



Blåsbildande stridsmedel (Vesicants)

Prehospitalt och Katastrofmedicinskt Centrum/PKMC
405 44 GÖTEBORG,
Telefon vx 031-63 05 00, fax 031-63 05 81, www.vgregion.se/pkmc

Förord

Blåsbildande stridsmedel, t ex senapsgas, dumpades efter andra världskriget utanför den svenska kusten. Emballagen vittrar nu sakta sönder och innehållet läcker ut. Det är inte ovanligt att fiskare får upp senapsgas i sina fiskeredskap och på så sätt blir exponerade för denna ytterst hälsofarliga substans. Sjukvården måste därför vara beredd på att kunna ta hand om personer som exponerats för senapsgas.

*På uppdrag av Prehospitalt och Katastrofmedicinskt Centrum (PKMC) har överläkare Bengt-Åke Henriksson, Sahlgrenska Universitetssjukhuset, tagit fram denna skrift, som är en kunskapssammanställning vad gäller blåsbildande stridsmedel. **Innehållet i den första utgåvan, som togs fram 2002, ersätts nu i sin helhet med denna reviderade upplaga, daterad i maj 2005.***

Innehållet är granskat av beredskapsöverläkare Ulf Anderson, Landstinget i Kalmar län, och beredskapsläkare Nina Widfeldt, PKMC, som båda ingår i Socialstyrelsens medicinska expertgrupp, s k C-MEG.

Skriften är tänkt att användas, dels som en handbok vid omhändertagande av personer som exponerats för kemiska stridsmedel och dels som utbildningsmaterial till utbildningar inom ämnesområdet.

Göteborg i maj 2005

PREHOSPITALT OCH KATASTROFMEDICINSKT CENTRUM



Annika Hedelin
Beredskapschef

Sändlista:

Inom regionen:

Samtliga sjukhus
Samtliga vårdcentraler
Ambulanscheferna
Regionala beredskapsläkarna
Regional tjänsteman i beredskap
Utbildarna i katastrofmedicin
Regiondirektören
Direktören, hälso- och sjukvårdsavdelningen
Informationsdirektören

Övriga

Räddningstjänstförbundet inom VGR
Kustbevakningen
MD S
Sjöräddningssällskapet
Socialstyrelsen, Enheten för krisberedskap
Polismyndigheten i Västra Götaland
Beredskapsöverläkare Ulf Andersson,
Landstinget
i Kalmar län

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	1
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	1
ALLMÄNT	2
S-senapsgas (HD).....	2
N-senapsgas (HN).....	4
Lewisite (L)	4
Fosgenoxim (CX).....	4
Fysikaliska och kemiska egenskaper	5
Biologiska egenskaper	6
TOXIKOLOGI	7
Senapsgaser	7
Lewisite.....	9
Fosgenoxim	9
SYMPTOM	9
S-senapsgas.....	9
Lewisite.....	14
Fosgenoxim	15
BEHANDLING	16
S-senapsgas.....	16
Lewisite.....	19
Fosgenoxim	20
PERSONSANERINGSMEDEL	21
Klorkalk, personsaneringsmedel 104 (PS 104).....	21
Bentonit, Fuller´s Earth.....	22
REFERENSLITTERATUR	23

Allmänt

Till gruppen blåsbildande stridsmedel (vesicants) räknas *senapsgaser* (S-senapsgas och N-senapsgas), *arsenikföreningar* (Lewisite) och *fosgenoxim* (fosgen).

Senapsgaser finns i två olika kemiska former: S-senapsgas, som innehåller svavel och N-senapsgas, som innehåller kväve. Av dessa är det, vad man känner till, endast S-senapsgas som använts för kemisk stridsföring.

S-senapsgas (HD)

Synonymnamn

2:2 dikloretylsulfid

Bis- β -kloretylsulfid

Blistergas (dk)

Das Gelbe Kreuz (ty)

H (mil)

HD (mil)

Hun Stoffe (ty)

Lost (ty)

Yperite (fr)

En oren form av S-senapsgas framställdes sannolikt av Despretz 1822. Första säkra framställningen skedde dock först 1854 av Riche och Guthrie. De beskrev att substansen luktade senap och smakade lök samt att den gav upphov till blåsor efter hudkontakt. 1866 framställde Meyer en renare form av senapsgas men avbröt sin forskning på grund av farorna med substansen. Det var dock Meyers metod som tyskarna använde för att framställa större mängder av substansen under första världskriget.

Första gången S-senapsgas användes som stridsmedel var i närheten av staden Ypres den 12 juli 1917. Efter denna första attack användes S-senapsgas av båda sidor fram till första världskrigets slut.

