

*NVIC Rapport 08/2024*

# *Eigen veiligheid in perspectief*

*Uitwendige decontaminatie*

*Persoonlijke beschermingsmiddelen*

*Secundaire blootstelling van medische hulpverleners*

*R. de Groot*

*A.J.H.P. van Riel*

*G.A. van Zoelen*

*M.E.C. Leenders*

*D.W. de Lange*



UMC Utrecht  
**Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum**

Contactgegevens:

Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC)  
Divisie Vitale Functies  
Universitair Medisch Centrum Utrecht  
Huispostnummer Q03.2.315  
Postbus 85500  
3508 GA Utrecht

Tel: 088-755 8561  
[nvic@umcutrecht.nl](mailto:nvic@umcutrecht.nl)

[www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info)  
<https://nvic.umcutrecht.nl/>

Contactpersoon: Ronald de Groot

Auteurs:

- Ronald de Groot, toxicoloog (ERT), stralingsbeschermingsdeskundige (SBD-CD).
- Antoinette van Riel, toxicoloog (ERT), stralingsbeschermingsdeskundige.
- Gerard van Zoelen, toxicoloog (ERT), stralingsbeschermingsdeskundige (SBD-CD).
- Marianne Leenders, anesthesioloog (UMC Utrecht), toxicoloog (ERT), stralingsbeschermingsdeskundige (SBD-CD).
- Dylan de Lange, hoogleraar klinische toxicologie (UMC Utrecht), intensivist (UMC Utrecht), toxicoloog (ERT), medisch achterwacht intoxicaties (NVIC), afdelingshoofd NVIC.

De auteurs werken allen in dienst van het NVIC en hebben hun expertise opgebouwd vanuit dit werk.

Voor het kritisch lezen van dit rapport en het aandragen van waardevolle verbeteringen en aanvullingen gaat onze dank uit naar:

- Nora van Gaal, arts in opleiding tot specialist (maatschappij en gezondheid, profiel medische milieukunde).
- Femke Gresnigt, SEH-arts KNMG (OLVG), voorzitter sectie toxicologie (NVSHA), medisch achterwacht intoxicaties (NVIC).
- Frans Greven, toxicoloog (ERT), gezondheidskundig adviseur gevaarlijke stoffen (GAGS) (GGD Groningen).
- Henk Jans, arts maatschappij en gezondheid (profiel medische milieukunde), (bio)chemicus, gezondheidskundig adviseur gevaarlijke stoffen (GAGS).
- Ingrid Links, milieugezondheidskundige, toxicoloog (ERT), gezondheidskundig adviseur gevaarlijke stoffen (GAGS) (GGD Gelderland-Zuid).
- Marc Ruijten, toxicoloog (ERT), gezondheidskundig adviseur gevaarlijke stoffen (GAGS).
- Robbert Verkooijen, arts maatschappij en gezondheid (profiel medische milieukunde), nucleair geneeskundige, toxicoloog (ERT), stralingsbeschermingsdeskundige (SBD-CD), medisch achterwacht intoxicaties (NVIC).
- Rik van de Weerd, arts maatschappij en gezondheid (profiel medische milieukunde), toxicoloog (ERT), gezondheidskundig adviseur gevaarlijke stoffen (GAGS) (GGD'en Gelderland & Overijssel).

Met dank voor de modellering van fosfineconcentraties in de ambulance aan:

- Claudine Hunault, arts en wetenschappelijk onderzoeker (NVIC).

Met dank voor het beoordelen van (onderdelen van) het eindconcept van dit rapport aan:

- Arjen Becht, stralingsbeschermingsdeskundige (SBD-CD), klinisch fysicus (Gelre ziekenhuizen).
- Marthijn van Dorp, ambulancechauffeur en officier van dienst geneeskundig (OvD-G) (Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond), liaison GGD/GHOR (Defensie CBRN Centrum).
- Huib Fransen, HAZMAT-specialist (Veiligheidsregio Rotterdam-Rijnmond), liaison voor de brandweer (Defensie CBRN Centrum).
- Patrick van der Geest, internist/intensivist (Spaarne Gasthuis), Medisch Manager Ambulance (MMA) (Ambulance Rotterdam-Rijnmond).

- Marcel Heessels, trainingscoördinator gezondheidszorg (Defensie CBRN Centrum).
- Jetty Middelkoop, brandweerkundige, adviseur gevaarlijke stoffen (AGS) (Brandweer Amsterdam-Amstelland).
- Elfriede Thiessens, SEH- en ambulanceverpleegkundige.
- Simon Visser, Expert Opgeschaalde Ambulancezorg en Evenementen (Hazard Area Response Team (HART), Ambulance Amsterdam Kennemerland).
- Manfred van der Vlies, stralingsbeschermingsdeskundige (SBD-ACD), klinisch fysicus (Leids Universitair Medisch Centrum).
- De leden van de werkgroep 'Leidraad Acute ziekenhuiszorg na IGS'.
- De protocollencommissie van Ambulancezorg Nederland (AZN).

Het zwaartepunt van de laatste reviewronde lag op hoofdstuk 6 over ambulancezorgprofessionals en de onderdelen over radioactieve contaminaties. Dit weerspiegelt zich in de betrokken personen.

Het rapport 'Eigen veiligheid in perspectief' is toegevoegd aan de Ambulancezorg-app.

Opmerking over gebruikte termen in dit rapport:

- De termen 'besmetting' en 'contaminatie' kunnen in principe door elkaar worden gebruikt. Om verwarring met besmetting met een infectieziekte te voorkomen wordt in dit rapport systematisch het woord contaminatie en alle afgeleiden daarvan gebruikt. Het is voor hulpverleners belangrijk om helder te communiceren over de aard van een 'besmetting'.
- De term 'stralingsincident' verwijst in dit rapport naar incidenten waarbij slachtoffers gecontamineerd zijn geraakt met radioactief materiaal en/of zijn blootgesteld aan ioniserende straling.

Deze publicatie vervangt het NVIC document 'Eigen veiligheid in perspectief' (december 2022) en de voorgaande versies met de titels 'Decontaminatie van de huid en secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis' (mei 2021) en 'Aandachtspunten bij decontaminatie van de huid en secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis' (juni 2018).

© UMC Utrecht 2024

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: NVIC Rapport 08/2024 Eigen veiligheid in perspectief, Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum, Universitair Medisch Centrum Utrecht. URL: <https://nvic.umcutrecht.nl/nl/downloads>

# Samenvatting

In de afgelopen jaren is de bezorgdheid onder ambulancezorgprofessionals en ziekenhuispersoneel over hun eigen veiligheid tijdens de behandeling of decontaminatie van chemisch gecontamineerde patiënten toegenomen. Deze angst kan leiden tot het uitstellen van levensreddende zorg of zelfs tot grootschalige evacuatie en tijdelijke sluiting van een spoedeisende hulp. Dit rapport biedt informatie over het risico van secundaire blootstelling voor hulpverleners wanneer zij te maken krijgen met patiënten die gecontamineerd zijn met chemische of radioactieve stoffen. Het geeft inzicht in welke persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) op welk moment nodig zijn, de procedure voor uitwendige decontaminatie en de voorbereiding van ziekenhuizen op de opvang van dergelijke patiënten.

De belangrijkste boodschap is dat medische hulpverleners geen groot risico lopen bij de behandeling van chemisch of radioactief gecontamineerde patiënten. In uitzonderlijke situaties, zoals wanneer de ventilatie in een ruimte wordt uitgeschakeld of wanneer damp of gas vrijkomt uit braaksel, zijn incidenteel milde gezondheidsklachten gemeld. Eenvoudige voorzorgsmaatregelen kunnen blootstelling aan gevaarlijke stoffen grotendeels voorkomen. Het beperkte risico van secundaire blootstelling voor hulpverleners is geen reden om levensreddende zorg uit te stellen.

## Uitwendige decontaminatie

Wanneer een gevaarlijke stof na een incident op de kleding of huid van een slachtoffer terecht komt, is het belangrijk om deze stof te verwijderen om blootstelling van de patiënt te stoppen en verdere verspreiding van de contaminatie naar hulpverleners en omgeving te voorkomen.

### Chemische stoffen

Decontaminatie van de patiënt is noodzakelijk in geval van contaminatie met een vaste stof of een vloeistof, waarbij dit laatste ook kan ontstaan door condensatie van damp op de kleding of de huid. Bij blootstelling van een slachtoffer aan gassen heeft decontaminatie geen of zeer beperkt nut, omdat gassen niet of slechts in geringe hoeveelheden in de kleding van de patiënt worden meegedragen. Om geurhinder te voorkomen is ontkleden raadzaam in geval van stinkende gassen, zoals waterstofsulfide. In geval van huid- en/of slijmvliesklachten door blootstelling aan goed in water (slijmvliesvocht/transpiratie) oplosbare irriterende gassen, zoals chloorgas, kan spoelen van ogen of aangedane huid nodig zijn.

De meest geschikte decontaminatieprocedure hangt af van de aard van de betrokken stoffen (vloeistof/vast), de uitgebreidheid van de contaminatie, de medische toestand van de patiënt(en) en het aantal te decontamineren patiënten. Bij een enkele patiënt met een gedeeltelijke contaminatie van het lichaam is het niet noodzakelijk om de procedure voor 'grootschalige decontaminatie' op te starten. Direct spoelen onder de dichtstbijzijnde kraan is dan het meest praktisch. Dit voorkomt verergering van lokale klachten en verdere opname door de huid. Bij een groot aantal slachtoffers en een beperkt aantal hulpverleners kunnen ambulante patiënten (met goede instructies) zelf douchen. Niet-ambulante patiënten worden op een brancard door hulpverleners gedecontamineerd.

Met het ontkleden van de patiënt wordt 70-90% van de contaminatie verwijderd. Het is belangrijk om deze handeling voorzichtig uit te voeren om verdere verspreiding van de betrokken stof te voorkomen, bijv. door kleding open te knippen in plaats van over het hoofd uit te trekken. Als kleding aan de huid kleeft, trek deze dan niet los maar week deze los met water. Vaste stoffen (deeltjes/poeder) kunnen voorzichtig van de huid worden verwijderd met behulp van vochtige doekjes, gaas, handdoek of een pincet. Dit proces staat bekend als droge decontaminatie.

Hierna kan natte decontaminatie worden uitgevoerd, waarbij met overvloedig lauwwarm water de (rest)contaminatie van de huid wordt gespoeld. Dit kan door spoelen van een beperkt huidoppervlak of door volledig douchen. Zo nodig dienen ook de ogen te worden gespoeld. Een contaminatie van een wond vereist specifieke aandacht en heeft prioriteit boven decontaminatie van de intacte huid.

Water is altijd het spoelmiddel van eerste keus, zelfs bij stoffen die exotherm reageren met water (waarbij warmte vrijkomt), omdat spoelen met overvloedig water geen problemen veroorzaakt. Voor slecht in water oplosbare stoffen kan een milde zeep worden toegevoegd. In geen geval moet ruim spoelen met lauwwarm water worden uitgesteld in afwachting van een alternatief spoelmiddel, zoals polyethyleenglycol (PEG) voor stoffen die slecht oplosbaar zijn in water. Gebruik van oplosmiddelen (aceton of terpentijn) of 'neutraliserende' verbindingen (bijv. een zuur in geval van een alkalische contaminatie of andersom) wordt ten zeerste afgeraden, omdat dit de lokale schade kan verergeren.

### Radioactieve stoffen

Bij een uitgebreide radioactieve contaminatie of in geval van grote groepen radioactief gecontamineerde slachtoffers waarbij volledige decontaminatie nodig is ('vuile bom' scenario), is de procedure vergelijkbaar met die bij een chemische contaminatie. Het belangrijkste doel is om de radioactieve stof te verwijderen. Het voorkomen van verspreiding naar de omgeving is van minder belang. Een voordeel bij radioactieve contaminatie is dat deze kan worden gemeten met een besmettingsmonitor. Als na decontaminatie de controlemeting een restcontaminatie aantoonde, kan decontaminatie worden herhaald (maximaal drie keer). Een restcontaminatie kan wijzen op een inwendige contaminatie, vooral bij contaminatie van het bovenlichaam, het hoofd of een wond.

Een contaminatie van een wond vereist specifieke aandacht en heeft prioriteit boven decontaminatie van de intacte huid. Radioactieve scherven moeten met een pincet worden verwijderd, gevolgd door spoelen met (bij voorkeur) een fysiologische zoutoplossing. Bij sommige contaminaties (bijv. met americium of plutonium) kan er gespoeld worden met een DTPA oplossing.

Bij een beperkte lokale contaminatie van een enkele persoon met een radioactieve stof zal de procedure zich richten op het voorzichtig decontamineren van gecontamineerde huiddelen ('droge decontaminatie') met bijzondere aandacht voor het beperken van verdere verspreiding van de radioactieve stof. Hierbij zijn er specifieke aandachtspunten, zoals het afdekken van de brancard.

## Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)

Standaard PBM, bestaande uit handschoenen, schort, mondneusmasker en oogbescherming, bieden voldoende bescherming bij chemische en radioactieve contaminaties van een enkele patiënt als gevolg van blootstelling aan stoffen in een thuis- of werkomgeving.

Medische handschoenen (bij voorkeur nitril) en schort of bedekkende werkkleding met lange mouwen voorkomen direct huidcontact met de stof. Een mondneusmasker (bij voorkeur FFP2), oogbescherming (spatbril) en een muts worden aanbevolen in geval van (uitgebreide) contaminatie met stofdeeltjes, zoals metalen in poedervorm, irriterende vaste stoffen in traangas of pepperspray (nadat het oplosmiddel verdampt is, blijven vaste deeltjes achter), asbest en radioactieve stoffen. Bij (gedeeltelijke) natte decontaminatie wordt aanbevolen om (spat)waterdichte beschermende kleding te dragen (bijv. plastic spatschort met lange mouwen) en oogbescherming (spatbril). Deze standaard PBM zijn vergelijkbaar met de PBM die worden gebruikt bij behandeling van patiënten besmet met Covid-19 of bij het toepassen van het MRSA-protocol.

Het gebruik van standaard PBM biedt voldoende bescherming bij contaminatie van een enkele patiënt met vluchtige chemicaliën (zoals oplosmiddelen) in consumenten- of professionele producten (ongeluk tijdens gebruik of braken na inname van deze producten). Dit geldt ook voor situaties waarbij er alleen nog een restcontaminatie met een toxische vluchtige stof op de patiënt aanwezig is nadat kleding is verwijderd, evenals wanneer giftige gassen ontstaan door reactie van stoffen met maaginhoud (bijv. natriumazide, cyanide- of fosfideverbindingen).

De hoeveelheid damp/gas die in deze situaties vrijkomt, is namelijk zeer beperkt. Secundaire inhalatieblootstelling van hulpverleners veroorzaakt over het algemeen geen, of hooguit milde klachten in geval van uitzonderlijke omstandigheden (bijv. onvoldoende ventilatie in de ruimte).

Bij het gebruik van standaard PBM is het belangrijk om blootstelling van hulpverleners aan aanwezige chemische of radioactieve stoffen zoveel mogelijk te voorkomen. Behoud adequate ventilatie in de ruimte: schakel de ventilatie niet uit en verplaats de patiënt niet naar een slecht geventileerde ruimte. Normale ventilatie in een behandelkamer volstaat. Verwijder kleding voorzichtig bij contaminatie met vaste stoffen (deeltjes/poeder) om opwarrelen te voorkomen. Ruim maaginhoud snel en volledig op om verdere uitdamping of gasvorming te voorkomen. Vermijd mond-op-mond-beademing en maak gebruik van masker-ballon-ventilatie bij inname van een gevaarlijke stof. Bij direct huidcontact van de hulpverlener met een stof dient de blootgestelde huid onmiddellijk met overvloedig water en eventueel milde zeep te worden gewassen.

Verwijder gecontamineerde kleding vóór ambulancevervoer naar het ziekenhuis en zet de ventilatie in de ambulance op de hoogste stand. Het openen van een raam kan worden overwogen bij braken van de patiënt (naast snel en volledig opruimen), bij waarnemen van een vieze geur, of bij het optreden van milde klachten bij ambulancezorg-professionals zoals irritatie van ogen en luchtwegen. Bij contaminatie met een vaste stof (deeltjes/poeder), kan de brancard worden afgedekt met een laken dat vervolgens om de patiënt heen wordt teruggeslagen.

Het gebruik van uitgebreide PBM, bestaande uit adembescherming met een combinatiefilter dat ook beschermt tegen gas/damp, vloeistofdichte en chemicaliënbestendige beschermende kleding ('overall' of spatschort met lange mouwen) en nitril handschoenen, is bij een enkele patiënt alleen nodig in zeldzame gevallen van contaminatie met (zeer) giftige vluchtige chemicaliën (bijv. bij blootstelling aan het chemisch strijdmiddel sarin).

Uitgebreide PBM moeten ook worden overwogen tijdens de uitvoering van een volledige decontaminatie van meerdere slachtoffers bij minder gevaarlijke contaminaties, vanwege het mogelijk langduriger contact van hulpverleners met de stof. Dit scenario zal hoogstwaarschijnlijk alleen voorkomen als gevolg van grootschalige industriële- of transportincidenten of terroristische aanslagen, waarbij meerdere gecontamineerde 'zelfverwijzers' zich melden bij het ziekenhuis.

Ambulancezorgprofessionals dragen bij dergelijke incidenten in de 'warm zone' uitgebreide PBM (in overleg met de GAGS), bij ontvangst van slachtoffers vanuit de 'hot zone'. Na ontkleden en zo nodig natte decontaminatie van slachtoffers, volstaat in de 'cold zone' de normale werkkleding.

## Risico hulpverlener

Het optreden van gezondheidseffecten bij hulpverleners als gevolg van contact met een gecontamineerde patiënt komt heel weinig voor. Van 2006 t/m 2023 werd het NVIC vanuit het ziekenhuis over ongeveer 3600 patiënten geraadpleegd na blootstelling aan chemische stoffen (huidcontact of intentionele inname). In slechts twee gevallen deden zich milde klachten voor bij betrokken ziekenhuispersoneel waarbij een verband met secundaire blootstelling waarschijnlijk was: oogirritatie door chloorbleekmiddel en huidirritatie door direct contact met zwavelzuur.

## Chemische stoffen

Aangezien normale hygiënische voorzorgsmaatregelen, waaronder het dragen van handschoenen en schort of bedekkende werkkleding met lange mouwen, huidcontact voorkomen, is inhalatie de belangrijkste secundaire blootstellingsroute voor medische hulpverleners. De volgende drie stofgroepen zijn hierbij relevant:

- 1) vaste stoffen (deeltjes/poeder), zoals het irriterende bestanddeel in traangas of pepperspray (nadat het oplosmiddel verdampt is, blijven de deeltjes op het slachtoffer achter),
- 2) dampen van vluchtige vloeistoffen (vaak oplosmiddelbevattende chemische producten waaronder bestrijdingsmiddelen, waarvan de actieve stof weinig vluchtig is) en
- 3) gassen die in de maag worden gevormd als gevolg van contact van ingenomen stoffen met maaginhoud, zoals fosfinegas uit fosfideverbindingen of waterstofazide uit natriumazide.

Uit de literatuur blijkt dat wanneer gezondheidseffecten optreden bij hulpverleners als gevolg van secundaire blootstelling, de symptomen mild en reversibel van aard zijn. De meest gerapporteerde symptomen (in volgorde van frequentie) zijn misselijkheid, irritatie van ogen, keel en luchtwegen, hoofdpijn, duizeligheid en braken. Over het algemeen komen de gemelde symptomen overeen met een lage inhalatieblootstelling aan de betrokken stoffen. Sommige van de gerapporteerde klachten zijn echter niet-specifiek en kunnen ook worden veroorzaakt door angst of als reactie op onaangename geuren. Tegenover de incidentele meldingen van secundaire blootstelling met milde symptomen staat de ervaring in landen met een hoge incidentie van dergelijke vergiftigingen (bijv. door inname van fosfideverbindingen in India), waarbij doorgaans geen gezondheidseffecten optreden bij hulpverleners.

Het beperkte risico op gezondheidseffecten door secundaire blootstelling aan gevaarlijke stoffen kan worden verklaard doordat de hoeveelheid materiaal die een patiënt met zich meedraagt naar het ziekenhuis, als bron van blootstelling voor hulpverleners, over het algemeen beperkt is. In geval van inname van stoffen die reageren met maaginhoud, is de hoeveelheid gas die via oprispingen of in de uitademingslucht vrijkomt ook beperkt.

In die gevallen waarbij toch secundaire toxiciteit is gemeld was vaak sprake van uitzonderlijke omstandigheden. Bijvoorbeeld door behandeling in een ruimte met slechte ventilatie, door het terugkomen van maaginhoud door braken of maagspoelen met hieruit verdamping of gasvorming van ingenomen stoffen, of door direct huidcontact met de stof of gecontamineerd braaksel. De enige gedocumenteerde secundaire blootstelling met ernstige toxische effecten betrof een onbeschermd huidblootstelling aan een organofosfaat insecticide. Deze blootstelling had kunnen worden voorkomen door het dragen van handschoenen, als onderdeel van de standaard PBM.

