 아무 맛이 나지 않고 실온에서 기화하는 성질을 가지고 있습니다.

- 타분(tabun-GA)은 약간의 과일향이 나며, 사린(sarin-GB)은 무향, 소만(soman-GD)은 약간의 장뇌향이 납니다.

2. 신경 작용제 노출시 즉시 발생할 수 있는 건강상의 영향은 무엇입니까?

독성이 강한 화학물질로 신경계 영향을 줍니다. 한방울에서 수밀리정도 소량만 접촉을 해도 15분 내에 사망할 수 있습니다. 증상으로는 콧물, 발한 시야 흐림, 두통 호흡곤란, 침흘림, 구역, 구토, 근연축, 근경련, 혼미, 경련, 마비 혼수 등으로 가스 노출 시 증상이 즉시 나타나지만 피부 노출 시 수시간 이상 지연되어 나타나기도 합니다.

3. 신경 작용제 노출에 의한 증상은 치료될 수 있습니까?

노출 이후 가능한 빨리 해독제를 투여해야 하며 즉각적인 오염 제거와 입원이 필요합니다.

4. 향후 장기간 건강상의 영향이 발생할 수 있습니까?

완전한 회복은 수개월이 걸립니다. 다량의 신경 독성물질에 노출된 경우 지연성 경련이 동반될 수 있으며 영구적인 중추신경 손상을 초래할 수 있습니다.

5. 신경 작용제에 노출된 사람에게 어떤 검사를 할 수 있습니까?

혈액에서 acetylcholinesterase 라는 효소의 활성을 측정하여 노출 정도나 회복 여부를 평가할 수 있습니다.

6. 신경 작용제에 대한 보다 자세한 정보는 어디에서 얻을 수 있습니까?

화학물질안전원 화학물질 안전관리 정보시스템에서 조회하거나 유해가스노출 환경보건 센터로 연락하시기 바랍니다.

카. 환자용 후속지침

아래 내용을 읽어보시고, 다음 진료예약 확인 및 표기된 지침을 따르십시오.

24시간 이내에 특이증상 또는 징후가 발현되는 경우 응급실 또는 예약의사에게 전화문의 바랍니다.

※ 특히 아래의 증상인 경우 :

- ▶ 어지러움, 인지 장애, 기억력 장애
- ▶ 기침, 짧아진 호흡 또는 천명음(호흡시 "쌩쌩" 거리는 소리)
- ▶ 구역, 구토, 복통, 설사
- ▶ 근경련, 근연축
- ▶ 시력저하

[] 위에 기술된 증상이 발현되지 않는다면 추후 진료예약은 필요하지 않습니다.

[] 필요시 전화문의 약속, 예약 의사 : _____ 전화번호 : _____

☞ 의사에게 전화문의 시 (_____) 응급실에서 치료를 받았고, (_____) 일 재진 예약이 되어 있다고 말씀하십시오.

[] 추후 추적검사 및 진료를 위한 진료예약

(_____) 응급실 / 클리닉, (_____) 월 / (_____) 일, AM/PM (_____)

[] 1~2일은 격렬한 신체 활동을 하지 마세요.

[] 운전 및 기계 작동을 포함한 일상적인 활동에는 제한이 없습니다.

[] (_____) 일 동안은 업무에 복귀하지 마십시오.

[] 당신은 조건부로 업무에 복귀 가능합니다. 아래의 지침을 참조하십시오.

[] 적어도 72시간 이상 담배연기에 노출되어서는 안됩니다; 담배연기가 폐의 상태를 악화시킬 수 있음.

[] 적어도 24시간 이상 술을 마셔서는 안됩니다; 술이 위장 및 다른 손상 부위를 악화시키거나 회복을 지연시킬 수 있음.

[] 다음과 같은 약물은 복용하지 마십시오 :

[] 기존에 처방받은 다음의 약물들은 계속해서 복용 가능합니다. :

다음과 같은 인터넷 웹 사이트 “화학물질안전원 화학물질 안전관리정보시스템”나 “유해가스노출 환경보건센터”에서 화학 물질에 대한 자세한 정보를 얻을 수 있습니다.

환자 서명 : _____ 날짜 : _____

의사 서명 : _____ 날짜 : _____