Efter första världskriget har S-senapsgas använts vid några tillfällen:

1935	Av Italien i kriget mot Abessinien (Etiopen)
1937-1944	Japan misstänks ha använt senapsgas i kriget mot Kina
Mitten av 60-talet	Av Egypten i kriget mot Jemen
1943	Ett amerikanskt marinfartyg med S-senapsgas i lasten attackerades, då det låg vid kaj i Baris hamn i Italien.
1982-1988	Irak använde senapsgas vid ett flertal tillfällen i kriget mot Iran. I samband med dessa anfall sändes ett flertal iranier med skador orsakade av blåsbildande stridsmedel till olika sjukhus i Europa för vård.

Efter andra världskriget dumpade tyskarna stora mängder senapsgas (~50.000 ton) nordost om Bornholm och söder om Gotland. Vidare finns dumpade stridsmedel innehållande bl a S-senapsgas i Skagerack (djupgraven söder om Arendal i Norge och väster om Måseskär) och söder om Lilla Bält.

Då S-senapsgasen är dåligt löslig i vatten finns det idag stora mängder kvar på dessa ställen. Ofta förekommer den som klumpar med ett ytterskikt av oxiderad senapsgas, som ibland har förväxlats med lera eller obehandlad bärnsten. Inuti klumparna kan finnas icke oxiderad senapsgas, som kan vara en mer eller mindre tjockflytande smet som kan likna olja, gröt, vaselin eller gelé. Fiskare från Bornholm får ibland upp S-senapsgas i sina redskap och har därför stor vana att handskas med S-senapsgasen.

Färgen på senapsgas kan vara mörkt gulaktig eller gråbrun/mörkbrun (ibland nästan svart) och kan ha en skarp lukt som kan påminna om vitlök, pepparrot eller senap. Icke oxiderad senapsgas innehåller ofta särskilda tillsatser som gör att den lätt klibbar fast på hud, kläder och redskap. Senapsgas i vätskeform tränger relativt snabbt igenom tyg och läder, men långsammare genom gummi och plast.

S-senapsgas finns idag i lager i flera länder.

N-senapsgas (HN)

Syntetiserades i slutet av 30-talet men visade sig inte ha några fördelar jämfört med S-senapsgas och har därför inte heller tagits fram som kemiskt stridsmedel. N-senapsgaserna gav i djurförsök allvarligare systemeffekter framför allt från CNS (kramper). Däremot visade sig N-senapsgaserna lämpliga som cytostatika och har använts som sådana under många år tills de ersattes av andra medel.

Lewisite (L)

Framställdes av W.L. Lewis i USA 1918, men man vet att tyskarna hade studerat substansen tidigare.

I USA framställdes stora mängder Lewisite för att användas i Europa under första världskriget. I samband med transporten över Atlanten tog dock kriget slut och i stället för att skeppa de kemiska stridsmedlen tillbaka till USA sänktes fartygen och lasten i havet.

Det finns inga säkra bevis för att Lewisite använts som stridsmedel, men Japan kan ha använt det i kriget mot Kina 1937-1944.

Lewisite finns sannolikt i lager i flera länder. I Ryssland blandades S-senapsgas och Lewisite för att sänka fryspunkten hos senapsgas. Denna blandprodukt går under namnet HL (mil) och finns lagrad i många länder runt Östersjön.

Fosgenoxim (CX)

Fosgenoxim är ingen riktig blåsbildare men räknas ändå till denna grupp. Den orsakar erytem, papler, urticaria och en utbredd vävnadsskada.

Tyskarna syntetiserade tillsammans med Ryssland fosgenoxim 1929 så att det fanns tillgängligt innan andra världskriget. Beroende på dess egenskaper har det dock ej använts som stridsmedel.

Fosgenoxim kan användas ihop med andra kemiska stridsmedel eftersom det snabbt orsakar hudskada, vilket underlättar penetrationen genom huden för det andra ämnet.