Zelfs in het zeldzame geval van contaminatie met uitermate gevaarlijke stoffen, zijn bij het gebruik van standaard PBM geen ernstige secundaire toxische effecten bij hulpverleners in het ziekenhuis te verwachten. Zo bleven bij artsen die slachtoffers behandelden van een terroristische aanslag met het chemisch strijdmiddel sarin in Tokio in 1995 (zonder uitgebreide PBM), de gezondheidseffecten beperkt. In een dergelijk scenario is goede (adem)bescherming echter wel belangrijk om ook milde symptomen te voorkomen. Het incident onderstreept dat zelfs als persoonlijke bescherming nog niet optimaal is, er geen ernstige toxiciteit te verwachten is door secundaire blootstelling. Levensreddende handelingen kunnen altijd doorgang vinden.

Voor ambulancezorgprofessionals geldt dat het vervoer van een gecontamineerde patiënt een bijzondere situatie is. Uit meldingen aan het NVIC en de GAGS, berekeningen van concentraties van de stof in de lucht in een ambulance, en casusbeschrijvingen in de wetenschappelijke literatuur zijn echter geen aanwijzingen gevonden dat ambulancezorg-professionals een groter risico lopen op gezondheidseffecten dan ziekenhuispersoneel bij het vervoeren van een patiënt gecontamineerd met een chemische of radioactieve stof. Zeer zelden worden milde en reversibele gezondheidsklachten gemeld.

### Zelfdodingspoeders

Het NVIC heeft opgemerkt dat hulpverleningsdiensten zich vaak zorgen maken over hun eigen veiligheid na meldingen van inname van een 'zelfdodingspoeder' (ook wel bekend als 'middel X'). Het kan hierbij gaan om verschillende verbindingen. In het geval van inname van natriumazide vormt zich het gas waterstofazide in de maag. In deze situatie komt echter onvoldoende gas vrij via de uitademingslucht om serieuze gezondheidseffecten te veroorzaken bij hulpverleners. Als duidelijk is dat poeder is ingenomen in een poging tot zelfdoding, kunnen hulpverleners de woning zonder risico betreden.

### **Radioactieve stoffen**

Een met radioactieve stofdeeltjes gecontamineerde patiënt draagt radioactiviteit mee op de huid of kleding (uitwendige contaminatie) en mogelijk ook in zijn/haar lichaam (inwendige contaminatie).

Er is naar verwachting slechts een zeer beperkte blootstelling aan straling voor hulpverleners als gevolg van behandeling of decontaminatie van een radioactief gecontamineerde patiënt. Dit komt doordat de hoeveelheid radioactief materiaal die een uitwendig gecontamineerd slachtoffer met zich meedraagt naar het ziekenhuis doorgaans beperkt is. Inwendige contaminatie van hulpverleners door inhalatie van opgedwarrelde radioactieve deeltjes kan worden voorkomen door het dragen van standaard PBM, waaronder een mondneusmasker (bij voorkeur FFP2).

Een patiënt die alleen inwendig gecontamineerd is, vormt voor hulpverleners vrijwel nooit een risico op contaminatie met de radioactieve stof zelf. Dit komt doordat contaminatie alleen kan optreden door contact met lichaamsvloeistoffen, voornamelijk urine en feces waarin de radioactieve stof zich bevindt. Bij normale hygiënische voorzorgsmaatregelen is dit contact doorgaans uitgesloten. Als er toch contact plaatsvindt, is het voldoende om de blootgestelde huid te wassen.

Hulpverleners kunnen ook zonder direct contact worden bestraald door de radioactieve stof op of in de patiënt. Het hangt van het soort straling ('doordringend vermogen') af of de patiënt een bron van straling is. Over het algemeen is de verwachte stralingsdosis voor hulpverleners zeer beperkt.

Een patiënt die uitsluitend van buitenaf is bestraald, vormt geen risico voor secundaire blootstelling omdat de patiënt geen radioactieve stof met zich meedraagt en geen bron is van ioniserende straling.

## Vorbereiding van ziekenhuizen

Het wordt aanbevolen dat ziekenhuizen die nog niet zijn voorbereid op de ontvangst van chemisch of radioactief gecontamineerde slachtoffers, nadenken over de mogelijkheden voor opvang en decontaminatie. Het is tevens belangrijk om de juiste aanvullende PBM voor het personeel aan te schaffen en hiermee te oefenen. Als een ziekenhuis geen of beperkte decontaminatiemogelijkheden heeft, is het verstandig om van tevoren afspraken te maken over de doorverwijzing van slachtoffers naar andere ziekenhuizen in de regio.

Afspraken over spreiding zijn ook belangrijk voor ziekenhuizen die wel grotere aantallen gecontamineerde slachtoffers kunnen opvangen, voor het geval hun eigen capaciteit tijdens een grootschalig incident ontoereikend blijkt te zijn. In dergelijke situaties kan voor opvang ook een beroep worden gedaan op het Calamiteitenhospitaal in het UMC Utrecht.

Voor ziekenhuizen die in hun Ziekenhuis Rampenopvangplan (ZiROP) alleen chemische en/of biologische incidenten hebben beschreven, is de aanbeveling om specifieke procedures voor stralingsincidenten aan het opvangplan toe te voegen en hiermee te oefenen.



Ten slotte is scholing van ziekenhuispersoneel over het beperkte risico van secundaire blootstelling aan gevaarlijke stoffen tijdens decontaminatie of behandeling van zowel een chemisch als een radioactief gecontamineerde patiënt belangrijk. Informatie hierover kan ook worden opgenomen in (decontaminatie)protocollen. Het doel hiervan is om angst te verminderen en het nemen van buitenproportionele maatregelen te voorkomen, wat anders kan resulteren in suboptimale behandeling.

## Advies

Voor advies over het risico van de stoffen waarmee contaminatie heeft plaatsgevonden (voor patiënt en hulpverlener) en de wijze van uitwendige decontaminatie kan worden overlegd met:

- De Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD die in elke veiligheidsregio 24/7 via de regionale meldkamer ambulancezorg (MKA) gealarmeerd kan worden en in een aantal regio's ook direct telefonisch bereikbaar is.
- Het NVIC: 24/7 beschikbaar voor professionele hulpverleners via 088-755 8000. Op de NVIC website [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) is zowel toxicologische als radiologische informatie te vinden. Voor een acute situatie is de belangrijkste informatie in dit rapport samengevat in factsheets. Deze zijn ook opgenomen als bijlagen in dit rapport.

# Inhoudsopgave

<b>Samenvatting .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Inleiding.....</b>	<b>12</b>
<b>2. Uitwendige decontaminatie .....</b>	<b>13</b>
2.1. Wanneer is uitwendige decontaminatie noodzakelijk? .....	13
2.2. Herkennen van een uitwendige contaminatie.....	14
2.3. Meest geschikte decontaminatieprocedure .....	15
2.4. Aandachtspunten bij uitwendige decontaminatie.....	16
2.4.1. Kleding verwijderen en droge decontaminatie .....	16
2.4.2. Natte decontaminatie.....	17
2.4.3. Welk spoelmiddel bij natte decontaminatie.....	18
2.4.4. Spoelen van de ogen .....	19
2.5. Aandachtspunten bij radioactieve contaminatie .....	20
<b>3. Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) in het ziekenhuis .....</b>	<b>23</b>
3.1. Blootstelling beperken .....	24
3.2. PBM bij patiënt gecontamineerd met chemische stof .....	25
3.2.1. Standaard PBM.....	25
3.2.2. Uitgebreide PBM .....	26
3.3. PBM bij patiënt gecontamineerd met een radioactieve stof.....	27
<b>4. Risico hulpverleners in het ziekenhuis .....</b>	<b>28</b>
4.1. Beperkt risico van een chemisch gecontamineerde patiënt .....	29
4.1.1. Secundaire toxiciteit is zeldzaam en gemelde klachten zijn mild .....	29
4.1.2. Hoeveelheid materiaal op een gecontamineerde patiënt is beperkt .....	31
4.2. Blootstellingsroutes bij secundaire blootstelling .....	32
4.2.1. Direct huidcontact.....	32
4.2.2. Inhalatie van vaste stof (deeltjes/poeder) .....	33
4.2.2.1. Irriterende vaste stoffen.....	33
4.2.3. Inhalatie door verdamping van vluchtige vloeistoffen.....	34
4.2.3.1. Vluchtige oplosmiddelen .....	35
4.2.4. Inhalatie van gassen gevormd in maag of aanwezig in uitademingslucht .....	36
4.3. Beperkt risico in geval van uitermate toxische stoffen .....	37
4.3.1. Bestrijdingsmiddelen .....	38
4.3.2. Organofosfaat strijdmiddelen .....	40
4.3.2.1. Terroristische aanslag met sarin (Tokio, 1995) .....	41
4.3.2.2. Inzet van sarin tijdens de oorlog in Syrië.....	42
4.3.2.3. Moordaanslagen met organofosfaat strijdmiddelen .....	44
4.3.3. Fosfideverbindingen.....	46
4.3.4. Zelfdodingspoeders (natriumazide, natriumnitriet).....	47
4.3.5. Cyanideverbindingen.....	48
4.4. Beperkt risico van een radioactief gecontamineerde patiënt.....	49
4.4.1. Laag risico bij uitwendig gecontamineerde patiënt .....	50
4.4.2. Zeer laag risico bij inwendig gecontamineerde patiënt .....	51
4.4.3. Geen risico bij uitwendig bestraalde patiënt.....	51

<b>5.</b>	<b><i>Voorbereiding van ziekenhuizen</i></b> .....	<b>52</b>
5.1.	Aanbevelingen.....	53
5.1.1.	Creër een decontaminatiefaciliteit .....	53
5.1.2.	Maak afspraken over spreiding van patiënten .....	53
5.1.3.	Neem stralingsincidenten op in het ZiROP.....	53
5.1.4.	Neem informatie over PBM en secundaire blootstelling op in protocollen .....	54
5.1.5.	Opleiden, Trainen, Oefenen (OTO)-plan .....	54
5.2.	Bronnen ter voorbereiding op ontvangst van gecontamineerde slachtoffers .....	55
<b>6.</b>	<b><i>Risico ambulancezorgprofessionals en benodigde PBM</i></b> .....	<b>56</b>
6.1.	Primaire blootstelling aan de bron.....	56
6.1.1.	Risico op primaire blootstelling in een incidentgebied .....	57
6.1.2.	Risico op primaire blootstelling in een thuisomgeving .....	58
6.1.3.	Herkennen van een gevaarlijke situatie.....	59
6.1.4.	Onrust over zelfdodingspoeder.....	60
6.1.5.	Onrust over fentanyl in de Verenigde Staten.....	61
6.2.	Secundaire blootstelling aan de 'patiënt als bron' .....	63
6.2.1.	Standaard PBM.....	64
6.2.2.	Maatregelen om secundaire blootstelling te beperken.....	65
6.2.3.	Uitgebreide PBM in het incidentgebied.....	66
6.2.4.	Beperkt risico tijdens vervoer naar ziekenhuis .....	68
6.2.4.1.	Berekening van fosfineconcentraties in een ambulance .....	69
6.2.5.	Milde klachten na secundaire blootstelling van ambulancezorgprofessionals .....	70
6.2.5.1.	Ervaring uit meldingen aan het NVIC.....	70
6.2.5.2.	Casusbeschrijvingen in de wetenschappelijke literatuur .....	71
6.2.5.3.	Secundaire blootstelling aan het strijdmiddel sarin .....	73
	<b><i>Literatuur</i></b> .....	<b>76</b>
	<b><i>Bijlagen</i></b> .....	<b>82</b>
Bijlage 1	Factsheet 'Aandachtspunten bij uitwendige decontaminatie' .....	82
Bijlage 2	Factsheet 'Secundaire blootstelling van hulpverleners en persoonlijke beschermingsmiddelen' .....	85
Bijlage 3	Factsheet 'Risico natriumazide en natriumnitriet' .....	88
Bijlage 4	Metingen van concentraties oplosmiddelen tijdens decontaminatie .....	90
Bijlage 5	Berekening van fosfineconcentraties in de ambulance .....	92

# 1. Inleiding

Uit meldingen aan het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC) blijkt dat de bezorgdheid van medische hulpverleners over blootstelling aan gevaarlijke stoffen bij decontaminatie of behandeling van met deze stoffen gecontamineerde patiënten de laatste jaren is toegenomen.<sup>[gro,gro4]</sup> Bewustwording van het beperkte risico is belangrijk, aangezien angst voor secundaire blootstelling kan leiden tot:

- Vertraagde of suboptimale behandeling van een gecontamineerde patiënt.
- Buitenproportionele maatregelen, zoals evacuatie en tijdelijke sluiting van de spoedeisende hulp, met hierdoor vertraging van de zorg aan andere patiënten en onnodige kosten.
- Het werken in onnodig belastende PBM voor de hulpverleners.

Dit was de aanleiding voor het schrijven van dit rapport met informatie over:

- Uitwendige decontaminatie van gecontamineerde patiënten (hoofdstuk 2). Dit hoofdstuk richt zich op het belang van decontaminatie, het herkennen van een contaminatie, de meest geschikte decontaminatieprocedure en praktische aandachtspunten.
- Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) voor ziekenhuispersoneel (hoofdstuk 3). Hierin wordt aangegeven in welke situaties standaard PBM (handschoenen, schort, mondneusmasker, oogbescherming) toereikend zijn en wanneer uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding, handschoenen) verstandig zijn.
- Risico op secundaire blootstelling voor ziekenhuispersoneel (hoofdstuk 4). Dit onderwerp wordt besproken aan de hand van ervaringen van het NVIC en publicaties in de wetenschappelijke literatuur.
- Voorbereiding van ziekenhuizen op opvang en decontaminatie van gecontamineerde slachtoffers (hoofdstuk 5). Hier worden aanbevelingen en nuttige bronnen verstrekt.
- Risico voor ambulancezorgprofessionals met speciale aandacht voor blootstelling tijdens vervoer (hoofdstuk 6). In dit hoofdstuk is relevante informatie uit dit rapport overgenomen en aangevuld met informatie specifiek voor ambulancezorgprofessionals.

Dit rapport behandelt niet het risico in verband met patiënten met een (actieve) infectieziekte.

De informatie in dit rapport kan nuttig zijn als aanvulling op bestaande decontaminatieprocedures of bij het opstellen hiervan en bij het verzorgen van scholing over deze onderwerpen. Vooral secundaire blootstelling van medische hulpverleners blijkt vaak een onderbelicht onderwerp.

Voor een acute situatie is de belangrijkste informatie samengevat in drie factsheets:

- 'Aandachtspunten bij uitwendige decontaminatie'.
- 'Secundaire blootstelling van hulpverleners en persoonlijke beschermingsmiddelen'.
- 'Risico natriumazide en natriumnitriet'.

Deze factsheets zijn opgenomen als bijlagen bij dit rapport en ook te downloaden op [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) (zoek op 'factsheet').

Voor advies over het risico van de stoffen waarmee een contaminatie heeft plaatsgevonden (voor patiënt en hulpverlener) en de wijze van uitwendige decontaminatie kan worden overlegd met:

- De Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD die in elke veiligheidsregio 24/7 via de regionale meldkamer ambulancezorg (MKA) gealarmeerd kan worden en in een aantal regio's ook direct telefonisch bereikbaar is.
- Het NVIC: 24/7 beschikbaar voor professionele hulpverleners via 088-755 8000. Op de NVIC website [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) is toxicologische informatie te vinden en informatie over radioactieve stoffen en ioniserende straling.

## 2. Uitwendige decontaminatie

Wanneer een chemische of radioactieve stof na een incident op de kleding of de huid van een slachtoffer terecht is gekomen, is het belangrijk deze contaminatie te verwijderen om:

- Lokale inwerking op de huid, bijv. in geval van sterke zuren/basen, te stoppen.
- Absorptie door de intacte huid of door een gecontamineerde wond te voorkomen.
- Verspreiding van de contaminatie te voorkomen:
  - o Naar schone delen van het lichaam van het slachtoffer.
  - o Naar hulpverleners (secundaire contaminatie).
  - o Naar omgeving, ziekenhuis, apparatuur, etc.

In dit hoofdstuk wordt eerst uiteengezet wanneer uitwendige decontaminatie nodig is ([paragraaf 2.1](#)) en hoe een contaminatie kan worden herkend als een patiënt dit zelf niet kan aangeven ([paragraaf 2.2](#)). Vervolgens wordt ingegaan op de meest geschikte decontaminatieprocedure ([paragraaf 2.3](#)). Deze procedure is afhankelijk van de aard van de betrokken stoffen, de omvang van de contaminatie, de medische toestand van de patiënt(en) en het aantal te decontamineren patiënten. Het is niet altijd nodig om 'grootschalige decontaminatie' te starten. Er worden aandachtspunten besproken voor de praktische uitvoering van decontaminatie ([paragraaf 2.4](#)). Ten slotte wordt aangegeven hoe de procedure kan worden aangevuld of aangepast in geval van contaminatie met een radioactieve stof ([paragraaf 2.5](#)), afhankelijk van de omvang van het stralingsincident.

Levensreddende handelingen hebben prioriteit boven decontaminatie. Het risico op het ontwikkelen van gezondheidseffecten door contact met een chemisch of radioactief gecontamineerde patiënt is beperkt voor ziekenhuispersoneel, zelfs als de bescherming van de hulpverlener om welke reden dan ook (nog) niet optimaal is. Zie voor meer informatie [hoofdstuk 4](#).

### 2.1. Wanneer is uitwendige decontaminatie noodzakelijk?

Uitwendige decontaminatie van de patiënt is noodzakelijk in geval van contaminatie door:

- Vaste stof (deeltjes/poeder) op de huid.
- Vloeistof op de huid.
- Neerslaan van aerosolen (druppelnevel) op de huid.
- Condensatie van damp naar vloeistof op de huid (na verdamping uit een vluchtige vloeistof).

Bij [blootstelling van een slachtoffer aan gassen](#) heeft uitwendige decontaminatie bij presentatie in het ziekenhuis weinig tot geen nut, omdat gassen niet of slechts in geringe hoeveelheden in de kleding van de patiënt worden meegedragen.<sup>[cox,hor]</sup>

In het geval van huid- en/of slijmvliesklachten door blootstelling aan irriterende gassen die goed oplossen in water (slijmvliesvocht/transpiratie), zoals chloorgas, kan het (voor het slachtoffer) nodig zijn om de aangedane ogen of huid te spoelen met water. In de praktijk wordt echter voornamelijk irritatie van de ogen en bovenste luchtwegen waargenomen, en deze klachten verminderen snel wanneer het slachtoffer in de frisse lucht wordt gebracht.

Er is een casus bekend van stankklachten in het ziekenhuis bij de ontvangst van slachtoffers die waren blootgesteld aan waterstofsulfidegas (herkenbaar aan de geur van rotte eieren; waterstofsulfide heeft een zeer lage geurdrempel). Direct verwijderen van kleding kan deze overlast grotendeels voorkomen.

## 2.2. Herkennen van een uitwendige contaminatie

Vanuit het incidentgebied moet naar het ziekenhuis duidelijk worden gecommuniceerd over:<sup>[bur]</sup>

- Mogelijke contaminatie met chemische/radioactieve stoffen.
  - o Betrokken stof(fen).
  - o Omvang van de contaminatie en welke lichaamsdelen gecontamineerd zijn.
  - o Uitgevoerde uitwendige decontaminatie: wel/niet/gedeeltelijk.
- Verwachte aantal slachtoffers.
- Medische toestand van de slachtoffers.

Desalniettemin is het waarschijnlijk dat zeer snel na een grootschalig incident individuele slachtoffers zich ook als 'zelfverwijzers' bij het ziekenhuis zullen melden. In de meeste gevallen zal het bij meldingen van contaminatie gaan om één of enkele slachtoffers, bijv. als gevolg van kleinere ongevallen in een thuis- of werkomgeving. Informatie kan worden verkregen van de slachtoffers zelf, waarbij de situatie zorgvuldig moet worden uitgevraagd:

- Welke stoffen zijn vrijgekomen?
- Gaat het om vaste stof (deeltjes/poeder), vloeistof, damp of gas?
- Wat was de bron waaruit de stof(fen) zijn vrijgekomen?
- Is de patiënt blootgesteld/gecontamineerd?
  - o Welke blootstellingroute? (inhalatie, ingestie en/of huidcontact)
  - o Mate van blootstelling?
    - o Concentratie van de stof.
    - o Duur van de blootstelling.
    - o Hoeveelheid bij ingestie.
    - o Grootte van het blootgestelde huidoppervlak.
- Hoe lang geleden heeft de blootstelling plaatsgevonden?
- Is de huid al gedecontamineerd?
- Zijn er gezondheidseffecten? Zo ja, welke en wanneer zijn deze ontstaan?
- Bij een incident met een radioactieve stof is het belangrijk om te achterhalen of alleen uitwendige bestraling (bron op afstand) heeft plaatsgevonden of dat er radioactief materiaal verspreid is, waarbij via huidcontact, ingestie of inhalatie een uitwendige en/of inwendige contaminatie van de patiënt kan hebben plaatsgevonden (paragraaf 4.4).