Fysikaliska och kemiska egenskaper

Egenskap	S-senapsgas (HD)	Lewisite (L)	Fosgenoxim (CX)
Kokpunkt	227°C	190°C	128°C
Ångtryck (mmHg)	0.072 (20°C)	0.39 (20°C)	11.2 (25°C, fast) 13 (40°C, lösning)
Täthet			
Gas (g/cm ³)	5.4	7.1	<3.9
Lösning (g/ml)	1.27 (20°C)	1.89 (20°C)	--
Fast (g/ml)	Kristall: 1.37 (20°C)	--	--
Flyktighet (mg/m ³)	610 (20°C)	4480 (20°C)	1800 (20°C)
Utseende	Ljust gul till mörk brun vätska	Rent: Färglös oljig vätska. Som medel: Bärnsten till mörk brun vätska	Färglös, kristalliskt eller vätska
Lukt	Lök, vitlök, pepparrot eller senap	Pelargon	Intensiv, irriterande
Löslighet			
I vatten	0.092 g/100 g (22°C)	Låg	70%
I övriga	Fullständig i koltetraklorid, aceton och andra organiska lösningsmedel.	Löslig i alla vanliga organiska lösningsmedel	Mycket löslig i de flesta organiska lösningsmedel
Detektering	Vätska: Indikeringspapper		

Biologiska egenskaper

Egenskap	S-senapsgas (HD)	Lewisite (L)	Fosgenoxim (CX)
Kvarliggande			
I jord: På annat material:	2 veckor – 3 år Temperaturberoende: tim – dagar	Dagar 2 tim Temperaturberoende: tim – dagar	Kort
Hud			
Dekontaminering	Personsaneringsmedel Utspädd Klorin® Tvål och vatten	Utspädd Klorin® Vatten	Vatten
Biologiskt effektiv mängd			
Gasform (mg x min/m ³)	LC _{t50} : 1500 (inhalerat) 10000 (med mask)	Öga: <30 Hud: ~200 LC _{t50} : 1200-1500 (inhal.) 100000 (med mask)	Min effektiv Ct: ~300 LC _{t50} : 3200 (skattad)
Fast form	LD ₅₀ : 100 mg/kg	40-50 mg/kg	--

Den rena S-senapsgasen har vissa egenskaper som gör att den inte alltid är idealisk som kemiskt stridsmedel. För att optimera effekten av senapsgas har den blandats med olika tillsatser som påverkar både dess fryspunkt och dess konsistens. På grund av dessa tillsatser kan senapsgasens fysiska egenskaper avvika från de förväntade.

Toxikologi

Avsikten med kemiska stridsmedel är att sprida dem på ett sådant sätt att de täcker ett stort område och då helst i gasform. Senapsgas är mycket hälsofarlig både vid kontakt med ämnet i fast-, vätske- och gasform. Skadeeffekten beror på den aktuella koncentrationen av ämnet i luften och den tid som en person vistas i det kontaminerade området. För att bestämma de skadliga gränserna för ett ämne där 50% av de drabbade avlider, använder man sig av LCt_{50} , som är en produkt av koncentrationen av ämnet i luften och den tid som en person vistas i den kontaminerade luften. Den minsta dos av ett ämne som behövs för att orsaka skada är lägre än den som anges med LCt_{50} .

Koncentrationen av ett ämne varierar med temperaturen i luften och höjden över marken. Under kriget mellan Irak och Iran sköts granater med senapsgas iväg under natten då det var kallt. I den kalla luften förblev senapsgas i vätskeform och sjönk ner till markytan, vilket gjorde att koncentrationen i luften var låg under morgontimmarna. Under dagen steg temperaturen och senapsgasen förångades så att koncentrationen i luften steg.

Risken för skador från ångor är störst i varmt väder, stillastående luft och slutna utrymmen. Att bedöma den dos som en person utsatts för är svårt eftersom det är flera varierande faktorer som spelar in. Här får den kliniska skadeutvecklingen vara avgörande.

Senapsgaser

Av den senapsgas som kommer i kontakt med huden avdunstar 80% fullständigt inom 2-3 minuter. Senapsgas kan dock finnas kvar i aktiv form i kläder, klockor, smycken m m.

20% av senapsgasen absorberas via huden och 50% av den absorberade mängden binds till olika intracellulära strukturer varefter man inte kan påverka effekten. Återstående 50% kan ge systemtoxiska effekter på framför allt tarm och blodbildande organ.

Kroppen har en god förmåga att inaktivera senapsgas och det finns inga belägg för att vätskan i blåsorna innehåller senapsgas.

Senapsgas i gasform penetrerar huden med en hastighet av $1.4 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ vid 20°C , medan senapsgas i flytande form penetrerar med en hastighet av $2.2 \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{min}$ vid 16°C .

Den minsta mängd som behövs för att ge en blåsa är $10 \mu\text{g}$ senapsgas. Av detta är det alltså endast $1 \mu\text{g}$ som binds till intracellulära strukturer i huden och orsakar skada.

Effekten på kroppens vävnader av senapsgaser är inte helt klarlagd. Effekten förklaras dock med två huvudteorier, vilka båda saknar fullständig vetenskaplig bevisning.