Indien slachtoffers niet zelf duidelijk kunnen aangeven of er sprake is van een contaminatie, is het voor hulpverleners in het ziekenhuis belangrijk om contaminatie met een chemische of radioactieve stof te herkennen via waarneming of blootstellingsgeschiedenis.<sup>[bur]</sup>

- Waarneming:
  - o Zichtbare contaminatie (vloeistof, poeder of deeltjes) op de kleding of huid.
  - o Geur of prikkeling van de ogen of huid bij hulpverleners. Let op:
    - o Geur is niet altijd een directe indicatie van gevaar.
    - o Afwezigheid van geur betekent niet automatisch dat er geen contaminatie is.
  - o Symptomen van het slachtoffer:
    - o Irritatie van de huid bij contact met irriterende stoffen.
    - o Brandwonden bij contact met corrosieve stoffen.
    - o Kennis van 'toxidromen', indelingen van chemische stoffen op basis van optredende symptomen, is van nut. Er bestaan verschillende indelingen. Een veelgebruikte indeling komt voort uit de Advanced Hazmat Life Support (AHL) cursus.<sup>[ah]</sup> Een voorbeeld van een toxidroom is het 'cholinerg toxidroom' met kenmerkende symptomen als miosis, tranenvloed, speekselvloed, spiertrekkingen en incontinentie voor feces en urine. Dit beeld kan optreden door blootstelling aan organofosfaat insecticiden

- (paragraaf 4.3.1) of aan organofosfaat strijdmiddelen (paragraaf 4.3.2). Zie voor meer informatie en een nuttig stroomschema ook het review artikel 'Toxidrome Recognition in Chemical Weapons Attacks'.<sup>[cio]</sup>
- Na contaminatie met een radioactieve stof is het optreden van stralingsziekte (met eerste symptomen als misselijkheid en braken) niet te verwachten (paragraaf 4.4). Daarnaast worden de eerste effecten op de huid (voorbijgaande roodheid, erytheem of oedeem) bij een hoge huiddosis pas enkele uren na blootstelling gezien. Eventuele snel optredende symptomen zullen in dit geval hoogstwaarschijnlijk een andere oorzaak hebben, zoals angst (misselijkheid) of thermische verbranding van huid. Zie voor meer informatie over het verloop van stralingsziekte het NVIC Rapport 'Triage en eerste opvang van slachtoffers na stralingsincidenten'.<sup>[gro3]</sup>
  - Na blootstelling aan chemische stoffen kunnen de initiële symptomen niet-specifiek zijn: hoofdpijn, misselijkheid en braken worden in de praktijk vaak gemeld.<sup>[gro5]</sup> Deze symptomen kunnen het gevolg zijn van een blootstelling aan bepaalde chemische stoffen, maar kunnen ook (geheel of gedeeltelijk) worden veroorzaakt door:
    - Angst en/of stress.  
Bij (grootschalige) incidenten dient rekening te worden gehouden met het fenomeen 'mass psychological illness', waarbij personen klachten kunnen ervaren zonder dat daadwerkelijke blootstelling aan een gevaarlijke stof heeft plaatsgevonden.
    - Psychologische reactie op het waarnemen van een onaangename geur.<sup>[bur]</sup> Denk hierbij aan contaminatie met oplosmiddelbevattende producten (zoals bestrijdingsmiddelen) of contaminatie met benzine dat na transportongevallen op het slachtoffer kan zijn gelect.
    - Belasting door (te lang) werken in een decontaminatiepak.
  - Het optreden van symptomen bij personen die contact hebben gehad met het slachtoffer (bijv. irritatie van huid, ogen en/of luchtwegen) kan een indicatie zijn dat het het slachtoffer gecontamineerd is.<sup>[ste]</sup>
  - Meerdere slachtoffers met dezelfde symptomen. De '1-2-3 regel':  
Eén slachtoffer: normale procedure. Twee slachtoffers met dezelfde symptomen: voorzichtigheid. Drie slachtoffers met dezelfde symptomen: grote kans op gemeenschappelijke (chemische) blootstelling.
- **Blootstellingsgeschiedenis:**  
Chemische of radioactieve contaminaties kunnen het gevolg zijn van o.a.:
- Bedrijfsongeval (agrarische sector, chemische industrie, (radionucliden)laboratorium, schoonmaak, onderhoud, etc.).
  - Transportongeval (chemische/radioactieve stoffen).
  - Terroristische aanslag.

## 2.3. Meest geschikte decontaminatieprocedure

Veel ziekenhuizen zijn voorbereid op de ontvangst van meerdere patiënten en beschikken over een decontaminatietent of een inpandige decontaminatieruimte, evenals over persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) met een hoge beschermingsgraad.<sup>[gro2]</sup>

Het blijft echter belangrijk om bij de keuze van de decontaminatieprocedure een goede afweging te maken op basis van de specifieke situatie. In de praktijk wordt soms voor één enkel gecontamineerd slachtoffer de procedure voor 'grootschalige decontaminatie' opgestart. Een slachtoffer dat bijv. een zuur of loog over een arm heeft gekregen, kan beter zo snel mogelijk worden gespoeld bij de

dichtstbijzijnde kraan/douche, in plaats van te wachten totdat een decontaminatietent is opgezet.<sup>[clia]</sup> Snelle decontaminatie voorkomt verergering van lokale klachten en verdere opname door de huid.

De meest geschikte decontaminatieprocedure hangt af van:

- Betrokken stoffen (eigenschappen).
  - Bij een vaste stof hangt de procedure af van de mate van contaminatie en de aard van de stof. In gevallen van beperkte contaminatie, voornamelijk op kleding met een relatief ongevaarlijke vaste stof, kan het voldoende zijn om alleen de kleding te verwijderen, eventueel gevolgd door 'droge decontaminatie' ([paragraaf 2.4.1](#)).
  - Bij vloeistofcontaminatie (en uitgebreide contaminatie met een vaste stof) is doorgaans natte decontaminatie ('douchen'; [paragraaf 2.4.2](#)) nodig.
  - Na een uitgebreide contaminatie met een radioactieve stof of bij meerdere slachtoffers na een grootschalig stralingsincident is de decontaminatieprocedure grotendeels gelijk aan die bij contaminatie met een chemische stof. In geval van beperkte lokale contaminatie richt de procedure zich daarnaast op het voorkomen van verspreiding van radioactief materiaal ([paragraaf 2.5](#)).
- Uitgebreidheid van de contaminatie.
  - In geval van een contaminatie van een beperkt huidoppervlak kan (lokale) decontaminatie worden uitgevoerd van een deel van het lichaam, bijv. door alleen de arm af te spoelen onder de kraan of douche.
  - Bij een uitgebreide contaminatie of contaminatie op een voor de patiënt moeilijk zelf te spoelen plaats is decontaminatie door hulpverleners noodzakelijk.
- Medische toestand van de patiënt(en).
  - Niet-ambulante personen worden liggend op een brancard door hulpverleners gedecontamineerd.
- Aantal te decontamineren patiënten.
  - Bij een groot aantal slachtoffers en beperkte capaciteit kunnen ambulante patiënten zelf douchen, mits zij goede instructies ontvangen. Dit verdient de voorkeur boven het (lang) laten wachten van patiënten op natte decontaminatie door hulpverleners.

## 2.4. Aandachtspunten bij uitwendige decontaminatie

Bij uitwendige decontaminatie wordt onderscheid gemaakt tussen kleding verwijderen, droge decontaminatie ([paragraaf 2.4.1](#)) en natte decontaminatie ([paragraaf 2.4.2](#)).

In alle gevallen van chemische of radioactieve contaminatie kan (indien droge contaminatie niet afdoende is) bij natte decontaminatie worden gestart met spoelen met overvloedig lauwwarm water en eventueel wassen met milde zeep. Voor enkele stoffen zijn alternatieve spoelmiddelen een optie ([paragraaf 2.4.3](#)). Deze kunnen worden ingezet zodra deze beschikbaar zijn.

Spoelen van de ogen vereist specifieke aandacht ([paragraaf 2.4.4](#)).

### 2.4.1. Kleding verwijderen en droge decontaminatie

- Bij een uitgebreide contaminatie met stofdeeltjes kan de patiënt tijdens droge decontaminatie worden beschermd met een mondneusmasker (bij voorkeur FFP2) en oogbescherming om inwendige blootstelling te voorkomen.
- Verwijder voorzichtig de gecontamineerde schoenen en kleding.
  - Trek kleding niet over het hoofd uit, maar knip deze voorzichtig open van hoofd naar voeten met behulp van een schaar of 'crashmes'. Vraag (een ambulante) patiënt om op een stuk plastic, bijv. een opengeknipte vuilniszak, te gaan staan, en knip de kleding van achteren open, zodat deze naar voren valt, weg van het gezicht. Vouw het plastic met de vieze schoenen en kleding voorzichtig dicht.



- Wapper niet met kleding om verspreiding van stof tot een minimum te beperken.
- Als kleding aan de huid kleeft, trek deze dan niet los maar week deze los met water.
- Doe gecontamineerde schoenen en kleding in een dubbele plastic zak, sluit deze af en voorzie deze van een label met gegevens van de patiënt.
  - Plaats de zak met gecontamineerd materiaal buiten de verblijfsruimten van personen, bij voorkeur buiten op een aangegeven en controleerbare plaats. Eventueel in een andere goed geventileerde ruimte of in een verre hoek van de kamer.
- Verzamel persoonlijke bezittingen in een aparte plastic zak en voorzie deze van een label met de naam en/of patiëntnummer van de patiënt.
- Verwijder vaste stof (deeltjes/poeder) voorzichtig van de huid ('droge decontaminatie') met vochtige doekjes, gaas, handdoek of een pincet. Het gebruik van een borstel wordt afgeraden vanwege het risico op opwarrelen van vaste stof.
  - Het verwijderen van vaste stof voorkomt dat deze contaminatie tijdens natte decontaminatie over een groter huidoppervlak wordt verspreid, wat mogelijk leidt tot een toename van huidabsorptie door oplossen van de betrokken stof in water.
  - Bij stoffen die reageren met water ([paragraaf 2.4.3](#)) is het verstandig om zoveel mogelijk materiaal te verwijderen voordat wordt gespoeld met overvloedig water.

Let op: de hoeveelheid materiaal die een patiënt met zich meedraagt naar het ziekenhuis is over het algemeen beperkt ([paragraaf 4.1.2](#)). Er zijn echter incidenten bekend waarin een slachtoffer met een uitgebreide contaminatie naar het ziekenhuis is vervoerd, terwijl volgens de gangbare werkwijze ernstig gecontamineerde kleding vóór vervoer moet worden verwijderd. Dit leidde tot (stank)klachten bij ambulancezorgprofessionals en ziekenhuispersoneel na bijv. contaminaties met mest uit een gierput en benzine na transportongevallen. In deze situaties is het verstandig om ernstig gecontamineerde kleding (buitenste laag) zo mogelijk al te verwijderen voordat verdere decontaminatie in een binnenruimte van de spoedeisende hulp plaatsvindt.

#### **2.4.2. Natte decontaminatie**

- Was na het ontkleden en eventuele droge decontaminatie de gecontamineerde huiddelen met overvloedig lauwwarm water en gebruik bij niet-wateroplosbare stoffen ('water loopt in parels over de huid') een milde zeep.
  - Spoel in de richting van hoofd naar voeten (bij lokale contaminatie, zie onder).
  - Besteed extra aandacht aan het spoelen van haren, nagels en huidplooien.
  - Bij het wassen van gecontamineerde haren: spoel water weg van ogen, neus, mond.
  - Een contaminatie van een wond vereist specifieke aandacht en heeft prioriteit boven decontaminatie van de intacte huid.
- Begin altijd zo snel mogelijk met spoelen met water en gebruik eventueel een milde zeep. Zie [paragraaf 2.4.3](#) voor informatie over alternatieve spoelmiddelen die bij sommige stoffen voor decontaminatie gebruikt kunnen worden.
- Gebruik lauwwarm water (32-35°C):
  - Indien te warm: toename van bloedtoevoer naar de huid, wat mogelijk leidt tot een verhoogde opname van de stof.
  - Indien te koud: gevaar van onderkoeling, vooral in geval van een decontaminatietent buiten bij koud weer en bij kinderen. Als alleen koud water beschikbaar is nabij het incidentgebied, kan het de voorkeur hebben om ter plekke kleding te verwijderen en droog te decontamineren en later op een geschikte locatie natte decontaminatie uit te voeren.
- Gebruik een zachte straal om aerosolvorming en vervolgens inhalatie hiervan te voorkomen.
- Voorkom beschadigen van de huid (kan inwendige contaminatie veroorzaken door opname):
  - Gebruik geen harde borstel.
  - Schrob niet te hard.

- Door bij corrosiva (zuren of basen) geruime tijd te spoelen (minimaal 30 minuten) met lauwwarm stromend water kan de ernst van de lokale effecten aanzienlijk worden verminderd. In plaats van tweede- of derdegraads letsel ontstaat mogelijk alleen een eerstegraads chemische dermatitis. Het effect hiervan is afhankelijk van het moment waarop met spoelen is begonnen. Indien direct na blootstelling (binnen enkele seconden) wordt gespoeld, voorkomt dit penetratie in de huid en treedt vaak geen schade op. Indien langer wordt gewacht en de stof al in de huid is gedrongen, is langdurig spoelen essentieel om verdere schade te beperken.
- Bij lokale contaminatie:
  - Bij een chemische contaminatie van een beperkt huidoppervlak, zoals een arm, kan het gecontamineerde lichaamsdeel eenvoudig worden afgespoeld onder een kraan.
  - Was de huid met overvloedig water en vermijd afspoelen langs het lichaam om te voorkomen dat de contaminatie over een groter huidoppervlak wordt verdeeld. Houd het gecontamineerde gebied zo klein mogelijk, vooral bij stoffen die goed door de huid worden geabsorbeerd.
  - Spoel wonden uit met water, Ringerlactaat of een fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%).
- Opvangen van verontreinigd spoelwater:
  - Indien mogelijk heeft het de voorkeur om verontreinigd spoelwater op te vangen. Is opvang echter niet mogelijk, dan zijn geen milieu- of gezondheidsrisico's te verwachten door lozing op het riool vanwege de beperkte hoeveelheid materiaal dat de slachtoffers meedragen en de grote verdunning.
- Wanneer is de huid voldoende gedecontamineerd?  
Het is lastig te bepalen of een chemische contaminatie voldoende is verwijderd door decontaminatie.
  - Alle zichtbare contaminatie moet in ieder geval verwijderd zijn.
  - In geval van een contaminatie met zuren/basen kan eventueel controle met pH-papier op de voorheen gecontamineerde huiddelen worden uitgevoerd.
  - Bij slecht in water oplosbare stoffen kan het ontbreken van parels op de huid bij spoelen met uitsluitend water een indicatie zijn van voldoende verwijdering.
  - De lokale effecten van irriterende of corrosieve stoffen, zoals roodheid, pijn, blaren en verbranding blijven ook na volledige decontaminatie aanwezig.

### 2.4.3. Welk spoelmiddel bij natte decontaminatie

'Eerst water, de rest komt later' geldt in alle gevallen van chemische of radioactieve contaminatie.

Bij vaste stoffen die exotherm reageren met water (vrijkomen van warmte, explosiegevaar) is het verstandig om eerst via 'droge decontaminatie' zoveel mogelijk deeltjes/poeder voorzichtig van de huid te verwijderen (paragraaf 2.4.1). Daarna moet alsnog worden gewassen met overvloedig water.

Zelfs als niet bekend is of het om een stof gaat die reageert met water, kan er gespoeld worden met overvloedig lauwwarm water, omdat hierbij een eventuele reactie niet tot extra risico's voor de patiënt leidt. Als er niet wordt gespoeld met water, zullen dergelijke stoffen uiteindelijk toch reageren met het water op de huid (zweet) en in de huid (bij beschadiging). Hierbij kan lokaal een veel hogere concentratie worden bereikt, wat meer schade kan veroorzaken dan bij spoelen met een overmaat aan stromend water.

Stoffen die (sterk) kunnen reageren met water zijn o.a.:

- Elementair natrium, kalium, lithium, cesium, rubidium, magnesium, zwavel, strontium, titanium, uranium, yttrium, zink, zirkonium.<sup>[cox]</sup>
- Calciumoxide ('ongebluste kalk').
- Chloorsulfonzuur.

- Titaniumtetrachloride.
- Geconcentreerde zuren en logen.

#### Alternatieven voor water:

Stoffen die slecht oplosbaar zijn in water (waarbij 'water in parels over de huid loopt') kunnen vaak effectiever worden verwijderd door wassen met een milde zeep en spoelen met lauwwarm water. Dit kan vaak sneller worden gerealiseerd dan de inzet van alternatieve spoelvloeistoffen.

In geen geval mag de decontaminatie met overvloedig water worden uitgesteld tot een alternatief spoelmiddel voorhanden is. In dat geval wordt gestart met water en milde zeep en kan daarna het alternatieve spoelmiddel alsnog worden gebruikt, zoals:

- Polyethyleenglycol (PEG) voor stoffen die slecht oplosbaar zijn in water.
  - o Bij huidcontaminatie met fenol: dep de huid met PEG of PEG/ethanol mengsel (70:30)<sup>[che]</sup> tot er geen fenolgeur meer waarneembaar is. Vermijd afspoelen langs het lichaam om te voorkomen dat fenol over een groter huidoppervlak wordt verdeeld, waardoor de absorptie kan toenemen.
- Voor monochloorazijnzuur: dompel de gecontamineerde huid direct in een 3-5% natriumbicarbonaatoplossing (als een noodbad op het bedrijfsterrein klaar staat voor gebruik).

Het NVIC ziet geen voordelen in het gebruik van commercieel verkrijgbare spoelmiddelen zoals hexafluorine of Diphoterine. De mate van schade wordt voornamelijk bepaald door de tijd dat de stof op de huid blijft. Hoe sneller er wordt gespoeld, hoe minder weefselschade er optreedt, ongeacht de spoelvloeistof. Er zijn mogelijk situaties waarin met name oogspoelflesjes met deze spoelmiddelen handig kunnen zijn, bijvoorbeeld wanneer er geen kraan in de buurt is en de flesjes bij de werkplek kunnen worden opgehangen, of wanneer een werknemer ze bij zich kan dragen. Echter, in deze gevallen wordt aanvullend spoelen met overvloedig water wel aanbevolen.

#### Niet gebruiken:

- Oplosmiddelen zoals aceton, benzeen, diesel of terpentijn. Dit kan lokale schade verergeren.
- 'Neutraliserende' verbindingen.
  - o Bij het toevoegen van een zuur aan een alkalische contaminatie (of andersom) kan warmte vrijkomen bij de optredende chemische reactie (exotherme reactie), waardoor thermisch letsel kan ontstaan. Bovendien is dit zeer moeilijk te titreren naar een neutrale pH-waarde, waardoor onbedoeld extra schade kan worden veroorzaakt.
  - o Het nut van het spoelen van de huid met een natriumhypochloriet oplossing ('bleek') om chemische stoffen te neutraliseren, is twijfelachtig.<sup>[chi]</sup>
- Gebruik geen handlotions op alcoholbasis voor decontaminatie. Dit kan mogelijk voor sommige stoffen, zoals opioïden, de absorptie via de huid verhogen.<sup>[lyn,mos]</sup>

#### **2.4.4. Spoelen van de ogen**

- Verwijder contactlenzen, indien dit makkelijk gaat.
- Spoel de ogen gedurende minstens 15-30 minuten met lauwwarm water, Ringerlactaat of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%) (gebruik geen alternatieve spoelmiddelen zoals gemeld in [paragraaf 2.4.3](#)).
  - o Spreid de oogleden om de conjunctivae goed te kunnen spoelen.
  - o Gebruik indien nodig een lokaal anestheticum of een oogspeculum om de oogleden open te houden. Bij toediening van een lokaal anestheticum dient men er zeker van te zijn dat er geen ruptuur is opgetreden van de oogbol.<sup>[had]</sup>
  - o Spoel het water vanuit de binnenste ooghoek naar buiten. Voorkom dat de contaminatie via de traanafvoerbuïs (binnenste ooghoek) naar de neus en keel loopt.
  - o Overweeg het gebruik van een 'Morgan lens' voor het spoelen van het oog.
  - o Gebruik geen harde straal, omdat dit bestaand letsel kan verergeren.

Als klachten na het spoelen blijven bestaan, consulteer dan direct een oogarts.