Toxiska effekter av senapsgas

1. Alkylering av DNA

- Alkylering av DNA leder till brott på DNA:s kedjor;
- Aktivering av DNA:s reparationsenzym;
- Sänkt halt av NAD^+ ;
- Hämning av glykolysen;
- Ökning av G-6-P;
- Aktivering av cellulära proteaser;
- Delning av adherenta fibriller som håller ihop epidermis lager

2. Reaktion med glutathione

- Reagerar med glutathione (scavenger av fria radikaler);
- Ökning av fria radikaler;
- Aktivering av proteaser, fosfolipaser och endonucleaser;
- Nedbrytning av membraner, DNA, m m;
- Celldöd

Lewisite

Inaktivering av kolhydratmetabolismen tros vara den viktigaste mekanismen.

Fosgenoxim

Mekanismen är okänd. Skadar dock den första kapillärbädd som den träffar på. Hudapplicering eller iv. injicering ger lungödem medan injektion i v. porta ger levernekros utan lungödem.

Symtom

S-senapsgas

Senapsgas tränger mycket lätt in i kroppen via hud, ögon, slemhinnor och andningsvägar. **En förrädisk egenskap är att symtomen inte visar sig omedelbart!** Skadorna uppkommer ofta inte förrän flera timmar efter kontakttillfället.

Vanligast angripna organ är hud, ögon och luftvägar. Efter absorption av stora mängder genom huden eller luftvägarna angrips gastrointestinalkanalen, blodbildande organ och CNS.

Under första världskriget då senapsgas användes i stor utsträckning bedömde man att den akuta dödligheten för senapsgas låg kring 3%. Det fungerade som ett decapaciterande stridsmedel och många som blev exponerade dog efter >4 dygn av komplikationer till den akuta skadan, t ex lunginsufficiens, superinfektioner och sepsis.

De flesta har dött efter >4 dygn och dödsorsaken har då varit lunginsufficiens, superinfektioner och sepsis.

Symtomen beror till stor del på klimatet och temperaturen. T.ex. hade iranska soldater mer luftvägsproblem än amerikanska soldater under första världskriget där hudskadorna var dominerande. I den högre temperaturen i Iran var koncentrationen i luften i ansiktshöjd högre än i

det kallare klimatet i Europa. I kallare klimat täcker skadliga koncentrationer av senapsgasen endast de lägre markskikten.

Hud

Symtomutvecklingen beror helt på vilken koncentration av senapsgas man exponerats för och symtomen uppstår långsammare vid exponering för gas än vätska. I lindriga fall uppstår endast ett erytem som vanligtvis uppstår inom 4-8 timmar, men kan debutera så sent som 24 timmar efter exponering.

Vid kraftigare exponering kommer erytemet att följas av blåsorna som vanligen uppstår 12-48 timmar efter exponering.

Vid kraftig exponering kan djupa nekroser uppstå. Oftast kommer nekroserna i anslutning till de blåsor som bildats, men vid vissa tillfällen kan de uppstå utan att några blåsor inträder p g a att skadan är så djup att det inte ges möjlighet till blåsbildning.

Gränsvärdet för att ge upphov till erytem i ångfas anges till Ct ; 200 mg x min/m³. Detta värde varierar dock med ett flertal faktorer så som lufttemperatur, luftfuktighet, hudfuktighet och vilket område av huden som exponeras. Skadorna blir mer uttalade i t.ex. ljumskar och armhålor där huden är fuktig och varm.

Hudsymtom av S-senapsgas

Lätta	Erytem som vanligtvis läker utan sequelae men kan efter kraftigare exponering orsaka en ökad pigmentering, ojämn pigmentering (peppar-and-salt appearance), klåda och torr dermatit.
Medelsvåra	Ytliga små till stora, djupa blåsor. Ger oftare upphov till kroniska hudbesvär av den typ som nämns ovan.
Svåra	Stora blåsor med vävnadsdöd. Djupgående vävnadsdöd utan blåsor.

De lättare skadorna orsakas vanligen av senapsgas i gasform. De allvarligare skadorna orsakas vanligen av senapsgas i vätskefas men ses också ofta i ljumskar och armhålor hos de personer som exponerats för gasformen under en längre tid.

Förutom de direkta skadorna tycks senapsgas efter upprepad exponering kunna ge upphov till allergiska och toxiska kontaktreaktioner.

Ögon

Vid kontakt med senapsgasångor uppstår först klåda och stickningar i ögonen. Detta är ofta första – och kanske enda – tecknet på att man blivit exponerad för senapsgas och uppstår ofta inom några minuter efter exponering. Efter tilltagande sveda och rodnad i ögonen uppstår rikligt tårflöde, känslighet för ljus och kraftig svullnad av ögonlocken.

Om senapsgas i vätskeform kommer i kontakt med ögonen uppstår skador med stor risk för blindhet. Vid kraftig exposition kan en perforation av cornean uppstå och en panophtalmit kan bli följden med permanent förlust av synen och eventuellt även förlust av ögat.

Nedre gränsen för skador på ögonen under fältmässiga förhållanden uppges till Ct 12 - 70 mg x min/m³.

Ögonsymtom av S-senapsgas

Lätta:	Tårflöde Klåda Brännande känsla Gruskänsla
Medelsvåra:	<i>Ovanstående plus</i> Rodnad Ögonlocksödem Moderat smärta
Svåra:	Uttalat ögonlocksödem Möjligen kornealskada Svår smärta

Vid allvarligare konjunktival retning fås också en blefarospasm, fotofobi och ett kornealödem. Ärrbildning mellan iris och linsen kan predisponera för glaukom.

En okomplicerad konjunktivit läker vanligen ut inom 1-2 veckor medan en svårare konjunktivit med inslag av blefarospasm läker ut inom 2-5 veckor. Vid svårare skador på cornean kan läkningen medföra en kärlinväxt som ger upphov till en blindhet p g a den grumling av cornean som kärlinväxten medför. I dessa svårare fall är läkningstiden månader.

Luftvägar

Symtomen från luftvägarna är också de dosberoende och vid lindrigare exponering ses enbart symtom från de övre luftvägarna. Vid kraftigare exponering kommer också symtom från de nedre luftvägarna. Själva lungparenkymet är sällan engagerat utom vid en mycket kraftig exponering eller i ett terminalt skede. Skadorna ses i bronkträdet och i den peribronkiala vävnanden. Symtomen kommer långsamt och kulminerar efter något dygn. Fullt utvecklad karakteriseras skadan av en akut inflammatorisk reaktion i övre och nedre luftvägarna med inflammatoriskt exsudat och pseudomembranbildning i tracheobronkiala trädet.

Luftvägssymtom av S-senapsgas

Lätta:	Rinnande näsa Nysningar Näsblod Heshet Torrhosta
Svåra:	<i>Ovanstående plus</i> Produktiv hosta Lätt till svår dyspnè

I de lätta fallen kommer symtomen oftast 4-6 timmar efter exponeringen och de kan få en ömhet över sinus maxillaris timmar senare. Typiskt för senapsgas är att hesheten övergår i en afoni. De lätta luftvägssymtomen

är förenade med ögonsymtom som conjunctivit, tårflöde, fotofobi och blefarospasm.

Vid kraftig exponering kommer symtomen fortare och hesheten går snabbt över i afoni. Nekroser ger epitelavlossning och pseudomembraner som kan medföra luftvägsobstruktioner. Svår tachypnè och infiltrat på lungröntgen ses också i dessa fall. Initialt är förändringarna sterila men efter 4-6 dagar uppstår sekundära infektioner.

Gastrointestinalkanalen

Inom de första timmarna efter exponering för senapsgas kan illamående och kräkningar förekomma. Dessa tidiga symtom är övergående och orsaken är okänd men kan bero på senapsgasens kolinerga effekt, en generell reaktion på skada eller på senapsgasens obehagliga lukt.

Illamående och kräkningar som uppkommer efter något dygn anses bero på en generell cytotoxisk effekt av senapsgas och skada på mukosan i gastrointestinalkanalen.

Hos försöksdjur är diarré och blödningar i tarmkanalen vanliga men detta tycks inte vara vanligt hos människan.

CNS

Senapsgas påverkar CNS. Mekanismen är dock okänd men det kan vara dess kolinerga effekt eller någon annan okänd mekanism. 83% av de iranier som sändes till Europa för att få vård uppvisade ospecifika neurologiska symtom.

Under första världskriget beskrevs apati, depression och intellektuell grumling. Djur som fått letala doser blev hyperexiterade, krampade, hade abnorma muskelrörelser samt andra neurologiska symtom. Barn som genom olyckshändelse exponerats för en dödlig dos senapsgas visade liknande symtom innan de avled.

Död

Dödligheten är låg och under första världskriget var den ca 3%. De flesta som avlider gör det efter inhalationsskador och då p g a sekundärinfektioner och sepsis. De som avlider utan att ha inhalerat gör det av oklar anledning efter 3-7 dagar. Det har diskuterats om dödsorsaken kan förklaras av senapsgasens radiomimetiska effekt.