#### Bij blootstelling aan corrosieve stoffen:

- Bij ernstig oogletsel kan het van belang zijn het spoelen in het ziekenhuis gedurende enige uren te continueren. Het verdere medisch beleid bij voorkeur in overleg met een oogarts.
- Overweeg de pH-waarde van de oculaire vloeistof te bepalen. Indien de pH-waarde circa 7 bedraagt, kan gestopt worden met spoelen, tenzij door zuren of basen ernstig oogletsel is opgetreden. In dat geval dient, onafhankelijk van de gemeten pH-waarde van de oculaire vloeistof, gedurende enkele uren gespoeld te worden.<sup>[had]</sup>

## 2.5. Aandachtspunten bij radioactieve contaminatie

Na een uitgebreide radioactieve contaminatie of in geval van meerdere gecontamineerde slachtoffers door een grootschalig stralingsincident waarbij volledige decontaminatie nodig is ('vuile bom' scenario), is de decontaminatieprocedure grotendeels gelijk aan de procedure bij een chemische contaminatie. Het belangrijkste is om de radioactieve stof op de patiënt(en) te verwijderen. Het voorkómen van verspreiding naar de omgeving is van ondergeschikt belang.

#### Extra aandachtspunten in geval van een radioactieve contaminatie.<sup>[rem,rea,ncr,tmt]</sup>

- In de triage bij aankomst bij het ziekenhuis kan (de mate en de locatie van) contaminatie worden bepaald door te meten met een besmettingsmonitor. Neem voor assistentie contact op met de stralingsdeskundige (zoals klinisch fysicus, stralingsbeschermingsdeskundige, toezichthoudend medewerker stralingsbescherming of nucleair geneeskundige).
- In afwachting van decontaminatie (in geval van meerdere slachtoffers): laat gecontamineerde personen niet roken/eten/drinken om inwendige contaminatie te voorkomen.
- Gecontamineerde kleding, persoonlijke voorwerpen, materiaal gebruikt bij decontaminatie:
  - Voorzie dubbele afgesloten zakken met kleding en persoonlijke voorwerpen van een label waarop naast de patiëntgegevens ook 'Radioactief gecontamineerd' staat.
  - Gecontamineerde kleding kan later gebruikt worden voor een dosisschatting.
  - Verzamel het overige materiaal dat is gebruikt (sponzen e.d.) ook in een dubbele afgesloten plastic zak en voorzie deze van een label 'Radioactief gecontamineerd'.
  - Het is niet nodig dit radioactief gecontamineerd materiaal af te schermen met lood. Dit kan wel nodig zijn bij radioactieve scherven (bijv. door ontploffing van een 'vuile bom'), zie onder bij 'decontaminatie van wonden'.
  - Bewaar gecontamineerde kleding en materialen buiten de verblijfsruimten van personen, als het niet direct wordt afgevoerd.
- Persoonlijke hulpmiddelen zoals bril en gehoorapparaat kunnen na decontaminatie aan de patiënt terug worden gegeven. Maak een gehoorapparaat schoon met vochtige doekjes.
- Uitgebreide contaminatie van bovenlichaam waardoor mogelijk inhalatieblootstelling:
  - Neem in ieder neusgat een monster af ('neuswat').
    - Gebruik voor ieder neusgat een apart vochtig wattenstaafje (draai deze een aantal malen rond) en bewaar de staafjes gescheiden in plastic testbuisjes of zakjes, gelabeld met 'Radioactief gecontamineerd' en patiëntgegevens.
    - Meting van de activiteit van de monsters geeft een eerste indicatie van (de mate van) inwendige blootstelling. Aanwezigheid van activiteit in slechts één van de monsters (of een groot verschil tussen de monsters) suggereert een niet-inhalatoire bron van contaminatie (neus aanraken met gecontamineerde vingers). De afwezigheid van activiteit kan inhalatieblootstelling niet geheel uitsluiten (ademhaling door mond tijdens zwaar werk, verstopte neus e.d.).
    - Indien door een groot aantal slachtoffers het individueel afnemen van monsters niet mogelijk is, kan als alternatief aan de slachtoffers worden



Belangrijke aandachtspunten bij decontaminatie van wonden:

- Radioactieve scherven (door ontploffing van een 'vuile bom'):
  - Verwijder scherven/deeltjes met een lange pincet (door de grotere afstand vermindert de stralingsdosis voor de hulpverlener).
  - Bewaar het materiaal in een plastic zakje, gelabeld met 'Radioactief gecontamineerd', monsternamelocatie en gegevens van de patiënt.
  - Bij hogere radioactiviteit heeft opslag in een loodpot de voorkeur. Overleg hiervoor met de afdeling nucleaire geneeskunde of stralingsbeschermingsdienst van het ziekenhuis.
- Spoel wonden uit met lauwwarm water, Ringerlactaat of fysiologische zoutoplossing (NaCl 0,9%), waarbij het spoelwater wordt opgevangen. In geval van wondcontaminatie met plutonium of americium kan een DTPA (di-ethyleentriaminepenta-azijnzuur) oplossing als spoelmiddel worden gebruikt. DTPA bindt aan specifieke radioactieve stoffen en wordt ook als chelator gebruikt na inwendige contaminaties. Een voorraad DTPA is aanwezig in de 'calamiteitenvoorraad' van het RIVM en kan worden uitgegeven via het NVIC.
- Voer adequaat wondtoilet uit, vooral in geval van (gemeten) restcontaminatie.

De procedures voor het verwijderen van gecontamineerde kleding op een behandelafel of brancard, decontaminatie van een beperkt huidoppervlak, en decontaminatie van wonden, worden beknopt in beeld gebracht in de REAC/TS handleiding 'The medical Aspects of Radiation Incidents pocket guide'.<sup>[rea]</sup>

# 3. Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) in het ziekenhuis

Het is belangrijk dat ziekenhuispersoneel beschikt over adequate persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) om blootstelling aan gevaarlijke stoffen door contact met een gecontamineerde patiënt te voorkomen.

In dit hoofdstuk wordt allereerst aandacht besteed aan maatregelen die kunnen worden genomen om verhoogde blootstelling van ziekenhuispersoneel te voorkomen ([paragraaf 3.1](#)). Vervolgens worden de benodigde PBM in geval van een chemische contaminatie ([paragraaf 3.2](#)) en in geval van een radioactieve contaminatie ([paragraaf 3.3](#)) besproken. Voor de praktijk is de belangrijkste vraag: in welke situaties is het noodzakelijk om uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) te gebruiken.

Samenvattend blijkt uit literatuuronderzoek en casuïstiek van het NVIC dat in de meeste situaties de PBM die hulpverleners al dragen (bescherming tegen direct huidcontact) volstaan om gezondheidseffecten door secundaire blootstelling te voorkomen. Dit geldt ook als patiënten zijn gecontamineerd met zeer toxische stoffen. Als secundaire toxiciteit wel optrad, dan waren symptomen mild en reversibel van aard. Bovendien deden zich hierbij vaak uitzonderlijke omstandigheden voor die voorkomen hadden kunnen worden ([paragraaf 3.1](#)). Levensreddende handelingen kunnen altijd doorgang vinden, zelfs als de bescherming van de hulpverlener nog niet optimaal is ([hoofdstuk 4](#)).

## Beleid in Nederlandse ziekenhuizen

Hoewel in dit hoofdstuk wordt aangegeven wanneer uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) nodig zijn en wanneer niet, kan een ziekenhuis hier in haar beleid van afwijken. In de praktijk merkt het NVIC dat ziekenhuizen vaak eerder geneigd zijn om uitgebreide PBM toe te passen of voorschrijven om deze altijd te gebruiken. Er is op zichzelf niets mis met uitgebreide bescherming, maar deze aanpak mag niet leiden tot vertraging of belemmering van levensreddende handelingen.

Een eenvoudig halfgelaatsmasker, zoals aangeraden in de leidraad 'Acute ziekenhuiszorg na IGS',<sup>[naz]</sup> kan snel worden opgezet. Laagdrempelige toepassing kan in sommige situaties ook hinder door geur en gerelateerde gezondheidsklachten voorkomen. Voorwaarde is wel dat de maskers gemakkelijk toegankelijk zijn. Het aantrekken van een volledige uitrusting met een zwaardere beschermingsgraad, zoals een PAPR-uitrusting (volledig afgesloten pak met aanblaasunit), zal daarentegen meer tijd in beslag nemen. Als daarbij ook chemicaliënbestendige butyl handschoenen worden gebruikt, is het belangrijk om te realiseren dat medische handelingen zoals intubatie en het aanleggen van een infuus moeilijker uitvoerbaar zijn vanwege de dikte van het materiaal. Dit kan resulteren in een suboptimale behandeling van de patiënt.

Ziekenhuizen die een strikter PBM beleid hanteren, dienen zich bewust te zijn van het feit dat het risico van secundaire blootstelling klein is en moeten dit duidelijk communiceren naar hun medewerkers. Anders kan het gebruik van uitgebreide PBM geassocieerd worden met een hoog risico voor de eigen gezondheid als deze middelen niet worden ingezet. De mogelijke angst voor secundaire blootstelling kan leiden tot het nemen van buitenproportionele maatregelen of het uitstellen van het verlenen van zorg. Daarnaast kan dit beleid onrust veroorzaken bij ambulancezorgprofessionals, die gecontamineerde patiënten veelal zonder uitgebreide PBM vervoeren en vervolgens worden geconfronteerd met ziekenhuispersoneel dat wel uitgebreide PBM draagt.

## 3.1. Blootstelling beperken

In de praktijk zijn gezondheidseffecten bij ziekenhuispersoneel vaak het gevolg van uitzonderlijke omstandigheden die de blootstelling verhogen (paragraaf 4.1.1).<sup>[gro5]</sup> Bij het waarnemen van een onaangename geur is het voorgekomen dat een patiënt werd geïsoleerd in een slecht geventileerde ruimte of dat de ventilatie op de spoedeisende hulp werd uitgezet. Deze maatregelen verhogen de concentratie van de stof in de ruimte, wat leidt tot een hogere blootstelling van ziekenhuispersoneel.

Blootstelling van hulpverleners kan worden beperkt door de volgende maatregelen te nemen:

- Behoud een goede ventilatie, vooral wanneer er sprake is van vluchtige vloeistoffen.
  - Schakel de ventilatie niet uit.
  - Vermijd isolatie van een patiënt in een slecht geventileerde ruimte.
  - De ventilatie in een decontaminatieruimte en een gebruikelijke behandelkamer op de spoedeisende hulp is voldoende.
- Verwijder kleding voorzichtig om opdarren van vaste stof (deeltjes/poeder) te voorkomen.
- Ruim braaksel of maaginhoud na maagspoeling snel en volledig op om mogelijke inhalatieblootstelling door verdamping van vluchtige stoffen of gasvorming te voorkomen.
- Direct huidcontact met een gevaarlijke stof zal bij normale hygiënische voorzorgsmaatregelen worden voorkomen. Als een hulpverlener toch rechtstreeks huidcontact heeft, dient de blootgestelde huid onmiddellijk te worden gespoeld met overvloedig water (gebruik eventueel milde zeep). Huidblootstelling kan worden veroorzaakt door:
  - Contact met gecontamineerde huid of kleding van de patiënt.
  - Contact met braaksel of andere excreta van de patiënt.
- Vermijd mond-op-mond-beademing en maak gebruik van masker-ballon-ventilatie bij inname van een gevaarlijke stof door een patiënt. Dit voorkomt blootstelling aan:
  - Chemicaliën in de uitademingslucht van de patiënt (hoewel het risico klein is, aangezien de hulpverlener uitademt).
  - Chemicaliën die aanwezig kunnen zijn op de lippen en rond de mond van de patiënt.
- Over het algemeen is de hoeveelheid materiaal die een patiënt met zich meedraagt naar het ziekenhuis beperkt (paragraaf 4.1.2). Er zijn echter incidenten bekend waarbij een slachtoffer met een uitgebreide contaminatie naar het ziekenhuis is vervoerd zonder dat kleding, volgens de gangbare werkwijze, vooraf werd verwijderd. Dit heeft geleid tot (stank)klachten bij hulpverleners na contaminaties met bijv. mest uit een gierput en benzine na transportongevallen. Ook na blootstelling van het slachtoffer aan sterk stinkende gassen zoals waterstofsulfidegas kan geurhinder optreden. In dergelijke uitzonderlijke situaties is het verstandig om kleding (buitenste laag) indien mogelijk buiten al te verwijderen voordat verdere decontaminatie in een binnenruimte van de spoedeisende hulp plaatsvindt.
- In de literatuur is personeelsrotatie, bijv. elke tien tot twintig minuten, beschreven wanneer milde klachten optraden. Hoewel hoge concentraties gevaarlijke stoffen met de genomen maatregelen (zoals in deze paragraaf beschreven) zouden moeten worden voorkomen, kunnen hulpverleners toch klachten ervaren, zoals misselijkheid en hoofdpijn, door onaangename geuren, bijv. afkomstig van oplosmiddelen. In deze situatie kan het werken in wisseldiensten een oplossing bieden, maar het is praktischer om in dat geval gebruik te maken van adembescherming, bij voorkeur een snel op te zetten halfgelaatsmasker.
- Alleen in geval van radioactieve stoffen:  
Het handhaven van afstand tot de patiënt zal de opgelopen stralingsdosis verminderen. Dit principe volgt de kwadratenwet, wat betekent dat de stralingsdosis omgekeerd evenredig is aan het kwadraat van de afstand. Met andere woorden, als de afstand tot de stralingsbron twee keer zo groot wordt, zal de stralingsdosis met een factor vier afnemen (bij een drievoudige afstand is de factor negen, etc.). Afstand houden is vooral belangrijk bij het verwijderen van radioactieve scherven uit wonden (gebruik hiervoor lange pincetten).



## 3.2. PBM bij patiënt gecontamineerd met chemische stof

Op basis van de mate van contaminatie van de patiënt, de toxiciteit en de fysische eigenschappen van de betrokken stof(fen), de verwachte duur van de blootstelling en de blootstellingsroute van de hulpverleners, kunnen de benodigde persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) worden bepaald.

Voor de praktijk kan onderscheid worden gemaakt in:

- Standaard PBM (paragraaf 3.2.1)  
In dit rapport samengevat als: 'handschoenen, schort, mondneusmasker, oogbescherming'. Deze beschermingsmiddelen voorkomen direct contact met de chemicaliën, zijn standaard bij ziekenhuizen aanwezig en zijn snel toe te passen. Dit is vergelijkbaar met de behandeling van patiënten besmet met Covid-19 of het toepassen van het MRSA-protocol.
- Uitgebreide PBM (paragraaf 3.2.2)  
In dit rapport samengevat als: 'adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen'. Het belangrijkste verschil met standaard PBM is dat adembescherming met een combinatiefilter wordt toegepast om te beschermen tegen gas/damp (en daarnaast ook stofdeeltjes). Als een halfgelaatsmasker wordt gebruikt, moet aanvullende oogbescherming worden gedragen. Daarnaast worden een vloeistofdichte en chemicaliënbestendige 'overall' of spatschort en nitril handschoenen gedragen. Ziekenhuizen moeten voorbereidingen treffen (aanschaf, oefenen; zie aanbevelingen in paragraaf 5.1) om dit toe te kunnen passen.

Bescherming van hulpverleners in het ziekenhuis hoeft niet verder te gaan dan bovengenoemde beschermingsgraad.<sup>[geo,hol,bak]</sup> Het dragen van een volledig ondoordringbaar gaspak met perslucht, zoals soms door de brandweer in het incidentgebied wordt gebruikt om primaire blootstelling aan de bron te vermijden, is niet nodig bij decontaminatie en/of behandeling in het ziekenhuis waar alleen een kans op secundaire blootstelling bestaat (de patiënt is de bron).

Na volledige decontaminatie (zonder restcontaminatie), kan de patiënt door hulpverleners zonder speciale PBM (normale werkkleding) verder worden behandeld.

### 3.2.1. Standaard PBM

Normale hygiënische voorzorgsmaatregelen en standaard PBM (handschoenen, schort, mondneusmasker, oogbescherming) bieden voldoende bescherming bij chemische contaminaties van een enkele patiënt door een incident met een chemische stof in een thuis- of werkomgeving. Medische handschoenen (bij voorkeur nitril) en schort of bedekkende werkkleding met lange mouwen voorkomen direct huidcontact met de chemische stof. Het dragen van een mondneusmasker (bij voorkeur FFP2), oogbescherming (spatbril) en muts worden aanbevolen in geval van uitgebreide contaminatie met stofdeeltjes. Bij (gedeeltelijke) natte decontaminatie wordt het dragen van (spat)waterdichte beschermende kleding, bijv. een plastic spatschort met lange mouwen, en oogbescherming (spatbril) aangeraden. Het is goed om te weten dat een FFP2-masker (richtlijn EN149) overeenkomt met een N95-masker volgens Amerikaanse 'N95-norm'.

Standaard PBM zijn voldoende in de volgende gevallen:

- Contaminatie van de patiënt met:
  - Vaste stoffen (deeltjes/poeder), zoals het irriterende bestanddeel in traangas of pepperspray (paragraaf 4.2.2.1), asbest of metalen in poedervorm.
  - Weinig vluchtige stoffen, zoals zuren en logen (direct huidcontact; paragraaf 4.2.1).
  - Vluchtige chemicaliën in consumenten- en professionele producten, als gevolg van een ongeluk tijdens gebruik of door braken na inname van het product.

Voorbeelden hiervan zijn oplosmiddelbevattende producten (paragraaf 4.2.3.1), zoals bestrijdingsmiddelen (paragraaf 4.3.1) (actieve stof weinig vluchtig).

- Restcontaminatie van de huid met toxische vluchtige stoffen, indien de kleding al is verwijderd voordat de patiënt in het ziekenhuis arriveert.
- Vrijkomen van giftige gassen uit de maag, die zijn ontstaan door contact van de ingenomen stof met water/maagzuur, of die aanwezig zijn in de uitademingslucht na absorptie, zoals fosfideverbindingen (paragraaf 4.3.3), natriumazide (paragraaf 4.3.4) of cyanideverbindingen (paragraaf 4.3.5).

Hoewel een mondneusmasker geen bescherming biedt tegen dampen/gassen, is de hoeveelheid die in bovenstaande gevallen vrijkomt zeer beperkt, en leidt secundaire blootstelling over het algemeen niet tot gezondheidseffecten bij hulpverleners (hoofdstuk 4). Bij het gebruik van deze 'standaard PBM' is het belangrijk om altijd maatregelen te treffen om mogelijke inhalatieblootstelling van hulpverleners te beperken (paragraaf 3.1).

### 3.2.2. Uitgebreide PBM

Uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) kunnen worden overwogen in de volgende gevallen:

- Uitgebreide contaminatie met een (zeer) toxische vluchtige stof (kleding niet verwijderd).
  - In de praktijk zal het zelden voorkomen dat een slachtoffer een dergelijke contaminatie met zich meedraagt naar het ziekenhuis (paragraaf 4.1.2). Een vluchtig strijdmiddel zoals sarin wordt gezien als een reëel (maar beperkt) risico.<sup>[geo]</sup>
- Triage en volledige decontaminatie van meerdere slachtoffers.
  - Ook bij minder gevaarlijke contaminaties kan de blootstelling van hulpverleners toenemen door langdurig contact met meerdere gecontamineerde slachtoffers.

Dit scenario zal zich waarschijnlijk alleen voordoen als gevolg van grootschalige industriële- of transportincidenten of terroristische aanslagen.

In sommige situaties kan adembescherming met combinatiefilter ook worden overwogen om hinder door geur en gerelateerde gezondheidsklachten te voorkomen.

Uitgebreide PBM bestaan in deze bovengenoemde weinig voorkomende gevallen uit: <sup>[hic,cox]</sup>

- Adembescherming met combinatiefilter dat bescherming biedt tegen gas/damp en stofdeeltjes, bijv. in een halfgelaatsmasker.
- Handschoenen.
  - Bij voorkeur: nitril handschoenen. Deze bieden een goede balans tussen gebruiksvriendelijkheid en bescherming. Ze zijn dun en flexibel genoeg om medische handelingen te kunnen uitvoeren en bieden voor de meeste stoffen een hogere weerstand tegen chemicaliën dan latex handschoenen.
  - Butyl handschoenen geven een betere bescherming tegen chemicaliën, maar zijn minder gebruiksvriendelijk (stugger en dikker), waardoor medische handelingen zoals intuberen en het aanleggen van een infuus moeilijker uit te voeren zijn.
  - Latex handschoenen bieden beperkte bescherming tegen chemische stoffen.
- Oogbescherming (indien een halfgelaatsmasker wordt gebruikt): spatbril.
- Vloeistofdichte en chemicaliënbestendige beschermende kleding: 'overall' of schort. De aanwezigheid van een dubbele manchet voor een goede afsluiting tussen de mouwen en handschoenen heeft de voorkeur. Afdichten van overgangen met tape is minder praktisch.
- Eventueel een muts, indien deze geen onderdeel is van de 'overall'.
- Overschoenen of laarzen.

In de leidraad 'Acute ziekenhuiszorg na IGS<sup>[naz]</sup>' wordt een praktische set PBM aangeraden die voldoende bescherming biedt, snel kan worden aangetrokken, en hulpverleners niet belemmert bij het uitvoeren van medische handelingen.