Lewisite

Lewisite skadar liksom senapsgas hud, ögon och luftvägar. Efter resorption har det också systemeffekter. I motsats till senapsgas har det inga immunosupprimerande egenskaper. Då det inte finns annat än enstaka fall där människor utsatts för Lewisite bygger erfarenheterna på djurförsök.

Hud

Både i gasform och flytande form orsakar Lewisite smärtor och irritation inom sekunder till minuter. Smärtan är dock mindre uttalad än efter senapsgas och minskar efter att blåsor bildats.

Erytemet kommer inom 15-30 minuter efter exposition för flytande Lewisite och blåsorna kommer efter flera timmar. Reaktionen efter gasformig Lewisite kommer något senare. Lewisite absorberas av huden inom 3-5 minuter vilket är något långsammare än för motsvarande mängd senapsgas. Lewisite sprider sig också över ett större område än samma mängd senapsgas gör.

Ögon

Då Lewisite orsakar en omedelbar smärta fås en tidig blefarospasm vilken förhindrar att större mängd skadar ögat. Effekten av vätskefas är dock kraftig och har samma effekter på ögat som senapsgas.

Luftvägar

Lewisite är extremt irriterande på övre och nedre luftvägar. En person som utsätts för Lewisite söker därför skydd och därmed finns förutsättning för att expositionen begränsas. Skadorna efter Lewisite liknar de efter senapsgas och dessutom ger Lewisite i hög koncentration oftare upphov till lungödem.

Andra effekter

Lewisite har en permeabilitetsskadande effekt på kapillärer och i huden ses ett ödem vid erytemet. Vid stora doser fås en generell permeabilitetsökning i alla kapillärer med läckage av proteiner och plasma. Följden av detta blir hypotension och hemokoncentration. Detta kallas för "Lewisite shock". Vid Lewisite shock finns också hemolytisk anemi beskriven.

Fosgenoxim

Av denna grupp kemiska stridsmedel är fosgenoxim den som ger den svåraste hudskadan. Karakteristiskt för fosgenoxim är att den orsakar en i det närmaste omedelbar smärta och irritation på huden, i ögonen och i luftvägarna följt av en snabb vävnadsnekros.

Hud

Fem till tjugo sekunder efter applicering av Fosgenoxim på huden uppkommer smärta och det utsatta hudområdet bleknar av. Efter den initiala fasen uppstår ett erytem kring det grå området. Erytemet svullnar initialt för att försvinna inom ett dygn. Det gråfärgade området blir pigmenterat och ett ärr bildas. Läkning sker under 4-6 månader. Både hos djur och människor absorberas fosgen fullständigt inom sekunder. Under denna tid uppstår blekheten av området.

Ögon

Effekten liknar Lewisite med omedelbar smärta, konjunktivit och keratit. Mer exakt beskrivning saknas.

Luftvägar

Den huvudsakliga effekten av fosgenoxim på lungorna är ett lungödem som orsakas av antingen inhalation eller av den systemtoxiska effekten som uppstår av ämnet efter absorption via huden. Lungödemet kan vara kombinerat med nekrotiserande bronchiolit och trombosor i lungvenerna. Lungödemet efter en stor dos på huden kan uppkomma efter flera timmar.

Behandling

Både för de drabbade och för de som skall behandla är det särskilt viktigt att skydda ögon och hud.

S-senapsgas

Det finns inte någon antidot mot S-senapsgas. Det finns heller inget specifikt laboratorieprov för att få verifierat att en person utsatts för S-senapsgas. Feber och leukocytos ses normalt efter exponering och dessutom utsöndras ämnet thiodiglykol i högre mängder i urinen efter exponering för S-senapsgas.

Sanering

Sanering med försvarets personsaneringsmedel (PS 104) eller utspädd klorinlösning (1 del klorin och 6 delar vatten) inom 1-2 minuter efter exposition är det enda sättet att minska vävnadsskadorna efter S-senapsgas. Klorin är mindre effektivt än försvarets personsanerings

medel. Båda är retande på huden och efter sanering skall därför huden tvättas med tvål och vatten.

Då S-senapsgas snabbt dunstar från huden, och det som absorberats av huden är bundet, kommer en senare sanering inte att hjälpa den drabbade. Det kan däremot finnas senapsgas kvar på täckta hudytor, i håret, i kläder, på klockor och eventuella smycken och därför skall sanering alltid genomföras.

Det är viktigt att alla kläder avlägsnas på ett sådant sätt att onödig exponering inte sker. Packa alla avlägsnade kläder m m i dubbla plastsäckar som försluts noga.

Om den drabbade fått flytande senapsgas inkletat i håret måste håret klippas av för att en fullständig sanering skall kunna ske. En adekvat sanering är inte bara viktig för den drabbade, utan i mycket hög grad en förutsättning för att sjukvård skall kunna erbjudas utan fara för de vårdande.

Hudskador

Erytem och blåsor har stora likheter med brännskador och kan behandlas som dessa. Nedan anges dock de rutiner som amerikanska armén har i sina manualer:

- Den skadade skall hållas smärtfri och skadorna skall hållas rena för att undvika sekundärinfektioner.
- Små blåsor (<1 cm) bör hållas intakta och om infektion uppstår skall antibiotika insättas efter att sårodling verifierat bakterieväxt.
- Större blåsor (>1 cm) rekommenderas att öppnas och att såret bör tvättas 2-3 ggr dagligen med koksalt, sterilt vatten eller tvållösning och täckas med kompresser. Antibiotika bör insättas efter att sårodling verifierat bakterieväxt. Analgetika och klådstillande medel bör ges efter behov. Även om en skada efter S-senapsgas inte medför lika stora vätskeförluster som en konventionell brännskada skall vätskebalansen följas noga.

- Oftast läker skadorna spontant och fullständigt inom veckor till månader även om förändringar i pigmenteringen kan kvarstå. I undantagsfall kan hudtransplantation krävas.

Ögonskador

Vid ögonskador skall alltid ögonläkare konsulteras.

Även om sannolikheten är liten att det finns S-senapsgas kvar i ögat då den skadade kommer till sjukvårdsenhet skall ögonen ändå spolras med en mjuk stråle koksalt eller vatten. Det kan finnas inflammatoriska produkter i ögat som bör sköljas bort.

Vid enbart konjunktivit räcker det med en indifferent ögonsalva 3-4 gånger dagligen.

Vid allvarligare ögonskador (sår på konjunktiva och cornea) bör ögonen sköljas 2-3 gånger dagligen för att få bort inflammatoriska produkter. Lokal antibiotikasalva appliceras 3-4 gånger dagligen. Lokalt mydriatikum appliceras för att förhindra adherenser mellan iris och linsen.

En övergående synförlust är vanlig p g a ödem i ögonlock och andra strukturer och inte p g a av corneaskada.

Vid sår på ögonlocken bör dessa beläggas med fet salva för att förhindra sammanväxningar. Detta minskar också risken för att en liten infektion blir instängd och ger panophtalmit.

Lokalt applicerade analgetika rekommenderas endast för den initiala undersökningen. Därefter ges systemisk given analgetika. Effekten av steroider lokalt är okänd. Mörkt rum är att föredra p g a fotofobi.

Luftvägsskador

Lindriga symtom som irritation i halsen och torrhosta behandlas med hostdämpande läkemedel.

Vid svårare skador i luftvägarna blir hostan produktiv och nekrotiskt material hostas upp. Risken för atelektaser skall beaktas. Vid ventilationsproblem intuberas patienten och regelbundna bronchoskopier görs för att få bort pseudomembraner, som kan obstruera luftvägarna.

Tempstegring och leukocytos ses även utan infektion. Regelbundna odlingar görs för att få tidig diagnos vid infektion. Risken för infektion ökar om vita blodkroppar sjunker vilket brukar ske efter 4-5 dagar vid kraftig exponering.

Vid obstruktivitet ges bronkdilaterande behandling. Steroider kan också användas men ökar risken för infektioner.

Gastrointestinala skador

Sena kräkningar och diarréer är tecken på systemisk cytotoxicitet och kräver vätskebehandling.

Benmärgspåverkan

Det går inte att från hud- eller luftvägsskador förutsäga risken för benmärgspåverkan. Därför skall antalet vita blodkroppar följas då risk finns för leukopeni som oftast börjar dag 3-5 efter exposition. Lägsta värden ses ofta dag 3-6 eller 7-9. Tillväxtfaktorer (Neupogen[®]) provas.

Lewisite

Skador från Lewisite skiljes från S-senapsgas med intervallet från exponering till symtom. Lewisite har liksom Fosgenoxim kortare intervall. Lewisite ger i motsats till Fosgen vätskefyllda blåsor. Det finns inget specifikt laboratorieprov för att konstatera exponering för Lewisite men mängden arsenik i urinen ökar.

Sanering

Se S-senapsgas.

Hudskador

Se S-senapsgas.

Ögonskador

Se S-senapsgas.

Luftvägsskador

Se S-senapsgas.

Antidot

BAL (dimercaprol) i oljelösning minskar kraftigt skadorna på hud och ögon om den appliceras inom någon minut efter exposition och dekontaminering. Tyvärr finns inte denna beredning tillgänglig längre. Däremot finns beredning för intramuskulär injektion och denna minskar de systemiska effekterna av Lewisite och har i djurförsök reducerat mortaliteten om det gavs inom 2 timmar.