### 3.3. PBM bij patiënt gecontamineerd met een radioactieve stof

Normale hygiënische voorzorgsmaatregelen en standaard PBM (handschoenen, schort, mondneusmasker, oogbescherming) bieden voldoende bescherming voor de hulpverlener bij behandeling en decontaminatie van een patiënt die is gecontamineerd met radioactief materiaal. Het gebruik ervan voorkomt huidcontaminatie door direct contact en inwendige contaminatie door inhalatie van radioactief materiaal (als stofdeeltjes). Dit is vergelijkbaar met behandeling van patiënten besmet met Covid-19 of met het toepassen van het MRSA-protocol.

Indien de tijd en de toestand van de patiënt dit toelaten (en anders direct na levensreddende handelingen), heeft de volgende complete uitrusting de voorkeur:<sup>[rea]</sup>

- FFP2 adembeschermingsmasker.
- Oogbescherming: spatbril.
- Dubbele handschoenen (latex of nitril).
  - Eén paar handschoenen wordt uitgedaan nadat de kleding is weggeknipt en voordat de patiënt op de brancard moet worden 'omgerold'.
- Vloeistofdichte en chemicaliënbestendige beschermende kleding: spatschort met lange mouwen of 'overall'. De aanwezigheid van een dubbele manchet voor een goede afsluiting tussen de mouwen en handschoenen heeft de voorkeur. Afdichten van overgangen met tape is minder praktisch.
- Muts (indien geen onderdeel van de 'overall').
- Overschoenen of laarzen.
- In samenspraak met de stralingsdeskundige (zoals klinisch fysicus, stralingsbeschermingsdeskundige, toezichhoudend medewerker stralingsbescherming of nucleair geneeskundige) kan eventueel een persoonsdosimeter verstrekt worden voor het monitoren van de stralingsdosis. Dit hoeft niet voor alle betrokkenen te gebeuren, maar voor één of enkele representatieve personen. Deze metingen kunnen helpen om eventuele zorgen over de ontvangen stralingsdosis in perspectief te plaatsen.

Let op: het is voor de hulpverlener niet nodig om afschermende maatregelen te nemen, zoals het dragen van een loodschort. De mogelijk opgelopen stralingsdosis voor hulpverleners is zeer beperkt (zie [paragraaf 4.4](#)).

Bij grootschalige decontaminatie van meerdere slachtoffers (bijv. in het geval van een aanslag met een vuile bom), kan de decontaminatieprocedure voor een grootschalig chemisch incident worden toegepast. De uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige kledingbescherming en handschoenen) die in dat geval worden gebruikt ([paragraaf 3.2.2](#)), bieden meer dan voldoende bescherming voor de omgang met radioactief gecontamineerde patiënten.

Na volledige decontaminatie (en zodra via een meting is vastgesteld dat restcontaminatie is uitgesloten of voldoende beperkt), kan de patiënt door hulpverleners zonder speciale PBM (normale werkkleding) verder worden behandeld.

## 4. Risico hulpverleners in het ziekenhuis

Secundaire blootstelling aan een chemische of radioactieve stof kan zich voordoen wanneer er contact is met een gecontamineerde patiënt die nog niet is gedecontamineerd. Secundaire blootstelling kan ook optreden na inname door de patiënt van bepaalde verbindingen, als giftige gassen uit de maag van de patiënt vrijkomen of aanwezig zijn in de uitademingslucht.

In dit hoofdstuk wordt toegelicht welk risico een hulpverlener in het ziekenhuis loopt bij behandeling en decontaminatie van een chemisch gecontamineerde patiënt ([paragraaf 4.1](#)). Vervolgens wordt dieper ingegaan op de diverse routes van secundaire blootstelling ([paragraaf 4.2](#)). Een aantal chemische stoffen, waarover relatief vaak onrust ontstaat, wordt uitgebreid besproken ([paragraaf 4.3](#)). Hierbij worden meldingen van gezondheidsklachten door secundaire blootstelling in de literatuur in perspectief geplaatst. Tot slot wordt het risico van een radioactief gecontamineerde patiënt behandeld ([paragraaf 4.4](#)). Veel van de informatie over secundaire blootstelling in dit hoofdstuk is gebaseerd op een [artikel](#)<sup>[gro5]</sup> dat door het NVIC is gepubliceerd in het tijdschrift Clinical Toxicology.

Samenvattend is het risico van secundaire blootstelling van de hulpverlener geen reden om levensreddende zorg uit te stellen. Indien er tijd beschikbaar is, of anders direct na levensreddende handelingen, kunnen indien nodig de persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) van de hulpverlener worden uitgebreid, zoals beschreven in [hoofdstuk 3](#).

### Buitenproportionele maatregelen moeten worden voorkomen

De toegenomen aandacht voor de eigen veiligheid en de verbeterde beschikbaarheid van uitgebreide PBM voor de opvang van (meerdere) chemisch en/of radioactief gecontamineerde slachtoffers kan leiden tot een overschatting van het risico bij kleinschalige incidenten.

Het is belangrijk om bewust te zijn van het beperkte risico omdat een overschatting van het risico van secundaire blootstelling tot buitenproportionele maatregelen kan leiden, zoals:

- Mogelijk vertraagde of suboptimale behandeling van een gecontamineerde patiënt.
- Verstoring van zorg aan andere patiënten in geval van evacuatie van de spoedeisende hulp.
- Het werken in onnodig belastende PBM voor de hulpverleners.

Meldingen aan het NVIC die dit illustreren: <sup>[gro,gro4,gro5,lee]</sup>

- Een persoon kreeg bij een bedrijfsongeval een bijtende vloeistof over een been, douchte thuis en meldde zich vervolgens op de spoedeisende hulp. De behandelend arts ondervond lichte ademhalingsklachten, wat resulteerde in de ontruiming van de spoedeisende hulp. Ambulances moesten uitwijken naar andere ziekenhuizen. De brandweer voerde met adembescherming metingen uit maar vond geen verhoogde concentraties gevaarlijke stoffen.
- Een persoon die een suïcidepoging had ondernomen door het innemen van een niet-vluchtig bestrijdingsmiddel (paraquat), werd vóór vervoer naar het ziekenhuis gedecontamineerd vanwege contaminatie met braaksel. In het ziekenhuis werd de patiënt door personeel in uitgebreide PBM, waaronder adembescherming, opgevangen. Ondanks de bescherming werden enkele hulpverleners onwel tijdens behandeling. De patiënt overleed en werd in een luchtdichte lijkzak geplaatst. Desondanks meldde een mortuariummedewerker de volgende dag klachten. Uit veiligheidsoverwegingen mocht de familie de overledene niet meer zien en vond een spoedcrematie plaats. Dit heeft veel impact gehad op de betrokken verwanten.
- Na inname van twee aluminiumfosfide tabletten werd een patiënt niet toegelaten op de spoedeisende hulp en urenlang buiten in een decontaminatietent verpleegd.

## 4.1. Beperkt risico van een chemisch gecontamineerde patiënt

Gezondheidseffecten bij medische hulpverleners na contact met een chemisch gecontamineerde patiënt zijn zeldzaam. In de gevallen waarin secundaire toxiciteit in de literatuur is gemeld, zijn de symptomen mild en reversibel van aard, zelfs als zeer toxische stoffen betrokken zijn (paragraaf 4.1.1). De oorzaak hiervan is vaak een onnodig hoge blootstelling van hulpverleners als gevolg van uitzonderlijke omstandigheden, zoals het uitzetten van de ventilatie in de ruimte of uitdamping/gasvorming vanuit niet snel opgeruimd braaksel (of maaginhoud na maagspoelen) na inname van gevaarlijke stoffen. Er kunnen eenvoudige maatregelen worden genomen om deze situaties te voorkomen (paragraaf 3.1).

Normale hygiënische voorzorgsmaatregelen, waaronder gebruik van handschoenen, voorkomen direct huidcontact. Hierdoor is inhalatie de meest relevante secundaire blootstellingsroute. De hoeveelheid materiaal die een patiënt met zich meedraagt naar het ziekenhuis (paragraaf 4.1.2) en waaruit verdamping kan plaatsvinden, evenals de hoeveelheid van een gas die vanuit de maag van de patiënt kan vrijkomen na inname van een stof (of in de uitademingslucht aanwezig kan zijn na absorptie), is over het algemeen beperkt. Hierdoor is de kans op relevante secundaire blootstelling van ziekenhuispersoneel eveneens beperkt. De concentratie van vrijkomende stoffen in de omgevingslucht zal in een ziekenhuis met de 'patiënt als bron' niet hoog oplopen, en de situatie kan niet worden vergeleken met primaire blootstelling aan de bron in het incidentgebied (paragraaf 6.1).

### 4.1.1. Secundaire toxiciteit is zeldzaam en gemelde klachten zijn mild

Het optreden van gezondheidseffecten bij hulpverleners in het ziekenhuis als gevolg van contact met een gecontamineerde patiënt komt zeer zelden voor. In de periode van 2006 t/m 2023 heeft het NVIC slechts twee meldingen ontvangen van het optreden van milde symptomen bij ziekenhuispersoneel waarbij een verband met secundaire blootstelling waarschijnlijk was: irritatie van de ogen door dampen van chloorbleekmiddel en huidirritatie door direct huidcontact met zwavelzuur. In één ander geval meldde ziekenhuispersoneel irritatie van de luchtwegen, maar was onduidelijk of de patiënt ergens mee gecontamineerd was. In vijf gevallen waren lichte klachten waarschijnlijk ongerelateerd of mogelijk een gevolg van geur of angst (misselijkheid, 'licht in het hoofd', 'onwel'). In deze periode werd het NVIC vanuit ziekenhuizen geraadpleegd over in totaal ongeveer 3600 blootgestelde patiënten: ongeveer 2000 gevallen betroffen huidcontact en ongeveer 1600 gevallen intentionele inname (aantal keer braken niet duidelijk). Het ging hierbij om blootstellingen aan huishoudmiddelen, bestrijdingsmiddelen, desinfectantia, doe-het-zelfproducten en industriële stoffen.

Uit een analyse van ruim 120.000 incidenten waarbij gevaarlijke chemische stoffen vrijkwamen in de Verenigde Staten in de periode 1996-2013, blijkt eveneens dat gezondheidseffecten als gevolg van secundaire blootstelling zelden voorkomen.<sup>[hor,hor2,lar]</sup> Voor deze periode is niet duidelijk in hoeveel van deze incidenten daadwerkelijk slachtoffers naar het ziekenhuis werden vervoerd. Voor een deelverzameling van ruim 44.000 incidenten wordt wel aangegeven dat dit het geval was bij ruim 2500 incidenten. Dit zou voor het totale aantal incidenten betekenen dat in ongeveer 7000 hiervan *mogelijk* gecontamineerde slachtoffers naar het ziekenhuis werden vervoerd. In slechts 9 gevallen werden er door hulpverleners op de spoedeisende hulp milde symptomen gemeld als gevolg van secundaire blootstelling. In geen van de gevallen waarbij klachten ontstonden werden persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) gebruikt.

In 2021 publiceerde het NVIC een review artikel over het risico van secundaire blootstelling in het wetenschappelijk tijdschrift *Clinical Toxicology*.<sup>[gro5]</sup> Na een uitgebreide analyse van de literatuur van 1985 t/m 2020 werden in deze periode van 35 jaar in totaal 23 casusbeschrijvingen gevonden waarbij gezondheidsklachten bij hulpverleners in het ziekenhuis werden gemeld (inclusief de 9 hierboven genoemde gevallen). De betrokken stoffen waren o.a. organofosfaat insecticiden (actieve stof

relevant bij huidcontact, oplosmiddel bij inhalatie), natriumazide ('zelfdodingspoeder'), fosfideverbindingen, irriterende vaste stoffen (zoals in traangas of pepperspray), zuren en logen.

De enige blootstelling met ernstige toxische effecten betrof een onbeschermd huidblootstelling aan een organofosfaat insecticide. Deze casus heeft in de literatuur veel discussie opgeroepen (zie [paragraaf 4.3.1](#) voor een gedetailleerde bespreking). In alle overige incidenten waren de symptomen bij hulpverleners in het ziekenhuis mild en reversibel. Het meest gerapporteerd waren misselijkheid (12x), irritatie van de luchtwegen (11x), oogirritatie (10x), hoofdpijn (9x), duizeligheid (6x) en braken (4x). Over het algemeen kunnen de gemelde klachten veroorzaakt zijn door inhalatieblootstelling aan de betrokken stoffen, maar bij sommige incidenten zouden angst, stress en/of een reactie op een onaangename geur ook verklaringen kunnen zijn voor de klachten.

In gevallen waarin secundaire toxiciteit optrad, hebben vaak uitzonderlijke omstandigheden bijgedragen aan een relatief hoge blootstelling:

- Behandeling in een slecht geventileerde ruimte (patiënt geïsoleerd) of het uitzetten van de ventilatie. Concentraties van stoffen in de lucht kunnen hierdoor oplopen.
- Terugkomen van maaginhoud door braken of maagspoelen en deze niet snel opruimen. Vooral na inname van grote hoeveelheden vluchtige vloeistoffen, of stoffen die in contact met maaginhoud gas vormen. Verdamping of gasvorming blijft doorgaan totdat maaginhoud/braaksel is opgeruimd.
- Decontaminatie van meerdere personen, wat leidde tot langduriger contact van de hulpverleners. Dit was het geval in twee van de drie incidenten waarbij meerdere patiënten waren blootgesteld aan traangas en hierdoor waren gecontamineerd met irriterende stofdeeltjes op huid en/of kleding.
- Door het ontbreken van standaard PBM en hierdoor direct huidcontact, is in een aantal gevallen huidirritatie opgetreden, en in één geval zijn brandwonden veroorzaakt. Daarnaast was de opname van een organofosfaat insecticide door de huid waarschijnlijk de oorzaak van de casus met ernstige systemische toxiciteit. Deze directe huidblootstellingen hadden kunnen worden voorkomen door het gebruik van standaard PBM, waaronder handschoenen.

In de gepubliceerde casusbeschrijvingen worden de omstandigheden echter niet altijd duidelijk beschreven. De aandacht ligt voornamelijk bij het risico van een chemisch gecontamineerde patiënt, de gezondheidsklachten van de hulpverleners, en de genomen maatregelen. Opvallend vaak is bij deze incidenten de spoedeisende hulp (gedeeltelijk) gesloten. De boodschap is meestal (al dan niet impliciet): *"een gecontamineerde patiënt is een groot risico"* en *"uitgebreide maatregelen hebben erger voorkomen"*. Een kritische evaluatie ontbreekt vaak, ook na incidenten in Nederlandse ziekenhuizen.

In de wetenschappelijke literatuur kwam als reactie op enkele publicaties wel een tegengeluid naar voren vanuit landen met een hoge incidentie van specifieke intoxicaties:

- In India komt de inname van aluminiumfosfide veel voor, met rond 15.000 intentionele blootstellingen per jaar. Hulpverleners nemen geen speciale maatregelen tijdens reanimatie en behandeling.<sup>[chr]</sup>
- In Sri Lanka vinden jaarlijks duizenden intoxicaties met organofosfaat insecticiden plaats. Slechts incidenteel worden milde gezondheidsklachten bij hulpverleners gemeld, die worden toegeschreven aan blootstelling aan de vluchtige oplosmiddelen in deze producten.<sup>[lid,rob,and]</sup>

Het is dus belangrijk om de incidentele meldingen van secundaire toxiciteit kritisch te evalueren en in perspectief te plaatsen. Dit wordt voor een aantal gevaarlijke stoffen gedaan in [paragraaf 4.3](#).

Bij uitwendige contaminatie van de huid met vloeistoffen gaat het vaak om zuren, logen of oplosmiddelen in huishoudelijke producten. De kans op en mate van secundaire blootstelling aan deze stoffen is laag, en dus ook de kans op gezondheidseffecten. De vraag die rijst, is of bij stoffen met een hogere toxiciteit wél ernstige secundaire toxiciteit zou kunnen optreden door inhalatie na

verdamping. Georgopoulos en collega's<sup>[geo]</sup> hebben een analyse uitgevoerd van een selectie van industriële chemicaliën en strijdmiddelen. Hierbij hebben ze contaminatie met het organofosfaat strijdmiddel sarin geïdentificeerd als een mogelijk reëel risico voor ziekenhuispersoneel.

Deze stof kwam als kandidaat naar voren vanwege de combinatie van de zeer hoge toxiciteit en de relevante mate van verdamping (en desorptie) vanaf kleding: niet zo hoog dat een contaminatie (paragraaf 4.1.2) al is verdampt vóór aankomst in het ziekenhuis, maar ook niet zo laag dat geen inhalatieblootstelling optreedt (paragraaf 4.2.3).

Er is enige ervaring met secundaire blootstelling van ziekenhuispersoneel aan sarin, opgedaan na de aanslagen in de metro van Tokio in 1995 (paragraaf 4.3.2.1). Zelfs bij artsen die grote aantallen aan sarin blootgestelde patiënten behandelden zonder aanvullende PBM, bleven de klachten relatief beperkt.<sup>[oku,oku2]</sup> Uiteraard is in dit geval goede (adem)bescherming erg belangrijk (paragraaf 3.2), maar het geeft wel aan dat zelfs bij afwezigheid van persoonlijke bescherming niet persé ernstige problemen te verwachten zijn door secundaire blootstelling aan deze zeer toxische stof.

#### **4.1.2. Hoeveelheid materiaal op een gecontamineerde patiënt is beperkt**

Het beperkte risico op gezondheidseffecten door secundaire blootstelling is te verklaren doordat de hoeveelheid materiaal die een gecontamineerde patiënt met zich meedraagt naar het ziekenhuis over het algemeen beperkt is:

- Bij grootschalige chemische incidenten worden slachtoffers vaak blootgesteld aan damp of gas na een brand of explosie. Slachtoffers in het incidentgebied kunnen hierdoor een gevaarlijke inhalatieblootstelling oplopen. Gas blijft echter in beperkte mate in kleding van slachtoffers hangen, en damp zal slechts in geringe mate condenseren op de huid en kleding.
- Op vergelijkbare wijze zal bij een terroristische aanslag een gevaarlijke stof worden verspreid door een explosie of door verneveling, wat resulteert in aanzienlijke 'verdunding'.
  - Georgopoulos en collega's<sup>[geo]</sup> gaan uit van een maximale hoeveelheid van 100 gram waarmee een slachtoffer kan worden gecontamineerd in het geval van verspreiding van een stof bij een terroristische aanslag. Ze geven ook aan dat in geval van zeer toxische stoffen een slachtoffer een dergelijke blootstelling niet zal overleven. De contaminatie waarmee een slachtoffer levend het ziekenhuis bereikt, zal lager zijn. Als sarin wordt verspreid als damp of nevel, is de uitwendige contaminatie relatief beperkt geweest indien een slachtoffer de inhalatieblootstelling heeft overleefd.
- Zeker na blootstelling aan damp (condensatie op de huid), maar ook in geval van blootstelling aan zeer vluchtige vloeistoffen, zal een groot deel van de contaminatie al zijn verdampt vóór aankomst in het ziekenhuis<sup>[geo]</sup> (paragraaf 4.2.3). Als een stof niet vluchtig is kan deze weliswaar worden megedragen, maar veroorzaakt deze doorgaans geen problemen als direct huidcontact door de hulpverleners wordt voorkomen door het dragen van standaard PBM (handschoenen, schort, mondneusmasker, oogbescherming).
- Vaak zal gecontamineerde kleding vóór vervoer naar het ziekenhuis worden verwijderd, en hiermee zo'n 70-90%<sup>[chi,cox]</sup> van de totale contaminatie. Er blijft dan een beperkte restcontaminatie over.
  - Bij grootschalige incidenten zorgt de brandweer doorgaans voor de decontaminatie van gecontamineerde slachtoffers in het incidentgebied. Zelfs bij T1-slachtoffers (onmiddellijke behandeling nodig) is de standaardprocedure om ten minste kleding te verwijderen.
  - Aan ambulancezorgprofessionals wordt aangeraden om vóór het vervoer een patiënt van ernstig gecontamineerde kleding te ontdoen om blootstelling tijdens het vervoer te beperken (paragraaf 6.2.1).
  - Bij bedrijfsongevallen, bijv. in de chemische industrie, is het te verwachten dat slachtoffers al worden ontdaan van gecontamineerde kleding door de bedrijfshulpverlening en dat zo nodig natte decontaminatie plaatsvindt (veiligheidsdouche, oogdouche).

Gecontamineerde slachtoffers kunnen zich natuurlijk ook op eigen gelegenheid en zonder zich eerst te ontsmetten bij het ziekenhuis presenteren, als zogenaamde 'zelfverwijzers':

- Het is waarschijnlijk dat ambulante slachtoffers hierbij over het algemeen niet de hoogste contaminatie hebben opgelopen. Dit geldt zeker bij een 'vuile bom'-scenario, waarbij dicht bij de ontploffing zwaargewonde slachtoffers te verwachten zijn met mogelijk een relatief hoge radioactieve contaminatie. In geval van chemische incidenten zal de blootstelling aan een gevaarlijke stof dicht bij de bron ook hoger zijn, maar of een slachtoffer al dan niet zonder hulp een ziekenhuis kan bereiken, hangt af van de aard van de stoffen, de toxiciteit en de beschikbaarheid van hulp. Bij hoge blootstelling van een slachtoffer aan bijv. sarin treden ernstige symptomen zeer snel op.
- Bij gecontamineerde personen vanuit een thuisomgeving zal het vaak gaan om een beperkte contaminatie door ongelukjes tijdens normaal gebruik of door braken na inname. Over het algemeen zijn consumentenproducten betrokken, en deze bevatten doorgaans lagere concentraties gevaarlijke stoffen dan industriële producten.

Mocht desondanks een ernstig gecontamineerde persoon zich melden bij de spoedeisende hulp, dan is het verstandig om ernstig gecontamineerde kleding (buitenste laag) zo mogelijk al te verwijderen voordat verdere decontaminatie in een binnenruimte plaatsvindt.

Voor het optreden van gezondheidseffecten door inhalatieblootstelling moet vervolgens vanuit een beperkte uitwendige contaminatie voldoende materiaal ofwel opwarrelen (stofdeeltjes; [paragraaf 4.2.2](#)) ofwel verdampen (vluchtige vloeistof; [paragraaf 4.2.3](#)). Een significante inhalatieblootstelling van ziekenhuispersoneel zal op deze manier niet snel plaatsvinden, zeker niet bij een enkele patiënt en/of bij contaminatie met chemicaliën in consumenten- en professionele producten.

## 4.2. Blootstellingsroutes bij secundaire blootstelling

Na een incident met een gevaarlijke stof kan een patiënt gecontamineerd zijn met een vaste stof of een vloeistof. Gassen worden niet of zeer beperkt meegedragen, hoewel een gas als waterstofsulfide vanwege de zeer lage geurdrempel (de geur van rotte eieren) wel stankklachten kan veroorzaken.

Mogelijke blootstellingsroutes voor secundaire blootstelling van ziekenhuispersoneel zijn:

- Huidcontact met gecontamineerde huid, kleding of braaksel van de patiënt ([paragraaf 4.2.1](#)).
- Inhalatie door opwarrelen van vaste stof (deeltjes/poeder) ([paragraaf 4.2.2](#)).
- Inhalatie door verdamping van vluchtige vloeistof ([paragraaf 4.2.3](#)).
- Inhalatie van gassen die zijn gevormd in de maag van de patiënt of die aanwezig zijn in de uitademingslucht ([paragraaf 4.2.4](#)).

In de volgende paragrafen worden de verschillende blootstellingsroutes en het risico op secundaire blootstelling via deze routes kort besproken.

### 4.2.1. Direct huidcontact

Normale hygiënische voorzorgsmaatregelen, waaronder het dragen van handschoenen en schort of bedekkende werkkleding met lange mouwen, voorkomen direct huidcontact met een contaminatie. Als er toch een secundaire huidblootstelling optreedt, zijn de volgende stofgroepen relevant:

- Stoffen met een direct effect op de huid (irriterend/corrosief), zoals:
  - sterke zuren of sterke basen.

Veel stoffen kunnen enigszins irriterend zijn voor de huid, wat kan leiden tot klachten zoals roodheid, huiduitslag en jeuk na langdurige inwerking.



- Toxische stoffen die door de huid worden geabsorbeerd, zoals:
  - Aniline.
  - Fenol.
  - Monochloorazijnzuur (MCA).
  - Organofosfaat insecticiden.
  - Organofosfaat strijdmiddelen, zoals de sarin, tabun, VX, novitsjoks (vloeistoffen).

De ernst van de directe effecten en de mate van absorptie zijn afhankelijk van de concentratie van de stof, het blootgestelde huidoppervlak en de duur van de blootstelling. Als de huid beschadigd is, al dan niet veroorzaakt door de contaminatie zelf, zal de opname van de stof doorgaans groter zijn. Over het algemeen zal er bij hulpverleners geen sprake zijn van een beschadigde huid, en zal het gecontamineerde huidoppervlak meestal beperkt zijn tot de binnenkant van beide handen. Na onverhoopt onbeschermd huidcontact met de stof kan de blootstellingsduur worden beperkt door de contactplaats direct te wassen met water en zeep.

Droog poeder, zoals natriumazide ([paragraaf 4.3.4](#) en [paragraaf 6.1.4](#)) of fentanyl ([paragraaf 6.1.5](#)), zal niet snel door de onbeschadigde huid worden opgenomen, maar dit kan niet worden uitgesloten na langdurig contact (uren), afdekken van gecontamineerde huddelen en/of vochtig worden door zweten. Het is daarom belangrijk voor hulpverleners om te voorkomen dat poeders in hun handschoenen terechtkomen. Ze dienen bij het eerste contact met een gecontamineerd persoon al handschoenen te dragen of ervoor te zorgen dat ze schone handen hebben voordat ze handschoenen aantrekken.

#### **4.2.2. Inhalatie van vaste stof (deeltjes/poeder)**

Hierbij gaat het om patiënten gecontamineerd met vaste stoffen, zoals metalen in poedervorm of irriterende stoffen in traangas of pepperspray ([paragraaf 4.2.2.1](#)), asbest en sommige radioactieve stoffen ([paragraaf 4.4.1](#)). Hulpverleners kunnen door 'opdarwelen' (resuspensie) secundair worden blootgesteld. Bij een voorzichtige decontaminatie (zonder te wapperen met kleding en zonder gebruik van een borstel) en gebruik van standaard PBM, waaronder mondneusmasker (bij voorkeur FFP2) en spatbril, is de inhalatieblootstelling aan vaste stoffen beperkt, zeker in geval van een enkele gecontamineerde patiënt.

Raadpleeg [paragraaf 6.1.5](#) voor informatie over de bezorgdheid over secundaire blootstelling aan opioïden (zoals fetananyl) in poedervorm bij hulpverleners in de Verenigde Staten.

##### **4.2.2.1. Irriterende vaste stoffen**

Een beperkt risico vormen patiënten die gecontamineerd zijn met stoffen die de slijmvliezen hevig irriteren, zoals aanwezig in traangassen. Voorbeelden zijn CN-gas (chlooracetofenon) en CS-gas (ortho-chloorbenzylideenmalononitril) en het irriterende bestanddeel 'capsaïcine' in pepperspray. Traangas wordt in aerosolvorm toegepast (de werkzame stof in een oplosmiddel) en kan op de huid en kleding van een slachtoffer achterblijven als stofdeeltjes na de verdamping van het oplosmiddel.

In de door het NVIC geanalyseerde literatuur<sup>[gro5]</sup> zijn drie gevallen gevonden waarin melding is gemaakt van secundaire blootstelling van ziekenhuispersoneel dat tijdens de behandeling en decontaminatie van slachtoffers was blootgesteld aan traangas of pepperspray.<sup>[hor,ho3,mor]</sup> In twee gevallen ging het om meerdere slachtoffers. De gemelde symptomen waren mild en omvatten irritatie van de huid, ogen en luchtwegen.

Een interessant voorbeeld betreft het volgende:<sup>[mor]</sup>

- Na blootstelling aan CS-gas in een nachtclub werden 24 patiënten naar de spoedeisende hulp gebracht. Patiënten met milde symptomen werden buiten behandeld, terwijl degenen met ernstiger symptomen (druk op de borst, piepende ademhaling, misselijkheid) binnen

werden opgevangen. Twee verpleegkundigen hielpen bij het ontkleden van meer dan een dozijn slachtoffers. Na 20 minuten werken kregen ze last van pijnlijke ogen en keel. Het werk kon worden voortgezet door elke 10 minuten een pauze te nemen. Bij dit incident (als enige van de drie) werden mondneusmaskers en oogbescherming gebruikt. Het type bescherming dat gebruikt is, is niet gespecificeerd, en het al dan niet correcte gebruik ervan wordt in de publicatie niet besproken. Het is echter voorstelbaar dat bij langdurige blootstelling gezondheidseffecten kunnen optreden.

- Het nemen van pauzes of het rouleren van personeel, zoals bij dit incident toegepast, kan een praktische oplossing zijn ([paragraaf 3.1](#)).
- Bij decontaminatie van meerdere slachtoffers kan ook bij minder gevaarlijke contaminaties worden overwogen om uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) te gebruiken, zoals aanbevolen in [paragraaf 3.2.2](#).

### 4.2.3. Inhalatie door verdamping van vluchtige vloeistoffen

In het geval van contaminatie van huid en kleding van een slachtoffer met vluchtige vloeistoffen komen deze stoffen vrij door zowel verdamping van vrije vloeistofoppervlakken als door desorptie van poreuze oppervlakken van kleding waar de stoffen aan gehecht zijn. Over het algemeen kan worden gesteld dat er maar weinig stoffen zijn die zowel een hoge toxiciteit als een zodanige mate van verdamping hebben (waarmee hier zowel verdamping als desorptie wordt bedoeld) dat ze een inhalatierisico vormen voor hulpverleners in het ziekenhuis. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de hoeveelheid materiaal die door een patiënt wordt meegedragen naar het ziekenhuis, beperkt is ([paragraaf 4.1.2](#)).

Georgopoulos en collega's<sup>[geo]</sup> verstrekken voor een selectie van industriële chemicaliën en chemische strijdmiddelen de tijdsduur (uitgedrukt als 'tijdsconstante') waarin 63% van het materiaal is vrijgekomen ('verdampt') vanaf een gecontamineerd slachtoffer.

- Wanneer de tijdsconstante zeer klein is, verdampt de vloeistof vanaf de huid en kleding voordat het slachtoffer het ziekenhuis bereikt, waardoor het potentiële risico voor ziekenhuispersoneel beperkt is. In geval van een contaminatie met bijv. waterstofcyanide of methylisocyanat zal ongeveer 63% van de contaminatie elke minuut verdampen.
- Bij een grote tijdsconstante verdampt slechts een kleine hoeveelheid van de stof tijdens het transport naar het ziekenhuis, maar ook in het ziekenhuis na presentatie. Deze beperkte verdamping betekent dus ook een beperkte inhalatieblootstelling van hulpverleners. Het belangrijkste bij deze stoffen is het voorkomen van direct huidcontact door gebruik van standaard PBM.
- Vloeistoffen met een tijdsconstante vergelijkbaar met water verdampen relatief langzaam vanaf huid en kleding (na ongeveer 43 minuten is 63% verdampt). Na aankomst in het ziekenhuis kan ziekenhuispersoneel nog steeds worden blootgesteld aan dampen. Een voorbeeld van een zeer toxische stof met een vergelijkbare verdampingsnelheid als water is het organofosfaat strijdmiddel sarin. Van alle geanalyseerde chemische stoffen beschouwen de auteurs sarin als een reëel risico voor ziekenhuispersoneel, ervan uitgaande dat een slachtoffer minstens 10 minuten na blootstelling in het ziekenhuis aankomt. De auteurs doen geen uitspraak over de mogelijke ernst van secundaire blootstelling. In de praktijk (aanslagen/orlog) is het optreden van milde klachten gemeld ([paragraaf 4.3.2](#)).

De bespreking van verdamping van gevaarlijke stoffen vóór aankomst in het ziekenhuis roept de vraag op over het risico tijdens vervoer per ambulance. Hierbij kan worden opgemerkt dat een ambulance hoogstwaarschijnlijk niet eerder dan 10 minuten na een incident ter plaatse is. Daarnaast wordt volgens de gangbare werkwijze gecontamineerde kleding vóór vervoer verwijderd, en hebben moderne ambulances een efficiënte ventilatie met een hoog aantal luchtverversingen per uur. Het risico voor ambulancezorgprofessionals wordt besproken in [hoofdstuk 6](#).

#### 4.2.3.1. Vluchtige oplosmiddelen

Een beperkt risico voor hulpverleners in het ziekenhuis vormen patiënten die gecontamineerd zijn met vluchtige organische oplosmiddelen, zoals benzeen, toluen, xyleen of aceton. Deze stoffen zijn relevant omdat ze in veel consumenten- en professionele producten voorkomen.

In ruimtes met onvoldoende ventilatie zouden milde klachten door secundaire blootstelling kunnen optreden, zoals irritatie van de neus, keel en bovenste luchtwegen, hoesten, misselijkheid, vermoeidheid, hoofdpijn en duizeligheid. Klachten kunnen echter ook veroorzaakt worden door de onaangename geur.

In de literatuur is slechts één incident gevonden waarbij alleen een oplosmiddel betrokken was:

- Burgess en collega's<sup>[bur3]</sup> melden een incident waarbij een man zich op de spoedeisende hulp presenteerde met een snijwond. Er was een doordringende geur waarneembaar. Zijn kleding was gecontamineerd met een mengsel van alifatische koolwaterstoffen (zoals bijv. terpentijn) waarmee hij die dag gewerkt had. Vier hulpverleners kregen last van irritatie van de slijmvliezen en hoofdpijn. De spoedeisende hulp werd ontruimd voor de duur van 2 uur.

In de praktijk vindt secundaire blootstelling aan de oplosmiddelen uit producten vaker plaats dan men zich realiseert. Bijvoorbeeld, in geval van contaminatie met bestrijdingsmiddelen ([paragraaf 4.3.1](#)), wordt door het waarnemen van geur vaak aangenomen dat hulpverleners worden blootgesteld aan de toxische werkzame stof. Dit is echter zelden het geval, aangezien de werkzame stof in deze producten weinig vluchtig is en direct onbeschermd huidcontact nodig is voor blootstelling. De waargenomen geur betreft de oplosmiddelen (als drager) in deze producten. Deze stoffen kunnen wél een inhalatieblootstelling geven. In geval van incidentele blootstelling aan oplosmiddeldampen vertoonden hulpverleners slechts milde symptomen.<sup>[gro5]</sup>

Een interessante en goed gedocumenteerde casus ter illustratie is als volgt:

- Omar en collega's<sup>[oma]</sup> melden een incident waarbij een man braakte na inname van een organofosfaat insecticide en met ernstig gecontamineerde kleding ('*clothing was drenched in vomitus*') op de spoedeisende hulp werd binnengebracht. Er was een 'overweldigende stank' merkbaar, veroorzaakt door het vluchtige oplosmiddel in deze producten. In totaal ondervonden 14 hulpverleners milde klachten: keelpijn (1), tranende ogen (2), hoofdpijn (2), duizeligheid (4), licht gevoel in het hoofd (5), misselijkheid (1) en braken (2). Hieronder waren ambulancezorgprofessionals (zie ook [paragraaf 6.2.5.2](#)) en leden van het reanimatieteam. Direct huidcontact was onwaarschijnlijk door het dragen van handschoenen. Bepaling van de cholinesterase-activiteit bij 8 hulpverleners (die betrokken waren bij behandeling voordat decontaminatie was uitgevoerd) kon relevante blootstelling aan het organofosfaat uitsluiten (uitslagen binnen normaalwaarden), naast de afwezigheid van een kenmerkend 'cholinerg toxidroom'. Opmerkelijk was dat leden van het decontaminatieteam, die werkten in een PAPR-uitrusting (volledig afgesloten pak met aanblaasunit), ook gezondheidsklachten meldden, evenals een medewerker die na volledige decontaminatie contact had met de patiënt. De auteurs noemen als meest waarschijnlijke oorzaken van de gemelde klachten bij dit incident: blootstelling aan oplosmiddeldampen (vóór de decontaminatie), werken in uitgebreide PBM (wat kan leiden tot hitte en een 'opgesloten gevoel') en stress. Bij dit incident kan bovendien de stank een rol hebben gespeeld bij de optredende klachten bij hulpverleners die betrokken waren voordat decontaminatie was uitgevoerd.

Hoe hoog de concentraties van oplosmiddelen in een ruimte tijdens decontaminatie kunnen oplopen is onderzocht door Schultz en collega's<sup>[sch]</sup> (zie bijlage 4 voor meer informatie). In dit onderzoek werd kleding op een plastic etalagepop doordrenkt met 800 mL aceton of xyleen. De etalagepop werd in een afgesloten, niet-geventileerde ruimte geplaatst (van 5 bij 6 bij 3 meter). Na 5 minuten uitdampen werd gedurende 10 minuten de kleding verwijderd, waarbij de concentraties van de oplosmiddelen in de 'ademzone' van de hulpverleners werden gemeten. Deze concentraties bleven gemiddeld onder

de wettelijke (Amerikaanse) grenswaarden voor blootstelling van werknemers. Natte decontaminatie werd niet uitgevoerd omdat na het verwijderen van de kleding de pop al volledig droog was door verdamping.

Dit 'worst-case scenario' geeft aan dat in het geval van contaminatie door ongelukken tijdens normaal gebruik of door braken na inname van oplosmiddelbevattende producten, geen ernstige gezondheidseffecten door secundaire blootstelling bij hulpverleners te verwachten zijn. Standaard PBM, waaronder handschoenen, zijn voldoende ([paragraaf 3.2](#)).

#### **4.2.4. Inhalatie van gassen gevormd in maag of aanwezig in uitademingslucht**

Sommige stoffen kunnen, na ingestie, door contact met maaginhoud gasvorming veroorzaken. Voorbeelden van dergelijke stoffen zijn natriumazide (mogelijke kandidaat 'zelfdodingspoeder') en fosfideverbindingen (zie overzicht onder). In deze paragraaf wordt algemene informatie gegeven, terwijl [paragraaf 4.3](#) enkele specifieke verbindingen behandelt.

Hulpverleners kunnen als volgt secundair worden blootgesteld aan het geproduceerde gas:

- Direct vanuit de maag via de slokdarm door middel van oprispingen.
- Door aanwezigheid in uitademingslucht (na absorptie via de longen uitgescheiden).

De vrijgave van gas kan onvoorspelbaar zijn (bijv. wel of geen oprispingen, maagcompressie bij reanimatie) en de hoeveelheid hangt af van de ingenomen dosis en de snelheid waarmee de specifieke stof wordt geabsorbeerd. Het risico op blootstelling neemt toe na intubatie, waarbij de onderste slokdarmsfincter ontspant als gevolg van de spierverslapper die wordt toegediend. Daarnaast kan secundaire blootstelling optreden bij braken door de patiënt, waarbij gas of damp uit het braaksel vrijkomt. Ook na overlijden van een patiënt zal vorming van gas doorgaan en kan dit vrijkomen.

Over het algemeen zal de hoeveelheid gas die vrijkomt te gering zijn om serieuze gezondheidseffecten bij de hulpverlener te veroorzaken. Dit blijkt uit ervaringen met gemelde blootstellingen aan het NVIC en uit ervaringen in landen met een hoge incidentie van dergelijke intoxicaties. Uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) zijn niet nodig ([paragraaf 3.2](#)).

In enkele gepubliceerde casusbeschrijvingen<sup>[gro5]</sup> waarbij gas in de maag van de patiënt werd gevormd, meldden hulpverleners in het ziekenhuis milde gezondheidsklachten ([paragraaf 4.3](#)). In sommige gevallen deden zich uitzonderlijke omstandigheden voor waardoor secundaire blootstelling was verhoogd, zoals onvoldoende ventilatie of het terugkomen van materiaal uit de maag (door braken of maagspoelen) met hieruit uitdamping van gas.

Het is belangrijk om maatregelen te nemen om ook milde klachten te voorkomen ([paragraaf 3.1](#)). Behoud adequate ventilatie, was handen bij direct contact met poeder of braaksel, ruim maaginhoud of braaksel direct op en pas geen directe mond-op-mondbeademing toe (gebruik masker-ballonventilatie). Het risico bij het geven van mond-op-mondbeademing in de praktijk wordt als beperkt beschouwd. Dit komt doordat de hulpverlener uitademt tijdens het toepassen hiervan, en bovendien zijn de concentraties van de stof in de uitgedemde lucht van de patiënt laag. Er kan echter contact zijn met resten van een stof rond de mond. In geval van cyanide is in de literatuur gemeld dat een niet-medische hulpverlener een 'voorbijgaand branderig gevoel in de mond' merkte na toepassing van mond-op-mond beademing ([paragraaf 4.3.5](#)).<sup>[and2]</sup>

#### Overzicht van stoffen die na contact met water/maagzuur gasvorming kunnen veroorzaken:<sup>[ste]</sup>

- Fosfideverbindingen (paragraaf 4.3.3).
  - o Bijvoorbeeld: aluminiumfosfide, zinkfosfide.
  - o Gevormd gas: fosfinegas.
  - o Fosfinegas is geurloos. Bij verontreinigingen of bewuste toevoegingen kan een knoflookgeur worden waargenomen.
- Natriumazide (paragraaf 4.3.4).
  - o Gevormd gas: waterstofazide (stikstofwaterstofzuur).
  - o Waterstofazide is een vluchtige vloeistof (kookpunt 37°C).
  - o Waterstofazide heeft een penetrante geur.
- Cyanideverbindingen (paragraaf 4.3.5).
  - o Bijvoorbeeld: natriumcyanide, kaliumcyanide.
  - o Gevormd gas: waterstofcyanide (blauwzuurgas).
  - o Waterstofcyanide is een zeer vluchtige vloeistof (kookpunt 26°C).
  - o Waterstofcyanide heeft de geur van bittere amandelen (dit is echter niet door iedereen waar te nemen).
- Sulfideverbindingen.
  - o Bijvoorbeeld: ijzersulfide.
  - o Gevormd gas: waterstofsulfidegas (zwavelwaterstof).
  - o Waterstofsulfidegas heeft een geur van rotte eieren.
- Arseenverbindingen.
  - o Bijvoorbeeld: arseentrioxide.
  - o Gevormd gas: arsinegas (arseentrihydride).
  - o Arsinegas heeft een knoflookachtige geur.