Fosgenoxim

Det finns ingen specifik antidot för Fosgenoxim.

Sanering och behandling

Sanering med vatten skall ske omedelbart. Fosgenoxim resorberas inom sekunder. Hud-, ögon- och luftvägsskador saknar behandlingsrekommendationer. Därför ges symtomatisk behandling. Lungödem behandlas efter de principer som gäller för inhalation av irriterande gaser med inhalation av bronkdilaterande medel och därefter inhalation av kortikosteroider.

Personsaneringsmedel

Det finns olika typer av personsaneringsmedel, men de vanligaste idag är Klorkalk, personsaneringsmedel 104 (PS104) och Bentonit, Fuller's Earth.

Klorkalk, personsaneringsmedel 104 (PS 104)

Används vid exponering för nervgaser och senapsgas. Effekten mot senapsgas är dock begränsad.

Den verksamma substansen är kalciumhypoklorit och magnesiumoxid. Klorkalk både absorberar och inaktiverar nervgaser genom oxidering. Klor i PS104 är instabilt och därför är det viktigt att man lagrar saneringsmedlet mörkt, torrt och svalt. Även med adekvat lagring är hållbarheten begränsad till ca 2 år, i oöppnad originalförpackning kan hållbarheten utökas ytterligare några år.

Klorkalk finns i pulverform och detta pudras på naken hud eller på kläder för att binda och inaktivera framför allt nervgifter. Klorkalk är starkt basiskt (pH10-11) och kan ge upphov till irritation och skador. Därför får klorkalk inte användas i ansiktet eller i sår. Har man använt klorkalk skall man alltid fullfölja saneringen genom fullständig personsanering med tvål och vatten. Detta skall göras så snart det är möjligt, senast inom en timme, för att inte orsaka frätskador.

Eftersom det är ett pulver finns stor risk för att det dammar vid användning och att detta damm kommer in i ögon och luftvägar och ger upphov till skador. Därför skall man alltid bära skyddsmask när man använder klorkalk.

Klorkalk har även god effekt mot bakterier, virus och rickettsier, däremot är effekten mot sporer tveksam. Klorkalk skall då slammas upp i vatten för att därefter användas för hud- och ytdesinficering.

Eftersom användningsområdet för PS 104 är mycket begränsat måste det inte längre finnas i alla antidot förråd. De sjukvårdsgrupper som kan komma att ingå i en insats där personer blivit kontaminerade av senapsgas och som måste primärsaneras inför transport till annan saneringsenhet bör fortfarande ha PS 104 i sin utrustning. Att någon av sjukvårdens fasta saneringsenheter skulle få användning av PS 104 är mindre troligt. Det finns i regionen ett lager med PS 104 på apoteket, Sahlgrenska sjukhuset, och skulle behov uppstå kan detta rekvireras genom regional tjänsteman i beredskap (R-TIB) som kontaktas via SOS-Alarm.

Bentonit, Fuller´s Earth

Bentonit är en lermineral med kiselsyra som absorberar kemiska ämnen utan att förstöra dem. Det innebär att det kan användas för ett flertal kemiska ämnen men också att det finns en stor risk att det kemiska ämnet sprids och kontaminerar omgivningen när det frigörs från saneringsmedlet.

Bentonit är mindre irriterande än klorkalk och risken för ögonskador är mindre. Det föreligger fortfarande en risk för lungskador vid inhalation av dammet och därför skall man alltid bära skyddsmask om man använder detta saneringsmedel.

Referenslitteratur

Agrell, Wilhelm. Svenska förintelsevapen 2002, ISBN 91-89442-49-0,

Kustbevakningens skrift, Kemiska stridsmedel till sjöss, information och vägledning för svenska fiskare. 21 Maj 2003

<http://www.kustbevakningen.se/ra/kemstridsmedel/startside.htm>

Claesson Ola, Persson Sven-Åke. Nytt personsaneringsmedel, en litteraturstudie,: FOI-Rapport 1212.SE, April 2004, ISSN 1650-1942

Willems Jan L. Annales Medicinae Militaris Belgicae. Clinical management of mustard gas casualties,; 1989 – Vol. 3/ supplement

*Prehospitalt och Katastrofmedicinskt Centrum inom Västra
Götalandsregionen ansvarar för planering, utbildning och övning
inom katastrofmedicin och beredskap. Som ett led i detta arbete
tar enheten fram underlag för planering samt utbildningsmaterial
för utbildning och övning av regionens sjukvårdspersonal.*