### 4.3. Beperkt risico in geval van uitermate toxische stoffen

In deze paragraaf worden enkele voorbeelden besproken waaruit blijkt dat zelfs als slachtoffers zijn blootgesteld aan uitermate toxische stoffen, de gezondheidseffecten bij hulpverleners in het ziekenhuis beperkt blijven tot milde en reversibele symptomen. Het optreden van secundaire toxiciteit bij ziekenhuispersoneel wordt incidenteel beschreven in de wetenschappelijke literatuur. In plaats van dit te zien als bevestiging dat een chemisch gecontamineerde patiënt een groot risico vormt, is het verstandig om deze meldingen in perspectief te plaatsen. Dit wordt hier gedaan vanuit ervaringen in landen met een hoge incidentie en de ervaringen op basis van meldingen over blootstellingen aan het NVIC.

Het is belangrijk om bij deze voorbeelden na te gaan of er uitzonderlijke omstandigheden waren die blootstelling hebben verhoogd. Hieruit kunnen aanbevelingen worden afgeleid om blootstelling van ziekenhuispersoneel te voorkomen. Deze aanbevelingen worden hier niet opnieuw besproken, zie hiervoor paragraaf 3.1. Evenzo wordt voor informatie over benodigde persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) verwezen naar paragraaf 3.2.

Samenvattend komt het erop neer dat voor 'gassen gevormd in de maag' en contaminatie met bestrijdingsmiddelen het gebruik van adembescherming door de hulpverlener niet nodig is. Strijdmiddelen (paragraaf 4.3.2) zijn echter reden om uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) toe te passen.

Het zijn de in deze paragraaf besproken stoffen waarover hulpverleners relatief vaak contact opnemen met het NVIC, specifiek vanwege zorgen over hun eigen veiligheid. In de periode 2006 t/m 2023 werd het NVIC in 131 gevallen om informatie gevraagd met betrekking tot het risico van

secundaire blootstelling. In 73 gevallen betrof het ziekenhuispersoneel, en in 67 gevallen waren (ook) hulpverleners buiten het ziekenhuis betrokken. De onrust betrof de volgende zeer toxische stoffen:

- Bestrijdingsmiddelen (21x), waaronder organofosfaten (6x) en paraquat (4x) ([paragraaf 4.3.1](#)).
- Fosfideverbindingen (1x) ([paragraaf 4.3.3](#)).
- ‘Zelfdodingspoeder’ (31x): natriumazide (29x) of natriumnitriet (2x) ([paragraaf 4.3.4](#)).
- Cyanideverbindingen (8x) ([paragraaf 4.3.5](#)).
- Blootstellingen van een slachtoffer aan toxische gassen (23x), zoals fosfinegas, waterstofcyanide en chloorgas. Deze worden niet of zeer beperkt met het slachtoffer megedragen en vormen geen risico op secundaire blootstelling voor hulpverleners.

In de overige meldingen ging het om middelen zoals:

- Zuren/logen (11x), zoals natriumhydroxide, zwavelzuur, zoutzuur en waterstoffluoride. Risico bij direct huidcontact ([paragraaf 4.2.1](#)).
- Pepperspray/traangas (vermoedelijk) (2x). Risico bij inhalatie ([paragraaf 4.2.2](#)).

Het totaal aantal informatieverzoeken aan het NVIC over deze stoffen is aanzienlijk groter dan hierboven aangegeven, maar niet altijd is er sprake van bezorgdheid over secundaire blootstelling. In de bovenstaande meldingen aan het NVIC werden slechts twee keer milde gezondheidsklachten bij ziekenhuispersoneel gemeld die konden worden gerelateerd aan de blootstelling: irritatie door direct huidcontact met een zuur en irritatie van de luchtwegen door dampen van chloorbleekloog.

#### 4.3.1. Bestrijdingsmiddelen

Een patiënt die een bestrijdingsmiddel heeft ingenomen en/of hiermee uitwendig is gecontamineerd (door braken of een ongeluk tijdens gebruik), veroorzaakt vaak veel onrust bij hulpverleners in het ziekenhuis. Dit is met name het geval bij organofosfaat insecticiden, blijkt uit ervaringen van het NVIC en casusbeschrijvingen in de literatuur.<sup>[gro4,gro5]</sup>

Fosfideverbindingen kunnen ook worden gebruikt als bestrijdingsmiddel, maar vanwege de gasvorming in de maag worden ze apart besproken ([paragraaf 4.3.3](#)).

De volgende percepties dragen waarschijnlijk bij aan de onrust in geval van contaminaties met bestrijdingsmiddelen en worden in perspectief geplaatst:

- Bestrijdingsmiddelen worden over het algemeen gezien als zeer gevaarlijk vanwege hun toepassing. Het risico hangt echter af van de toxiciteit, de dosis en de blootstellingsroute:
  - Het herbicide paraquat is zeer toxisch na ingestie. Het wordt echter slecht geabsorbeerd door de intacte huid en ook niet na inhalatie van aerosol door verneveling (paraquat in oplosmiddel) bij gebruik. Het is een niet-vluchtige stof zodat inhalatieblootstelling door verdamping niet optreedt.
  - Organofosfaat insecticiden kunnen eveneens ernstige intoxicaties veroorzaken, vooral na ingestie. Absorptie via de huid verloopt relatief langzaam, maar is mogelijk, vooral bij vochtige en/of beschadigde huid. Ook na inhalatie van aerosol kan absorptie plaatsvinden. Organofosfaten die als bestrijdingsmiddel worden gebruikt hebben een lage vluchtigheid, waardoor blootstelling door verdamping beperkt is.
  - Soms hebben hulpverleners het idee dat de uitademingslucht van de patiënt na inname van bestrijdingsmiddelen een risico voor hen vormt. Alleen in het geval van ingestie van specifieke stoffen kan een kleine hoeveelheid in de uitademingslucht aanwezig zijn (zie voor een overzicht [paragraaf 4.2.4](#)). Dit is echter te weinig om serieuze gezondheidseffecten bij hulpverleners of omstanders te veroorzaken. Voor paraquat en organofosfaat insecticiden is dit niet van toepassing.
- Gezondheidsklachten door (vermeende) secundaire blootstelling worden vaak direct toegeschreven aan de ‘werkzame stof’ van het bestrijdingsmiddel, echter:
  - De werkzame stof in bestrijdingsmiddelen is weinig vluchtig; het moet achterblijven op het gewas en niet verdampen.

- In de wetenschappelijke literatuur zijn vijf incidenten gemeld waarbij hulpverleners milde gezondheidsklachten meldden na (vermeende) secundaire blootstelling aan organofosfaat insecticiden.<sup>[sta,mer,but,oma,dow2]</sup> Bij drie incidenten is bij de hulpverleners de cholinesterase-activiteit, als indicatie van de mate van blootstelling, bepaald. De waarden bleken binnen de normaalwaarden te vallen, waarmee een relevante blootstelling aan organofosfaat kan worden uitgesloten.<sup>[but,oma,dow2]</sup>
- Inhalatie van de vluchtige oplosmiddelen in deze producten kan wel optreden, bijv. wanneer ze verdampen uit braaksel of uitwendige contaminatie. Dit zou milde symptomen kunnen veroorzaken bij de betrokken hulpverleners. De concentraties in een behandelkamer blijven echter te laag om een risico te vormen voor hulpverleners (paragraaf 4.2.3.1).
- Het is waarschijnlijk dat een deel van de klachten, zoals hoofdpijn en misselijkheid, wordt veroorzaakt door de sterke geur van oplosmiddelen.
- Daarnaast is het ook mogelijk dat angst voor blootstelling aan een gevaarlijke stof en stress een rol kunnen spelen bij het optreden van klachten.

Intoxicaties met organofosfaat insecticiden komen wereldwijd veel voor door het veelvuldige gebruik van deze producten, maar toxiciteit door secundaire blootstelling treedt zeer zelden op:

- In landen zoals Sri Lanka vinden jaarlijks duizenden intoxicaties met organofosfaten plaats als gevolg van pogingen tot zelfdoding. Zonder gebruik van speciale persoonlijke beschermingsmiddelen worden vanuit deze landen slechts incidenteel gezondheidsklachten door hulpverleners gemeld. De symptomen zijn mild en spontaan reversibel, en worden over het algemeen toegeschreven aan het oplosmiddel: misselijkheid, kortademigheid, duizeligheid, drukkend gevoel op de borst en luchtwegirritatie.<sup>[lid,rob,and]</sup>

In een 'consensus statement' geven Little en collega's<sup>[lit]</sup> aan: "*In summary, there is little evidence to support the assumption that staff caring for [organophosphate]-poisoned patients are at any risk [of developing secondary poisoning] under normal circumstances. Theoretical considerations and the absence of reports from those countries where [organophosphate] poisoning is a common clinical problem would suggest strongly that it does not occur*".

Er is slechts één uitzonderlijke beschrijving van een secundaire blootstelling waarbij meer dan milde symptomen zijn gerapporteerd:<sup>[ge1]</sup>

- Een patiënt werd gepresenteerd op de spoedeisende hulp na inname van een organofosfaat bestrijdingsmiddel, waarbij een onaangename geur werd waargenomen. Hulpverleners gebruikten geen PBM. Na direct huidcontact met braaksel, 'respiratoire secreties' en de huid van de patiënt (blootstellingsduur niet vermeld), kreeg een verpleegkundige last van kortademigheid, speeksel- en tranenvloed, braken, transpireren en gevoel van zwakte. Zij werd gedurende 24 uur beademd en zeven dagen behandeld met atropine en pralidoxime. Twee andere verpleegkundigen zonder direct huidcontact kregen in mindere mate klachten en werden eveneens behandeld met antidota.

Deze casus heeft in de wetenschappelijke literatuur discussie opgeroepen,<sup>[lit,rob]</sup> waarbij de volgende kanttekeningen werden geplaatst:

- De cholinesterase-activiteit is niet bepaald, waardoor organofosfaatblootstelling als oorzaak van de symptomen niet kan worden vastgesteld.
- Sommige symptomen passen ook bij blootstelling aan de oplosmiddelen in deze producten.
- Past niet bij de ervaring in landen met grote aantallen intoxicaties met deze middelen.
- Er zijn geen handschoenen gebruikt, waardoor direct huidcontact kon plaatsvinden.

Een interessante ontwikkeling is te zien in de conclusies die auteurs van gepubliceerde case reports trekken. Voorheen werd voornamelijk gewaarschuwd voor het risico van secundaire blootstelling, zoals door Stacey en collega's<sup>[sta]</sup> (2004) na een incident waarbij de spoedeisende hulp werd gesloten:

*"Ingestion of [organophosphate] compounds can present a significant risk to health professionals and patients".* In recente case reports klinkt na kritische evaluaties van incidenten een ander geluid:

- Omar en collega's<sup>[oma]</sup> (2021) zijn nog voorzichtig: *"In conclusion, secondary exposure to certain organophosphate containing pesticides like malathion, through dermal and inhalational means, may not be as dangerous as suggested in some literature".*
- Downes en collega's<sup>[dow2]</sup> (2023) zijn al stelliger: *"We found no clinical nor biochemical evidence of toxicity in health care workers caring for a critically ill patient with [organophosphate] ingestion. These findings are consistent with previously published guidelines advocating standard/Level D personal protective equipment. We believe that emergency departments should not be closed as a safety measure".*

Conclusie: direct huidcontact met organofosfaat insecticiden moet voorkomen worden vanwege het risico van absorptie door de huid. Het inhalatierisico van deze producten is over het algemeen echter beperkt: de werkzame stof is weinig vluchtig, maar blootstelling kan wel plaatsvinden aan het vluchtige oplosmiddel, dat vaak als drager wordt gebruikt ([paragraaf 4.2.3.1](#)). Milde klachten kunnen hierbij ook (ten dele) veroorzaakt worden door de onaangename geur van deze drager.

### **4.3.2. Organofosfaat strijdmiddelen**

De kans op een incident met een organofosfaat strijdmiddel is klein maar niet ondenkbaar, zoals blijkt uit de terroristische aanslagen met sarin in de metro van Tokio (1995) of de aanslagen op Kim Jong-nam met VX (halfbroer van de Noord-Koreaanse leider Kim Jong-un) (2017), de Russische oud-spion Skripal (2018) en de Russische oppositieleider Navalny (2020) met Novitsjok.

Deze chemische stoffen worden vaak aangeduid als 'zenuwgas' maar zijn in het algemeen vloeistoffen. Hierbij kan inhalatieblootstelling wel optreden bij verneveling of verdamping van de stof. Het hangt van de fysische eigenschappen van het betreffende strijdmiddel af welke blootstellingsroute voor secundaire blootstelling (door de 'patiënt als bron') het meest waarschijnlijk is. Als een strijdmiddel vluchtig is, dan kan een hulpverlener door inhalatie worden blootgesteld. Verdampmt een strijdmiddel niet of zeer langzaam (zoals VX of Novitsjoks; zie [paragraaf 4.3.2.3](#)) dan is alleen direct huidcontact een secundair blootstellingsrisico.

Ervaring met secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis door behandeling van blootgestelde slachtoffers is beperkt. Milde gezondheidsklachten traden op bij ziekenhuispersoneel door behandeling van patiënten na een terroristische aanslag in Tokio (Japan) met het chemisch strijdmiddel sarin. Het ziekenhuispersoneel was niet of onvolledig voorzien van PBM en er was sprake van onvoldoende ventilatie ([paragraaf 4.3.2.1](#)). Daarnaast is sarin ook ingezet tijdens de oorlog in Syrië ([paragraaf 4.3.2.2](#)), waarbij ook secundaire toxiciteit bij hulpverleners in het ziekenhuis is gemeld. Informatie is echter schaars en de ernst van de symptomen en de omstandigheden van blootstelling zijn vaak niet geheel duidelijk. In veel gevallen was ook hier de bescherming van hulpverleners onvoldoende of werd decontaminatie niet of niet adequaat uitgevoerd.

Mocht zich een situatie voordoen waarin direct levensreddend handelen nodig is, dan kan dit in noodgevallen zonder veel risico worden uitgevoerd in standaard PBM (waaronder handschoenen). Het is belangrijk om langdurige blootstelling te voorkomen en zo snel mogelijk te zorgen voor uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) ([hoofdstuk 3](#)) om het optreden van milde gezondheidseffecten te voorkomen. Hierbij moet ook worden meegewogen dat de PBM met halfgelaatsmasker, zoals uiteengezet in de leidraad 'Acute ziekenhuiszorg na IGS',<sup>[naz]</sup> snel aan te trekken is en een minimale vertraging in behandeling geeft, in tegenstelling tot het gebruik van een PAPR-uitrusting (volledig afgesloten pak met aanblaasunit).



Hoewel na een aanslag mogelijk niet direct duidelijk is dat een organofosfaat strijdmiddel betrokken is, is in dit 'worst-case scenario' de presentatie van meerdere slachtoffers met een cholinerg toxidroom een duidelijke aanwijzing (paragraaf 2.2), waarop voorzorgsmaatregelen kunnen worden genomen.

#### 4.3.2.1. *Terroristische aanslag met sarin (Tokio, 1995)*

Bij een terroristische aanslag in de metro van Tokio in 1995 werden duizenden mensen blootgesteld aan het organofosfaat strijdmiddel sarin. Hierbij waren twaalf dodelijke slachtoffers te betreuren. Sarin is een vloeibaar organofosfaat. De slachtoffers waren blootgesteld aan damp van sarin (en mogelijk ook de vloeistof) dat vrijkwam uit door de terroristen met sarin gevulde en lek geprikte verpakkingen, zoals frisdrankflessen. Secundaire blootstelling van hulpverleners in het ziekenhuis trad op door verdamping van sarin uit kleding van de patiënten.

Gezondheidsklachten van hulpverleners (zonder uitgebreide PBM) in het ziekenhuis na secundaire blootstelling aan sarin waren mild en reversibel.

Ervaring in het nabij de aanslag gelegen ziekenhuis:<sup>[oku,oku2]</sup>

- Het ziekenhuis ontving in korte tijd 640 patiënten, waarvan er 110 werden opgenomen. Nadat het vermoeden rees dat een chemisch strijdmiddel de oorzaak was van de klachten, werden de patiënten ontkleed en gedoucht. Vanwege beperkte capaciteit kon dit echter voor de meeste patiënten met milde klachten niet worden uitgevoerd. Het ziekenhuispersoneel droeg standaard werkkleding met handschoenen en mondneusmaskers (deze beschermen niet tegen damp). Van de 1063 personeelsleden reageerden er 477 op een uitgestuurde enquête. Hiervan rapporteerden 110 medewerkers (23%) het optreden van de volgende symptomen: 'effecten op ogen' (14%), hoofdpijn (11%), keelpijn (8,3%), kortademigheid (5,3%), misselijkheid (3%), duizeligheid (2,5%) en 'pijn in de neus' (1,9%). Behandeling was niet nodig. Eén verpleegkundige die de hele dag patiënten had verzorgd in een slecht geventileerde noodopvang van het ziekenhuis (de ziekenhuis-kapel) werd opgenomen na klachten van misselijkheid, hoofdpijn en kortademigheid. In de kapel meldden 38 van de 83 hulpverleners (46%) gezondheidsklachten. Op de beter geventileerde spoedeisende hulp meldden 8 van de 48 (17%) hulpverleners klachten. Het optreden van secundaire toxiciteit werd door de auteurs toegeschreven aan de slechte ventilatie en de onmogelijkheid om alle slachtoffers te kunnen decontamineren.

Ervaring in een verder van de aanslag afgelegen ziekenhuis:<sup>[noz]</sup>

- Dertien van de vijftien artsen op de spoedeisende hulp kregen last van o.a. visusstoornissen, miosis, loopneus, kortademigheid of drukkend gevoel op de borst, hoesten en speekselvloed. De meeste van deze artsen waren direct betrokken bij reanimatie, intubatie en/of ontkleding van twee ernstig blootgestelde patiënten. Zes artsen kregen atropine (één keer in combinatie met pralidoxime) toegediend. Alleen bij twee artsen werd de cholinesterase-activiteit, als indicatie van de mate van blootstelling, bepaald. De waarden bevonden zich in de normale range, waarmee een relevante systemische blootstelling aan sarin bij deze twee artsen kan worden uitgesloten. Na openen van ramen en deuren en verpakken van kleding/spullen van patiënten in afgesloten zakken werden symptomen niet ernstiger en konden artsen de behandeling van patiënten voortzetten.

Okumura en collega's<sup>[oku3]</sup> geven aan dat de concentratie van het gebruikte sarin tijdens deze aanslag ongeveer 30% was. Zij stellen dat een hogere concentratie mogelijk ernstigere secundaire toxiciteit had kunnen veroorzaken. Hulse en collega's<sup>[hul]</sup> vullen aan dat de methode van verspreiding bij deze aanslag (verdamping van vloeibaar sarin) niet bijzonder effectief was.

Inderdaad, een hogere concentratie, een grotere hoeveelheid en/of een effectievere verspreidingsmethode (bijv. verneveling) zouden ongetwijfeld meer dodelijke slachtoffers hebben geëist in het

incidentgebied. Echter, bij ontvangst van een levende patiënt in het ziekenhuis zal de contaminatie in hoeveelheid beperkt zijn (paragraaf 4.1.2) omdat het slachtoffer anders op de plaats van het incident overleden zou zijn aan de gevolgen van blootstelling. Hierbij zijn 'reanimatie van ernstig blootgestelde patiënten' in het ene ziekenhuis en 'ontvangst van honderden slachtoffers' in het andere ziekenhuis wel scenario's waaruit lessen kunnen worden getrokken.

Deze aanslag met sarin wordt in de literatuur aangehaald voor verschillende doeleinden.

Saunders en collega's<sup>[sau]</sup> wijzen op de risico's ("*potentially devastating effect of chemical contaminated casualties*") om ziekenhuizen aan te sporen zich voor te bereiden op incidenten met gevaarlijke stoffen. Hick en collega's<sup>[hick]</sup> behandelen in hun artikel de risico's van secundaire blootstelling en wijzen er juist op dat de artsen, ondanks blootstelling, de behandeling van patiënten konden voortzetten ("*all continued their patient care duties essentially uninterrupted*").

Het NVIC concludeert uit deze gebeurtenis dat hoewel uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) in dit scenario erg belangrijk zijn om milde gezondheidseffecten te voorkomen, levensreddende handelingen altijd doorgang kunnen vinden, ook als de bescherming van de hulpverlener nog niet (direct) optimaal is.

#### 4.3.2.2. Inzet van sarin tijdens de oorlog in Syrië

Sinds 2012 zijn herhaaldelijk chemische strijdmiddelen, waaronder sarin, ingezet tijdens de oorlog in Syrië. Slachtoffers zijn voornamelijk blootgesteld aan sarin in de vorm van fijne druppelnevel (aerosol), dat vrijkwam na inslag van projectielen die voorzien waren van dit organofosfaat strijdmiddel. Als gevolg hiervan zijn veel blootgestelde slachtoffers in ziekenhuizen opgenomen.

In discussies over het risico van secundaire blootstelling van ziekenhuispersoneel in geval van incidenten met organofosfaat strijdmiddelen worden soms de ervaringen in Syrië aangehaald. Hierbij wordt gewezen op de effectievere verspreidingsmethode (verneveling), de inzet van vermoedelijk zuiverder sarin in grotere hoeveelheden en daardoor uitgebreider gecontamineerde slachtoffers, en het vermeende optreden van ernstiger secundaire toxiciteit in vergelijking met de aanslagen in Tokio (paragraaf 4.3.2.1) en Matsumoto (paragraaf 6.2.5.4).

Er is echter beperkte informatie beschikbaar over de ernst van de symptomen en de omstandigheden waarin secundaire blootstelling mogelijk zou zijn opgetreden. Daarnaast zijn ziekenhuizen vaak het doelwit van aanvallen, waardoor soms ook primaire blootstelling van hulpverleners aan strijdmiddelen heeft kunnen plaatsvinden. Het is moeilijk om conclusies te trekken over het risico voor hulpverleners in goed georganiseerde ziekenhuizen (met voldoende middelen) buiten het incidentgebied op basis van de beschikbare anekdotische informatie. Deze paragraaf poogt het risico van secundaire blootstelling aan sarin door inzet in Syrië in perspectief te plaatsen.

Uit een analyse van beschikbaar beeldmateriaal (Ghouta incident, 2013; zie ook onder) door Rosman en collega's<sup>[ros]</sup> blijkt dat decontaminatie vaak inefficiënt werd uitgevoerd. Er werd te weinig water gebruikt (soms uit plastic flesjes) en slachtoffers werden niet volledig ontkleed. Bovendien bleek dat hulpverleners vaak geen PBM gebruikten, zelfs geen handschoenen. Hierbij lijkt het vaak te gaan om ongetrainde niet-medische hulpverleners. De handelingen vonden regelmatig plaats in ruimtes die niet geschikt waren voor decontaminatie, wat soms resulteerde in plassen spoelwater op de vloer als gevolg van slechte afvoer. Slachtoffers werden vaak naar tijdelijke voorzieningen gebracht in plaats van naar volledig uitgeruste ziekenhuizen. De auteurs stellen dat dit, samen met het grote aantal slachtoffers, waarschijnlijk heeft geleid tot ernstige en zelfs fatale secundaire blootstelling. Het VN-rapport<sup>[uni]</sup> waarnaar de auteurs verwijzen, beschrijft alleen blootstelling van personen die te hulp schoten in het incidentgebied. Symptomen die hierdoor optraden, waren wazig zien, algemene zwakte, beven, 'een gevoel van naderend onheil' en flauwvallen. Naast secundaire blootstelling door onbeschermd contact met slachtoffers kan in dit geval echter ook primaire blootstelling aan sarin hebben plaatsgevonden door aanwezigheid in het (gecontamineerde) incidentgebied.

Het is belangrijk te realiseren dat ziekenhuizen in Syrië vaak het doelwit zijn van aanvallen, waarbij soms ook strijdmiddelen worden ingezet.<sup>[foo]</sup> Dit kan verwarring veroorzaken over de bron van blootstelling van hulpverleners. Hulse en collega's<sup>[hul]</sup> geven in een discussie over het risico van secundaire blootstelling aan organofosfaten aan dat hierdoor in Syrië tenminste één hulpverlener in het ziekenhuis is overleden. Echter, uit het betreffende 'Fact-Finding Mission report' van de OPCW (Organisatie voor het Verbod op Chemische Wapens)<sup>[opc]</sup> blijkt dat er sprake was van een directe aanval met chloorgas op het ziekenhuis (Ltamenah, 25 maart 2017) en niet van secundaire blootstelling aan een organofosfaat. Het slachtoffer was een orthopedisch chirurg die op dat moment bezig was met een ingreep en langdurig werd blootgesteld omdat hij de patiënt niet alleen wilde laten. Dit incident kreeg aandacht in de media, waardoor de naam van deze arts bekend werd. Footer en collega's<sup>[foo]</sup> hebben de ervaringen van ziekenhuispersoneel met aanvallen op ziekenhuizen gedocumenteerd. Naar aanleiding van de inzet van strijdmiddelen in 2017 verklaarde een geïnterviewde: *"The past year Dr [name and date omitted] passed away [exposed to chemical agents while treating a patient] and another anesthesiologist passed away. There have been about 5–6 deaths from our medical staff within the organisation. The truth is that work in the northern countryside is considered suicide."* Hoewel dit geïnterpreteerd zou kunnen worden als tenminste één geval van fatale secundaire blootstelling, lijkt het hoogstwaarschijnlijk om het hetzelfde incident te gaan als hierboven beschreven. Navraag bij de auteurs kon dit echter niet bevestigen, en nadere details over de omstandigheden konden niet worden verstrekt.

In rapporten van de OPCW en de Verenigde Naties (VN) wordt bij een aantal incidenten mogelijke secundaire blootstelling van ziekenhuispersoneel aan sarin beschreven:

- Ghouta, 21 augustus 2013:<sup>[uni]</sup>  
Bij dit incident werd sarin ingezet, waarbij duizenden burgers werden blootgesteld en waarbij 1400 doden te betreuren waren.<sup>[ros]</sup> Veel ernstig blootgestelde slachtoffers werden in ziekenhuizen behandeld. Hoewel in de VN-rapportage<sup>[uni]</sup> wordt aangegeven dat bij interviews met medisch personeel (9 verpleegkundigen en 7 artsen) aandacht zou zijn besteed aan de vraag of secundaire blootstelling is opgetreden, komt dit onderdeel niet meer terug in de resultaten. Er wordt gemeld dat een aantal van hen in het incidentgebied hulp bood, zoals eerste hulp, decontaminatie en vervoer naar het ziekenhuis met personenauto's.
- In een rapportage<sup>[uni2]</sup> over gebeurtenissen waarbij sarin is ingezet (bevestigd of waarschijnlijk) in het jaar 2013, werd bij één van de vijf beschreven incidenten (Jobar, 24 augustus 2013) melding gemaakt van secundaire blootstelling met gezondheidsklachten. Een arts meldde 's avonds 'jeukende ogen' als gevolg van het behandelen van vier ernstig blootgestelde slachtoffers. Daarnaast werden er nog 20 slachtoffers met milde symptomen naar het ziekenhuis gebracht, die na enige tijd weer konden worden ontslagen. Hierbij wordt geen melding gemaakt van het optreden van secundaire toxiciteit.
- Ltamenah, 24 maart 2017:<sup>[opc]</sup>  
Een ziekenhuis ontving in totaal 16 slachtoffers met klachten, zoals kortademigheid, miosis, hoesten, speekselvloed en agitatie. Alle patiënten werden bij aankomst buiten het ziekenhuis volledig gedecontamineerd. Ze werden behandeld met o.a. atropine en konden binnen 24 uur worden ontslagen. Eén geïnterviewde werknemer meldde het optreden van secundaire toxiciteit. Informatie over symptomen, ernst, en gebruik van PBM wordt niet gegeven.
- Khan Shaykhun, 4 april 2017:<sup>[opc2]</sup>  
Een groot aantal slachtoffers werd opgenomen in verschillende ziekenhuizen in Syrië, evenals in buurlanden. Over het aantal slachtoffers en de ernst van de blootstellingen wordt voor drie verschillende Syrische ziekenhuizen in het OPCW rapport<sup>[opc2]</sup> gemeld: 75 slachtoffers (5 ernstig, 20 matig, 50 mild), 20 slachtoffers (5 ernstig, 15 matig/mild) en 40-60 slachtoffers (waarvan er 18 binnen één uur en 6 binnen twee uur na opname overleden). Pas toen bekend werd dat een chemische stof in het spel was, werd decontaminatie bij de ziekenhuizen uitgevoerd (dus niet direct). Over gebruik van PBM wordt niets gezegd.

Over secundaire blootstelling wordt aangegeven:

- 10 leden van de SCD (Syrian Civil Defence; 'White Helmets') milde tot matige symptomen door 'cross contamination' (onduidelijk waar dit plaatsvond en hoe).
- 5 medische hulpverleners in het ziekenhuis (waarvan 3 geïnterviewd) met 'dezelfde symptomen' (niet gespecificeerd en de ernst onduidelijk).

Alsaleh en collega's<sup>[als]</sup> rapporteren in een recent artikel over de behandeling van 17 slachtoffers (waarvan zeker twee ernstig blootgesteld) naar aanleiding van deze aanval. Het artikel geeft geen informatie over het al dan niet uitvoeren van decontaminatie, het optreden van secundaire toxiciteit bij ziekenhuispersoneel en het gebruik van PBM. Op navraag beschrijven de auteurs een chaotische situatie waarbij heel veel slachtoffers (meer dan de 17 voor het artikel geïnccludeerde patiënten) naar het ziekenhuis werden gebracht (voornamelijk door familie en kennissen). Slachtoffers werden buiten het ziekenhuis in een tent gedecontamineerd (kleding uit en spoelen met overvloedig water). Voor hulpverleners was uitgebreide PBM (adembescherming) niet beschikbaar, waardoor blootstelling aan sarin kon plaatsvinden bij contact met patiënten. Secundaire gezondheidseffecten zijn opgetreden, waarvoor in sommige gevallen behandeling nodig was (atropine, bronchodilatoren). Alle hulpverleners herstelden zonder restverschijnselen.

Hoewel de informatie beperkt is, volgt uit de VN- en OPCW-rapportages voor het risico van secundaire blootstelling in het ziekenhuis een vergelijkbaar beeld als uit de publicaties over de aanslag in Tokio ([paragraaf 4.3.2.1](#)). Gezondheidsklachten bij ziekenhuispersoneel worden incidenteel beschreven en er zijn geen aanwijzingen gevonden voor het optreden van ernstige of fatale secundaire toxiciteit. Ook hier geldt dat de contaminatie waarmee een nog levende patiënt het ziekenhuis bereikt, beperkt is. Daarnaast is het duidelijk dat uitzonderlijke omstandigheden de kans op relevante secundaire blootstelling verhoogden, zoals het niet (direct) decontamineren van slachtoffers en het niet of onvoldoende gebruiken van PBM (soms zelfs geen handschoenen).

Tot slot moet over de incidentie wel worden opgemerkt dat er mogelijk sprake is van onder-rapportage van secundaire blootstelling van ziekenhuispersoneel. Zo is het opvallend dat Alsaleh en collega's (zie boven) de gezondheidsklachten niet hebben opgenomen in hun artikel. Over het algemeen is het begrijpelijk dat in een wanhopige situatie, waarbij er vaak ook angst bestaat voor directe aanvallen op het ziekenhuis, de zorgen met betrekking tot secundaire blootstelling vanuit het perspectief van het ziekenhuispersoneel in Syrië op de achtergrond kunnen raken.

#### 4.3.2.3. *Moordaanslagen met organofosfaat strijdmiddelen*

Organofosfaat strijdmiddelen zijn ook ingezet voor (moord)aanslagen op individuele personen:

- [Kim Jong-nam \(2017\)](#)<sup>[nak,cha]</sup>  
Bij de aanslag op Kim Jong-nam (de broer van de Noord-Koreaanse leider Kim Jong-un) werden kort na elkaar twee vloeistoffen in zijn gezicht gesmeerd, waarna door een chemische reactie het organofosfaat strijdmiddel VX werd gevormd. Kim Jong-nam meldde zich met brandende ogen bij een politiepост, waarna hij in elkaar zakte. Hij overleed 20 minuten na blootstelling in een ambulance. Er is geen melding gemaakt van secundaire blootstelling bij omstanders of ambulancezorgprofessionals.
- [Skripal \(2018\)](#)<sup>[has]</sup>  
Op 4 maart 2018 werden Sergei Skripal, een voormalige Russische militaire officier, en zijn dochter bewusteloos aangetroffen op een bankje in een park in Salisbury (Verenigd Koninkrijk). De slachtoffers werden door ambulancezorgprofessionals ABC-gestabiliseerd en naar het ziekenhuis vervoerd. Op de spoedeisende hulp werden ze ontkleed door ziekenhuispersoneel in standaard PBM (nitril handschoenen en schort). Aanvankelijk werd een opioïde intoxicatie vermoed vanwege de symptomen en het veelvuldig drugsgebruik in het park. Op 6 maart bevestigde laboratoriumonderzoek een sterke daling van de cholinesterase-activiteit, duidend op een blootstelling aan een organofosfaat, hetgeen later werd bevestigd

door analyse. Beide patiënten herstelden na langdurige behandeling op de IC, waarbij hoge doses atropine werden toegediend. Een 'oxime' als antidotum werd pas anderhalve dag na de aanslag gegeven en lijkt daardoor niet meer effectief te zijn geweest.

Onderzoek toonde aan dat een 'Novitsjok' was aangebracht op de deurklink van de woning en dat blootstelling via huidcontact had plaatsgevonden.

Door deze aanslag werden ook andere personen blootgesteld. Een politieman betrokken bij het onderzoek werd opgenomen met klachten na contact met de deurklink. In juni van dat jaar werd in een park in Amesbury door een man en een vrouw een parfumsflesje gevonden dat na onderzoek 'Novitsjok' bleek te bevatten, vermoedelijk gebruikt bij de aanslag op Skripal. Beiden werden met vergiftigingsverschijnselen opgenomen in het ziekenhuis nadat ze het 'parfum' op zichzelf hadden aangebracht. De vrouw overleefde deze blootstelling niet. Er zijn geen gezondheidseffecten opgetreden bij ambulancezorgprofessionals en ziekenhuispersoneel door vervoeren en behandelen van zowel de slachtoffers in Salisbury als in Amesbury bij initieel gebruik van standaard PBM.

- Navalny (2020)<sup>[ste]</sup>

Op 20 augustus 2020 werd Aleksej Navalny, een Russische oppositieleider, in een vliegtuig op een binnenlandse Russische vlucht onwel. Hij kreeg last van verwardheid, hevige zweten en braken en verloor het bewustzijn. Na een noodlanding werd hij opgenomen in een lokaal ziekenhuis in Omsk met een duidelijk cholinerg klinisch beeld. Op 22 augustus werd hij overgeplaatst naar een Duits ziekenhuis voor verdere behandeling. Laboratoriumonderzoek bevestigde de diagnose: ernstige blootstelling aan een cholinesteraseremmer. Dit bleek uit nader onderzoek een 'Novitsjok' te zijn. Navalny kreeg in het Duitse ziekenhuis gedurende 10 dagen atropine toegediend. Een 'oxime' als antidotum werd pas twee dagen na de aanslag gegeven en lijkt daardoor niet meer effectief te zijn geweest. Navalny werd ontslagen na 33 dagen en vertoonde volledig herstel na 55 dagen.

Later bleek het 'Novitsjok' te zijn aangebracht aan de binnenkant van zijn ondergoed waardoor direct huidcontact kon plaatsvinden.

Er is geen melding gemaakt van gezondheidseffecten bij hulpverleners in de ziekenhuizen.

Door de aanslagen op Skripal en Navalny is er veel aandacht voor 'Novitsjoks'. Over deze zeer potente organofosfaten is relatief weinig informatie bekend. De slachtoffers zijn door huidcontact aan een niet-vluchtige vloeibare Novitsjok blootgesteld.

Vanuit het gezichtspunt van de aanslagpleger is het logisch om te kiezen voor een niet-vluchtig middel, zoals VX of een Novitsjok. Deze zijn 'persistent' en dus geschikt om voorwerpen mee te contamineren in afwachting van contact met het slachtoffer hiermee. Bij toepassen van deze methode blijft de dader makkelijker buiten beeld. Ten tweede loopt de dader niet het risico om zelf door inhalatie blootgesteld te raken aan de gevaarlijke stof. Het vermijden van direct huidcontact is eenvoudiger. Ten slotte wordt aangenomen dat Novitsjoks, net als VX, kunnen worden gevormd door twee stabiele componenten met lagere toxiciteit te mengen. Deze stoffen vallen niet onder de OPCW restricties en zijn zo makkelijker en veiliger te vervoeren.<sup>[car]</sup>

Bij bovenstaande toepassing van strijdmiddelen treden effecten bij de slachtoffers op door opname door de huid. Voor secundaire blootstelling zou in dit geval direct huidcontact van hulpverleners met de gecontamineerde patiënt nodig zijn, hetgeen te voorkomen is door gebruik van handschoenen. Door onzekerheid over het gebruikte middel, de mate van vluchtigheid en de extreme giftigheid is dit wel een situatie waarin voor de zekerheid uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) zullen worden toegepast.

Aanwijzingen voor een (moord)aanslag met een organofosfaat strijdmiddel zijn het optreden van een cholinerg toxidroom bij het slachtoffer, afwezigheid van aanwijzingen voor een poging tot zelfdoding met een insecticide, achtergrondinformatie over het slachtoffer (land van herkomst,

politicus/activist/dissident) en/of optredende secundaire cholinerge symptomen bij hulpverleners zoals visusstoornissen ('donkerder zicht' door miosis) als blootstelling plaatsvindt aan damp van een (enigszins) vluchtig middel.

### 4.3.3. Fosfideverbindingen

Na ingestie van aluminiumfosfide of zinkfosfide vormt zich bij contact met maaginhoud fosfinegas, dat in de uitademingslucht aanwezig kan zijn. Deze verbindingen worden als biocide gebruikt, bijv. als mollengif en voor het begassen van zeecontainers en bulkkladingen, zoals granen. Puur fosfinegas is geurloos, maar in geval van verontreinigingen of toevoegingen heeft het een knoflookgeur.

Houd er rekening mee dat patiënten ook kunnen zijn blootgesteld aan fosfinegas in het incidentgebied, bijv. door het betreden van een zeecontainer of een scheepsruim waar de fosfideverbindingen zijn gebruikt als biocide. In deze gevallen wordt het gas nauwelijks door het slachtoffer megedragen en is er geen risico op secundaire blootstelling van hulpverleners. Deze paragraaf behandelt uitsluitend gasvorming na inname.

In de literatuur zijn milde gezondheidsklachten gerapporteerd bij hulpverleners na de behandeling van patiënten die fosfideverbindingen hadden ingenomen. Deze klachten deden zich vaak voor onder uitzonderlijke omstandigheden die de secundaire blootstelling verhoogden, zoals behandeling in een slecht geventileerde ruimte of braken van de patiënt:

- In een slecht geventileerde ruimte met daarin een patiënt die een onbekende hoeveelheid aluminiumfosfide had ingenomen, kregen hulpverleners last van misselijkheid, braken, koorts, brandend gevoel in keel, tranenvloed en hoofdpijn.<sup>[aki]</sup> Symptomen verdwenen na 3-4 uur.
- Bij een ander incident<sup>[ste2]</sup> werd na het opmerken van een knoflookgeur de ventilatie uitgezet en de patiënt verplaatst naar een aparte kamer. Twee van de vijf mogelijk blootgestelde hulpverleners kregen last van misselijkheid, duizeligheid en hoofdpijn.
- Na inname van een uitzonderlijk grote hoeveelheid aluminiumfosfide (750 gram, 60%) kwam hiervan een groot deel terug na laryngoscopie. Hulpverleners kregen direct last van oog- en luchtwegklachten. Reanimatie-inspanningen werden voortgezet in de open lucht gedurende nog een uur voordat de patiënt overleed. De spoedeisende hulp werd geëvacueerd en bleef gedurende 36 uur dicht. Hulpverleners maakten gebruik van standaard PBM, waaronder handschoenen, schort en FFP2 mondneusmasker. Deze bieden echter geen bescherming tegen inhalatieblootstelling aan fosfinegas. De behandelend arts meldde voorbijgaande bronchospasmen en een brandend gevoel in de ogen. Een verpleegkundige ervoer ademnood gedurende de volgende dag en werd kortstondig opgenomen in het ziekenhuis.<sup>[mus]</sup>
- In twee andere casusbeschrijvingen, waarin geen melding werd gemaakt van uitzonderlijke omstandigheden, meldden hulpverleners in het ene geval alleen misselijkheid<sup>[noc]</sup> en in het andere geval helemaal geen klachten.<sup>[sha]</sup>
- Secundaire blootstelling van dierenartsen kan plaatsvinden na inname van zinkfosfide mollentabletten door honden, bijv. bij het opwekken of spontaan optreden van braken. Deze tabletten zijn in Nederland niet vrij verkrijgbaar. Navraag van het NVIC bij een vergiftigingeninformatiecentrum voor dieren in de Verenigde Staten leert dat milde klachten (hoofdpijn, irritatie/pijn in keel) bij de dierenartsen zeer incidenteel worden gemeld.

Over het algemeen geven deze blootstellingen geen noemenswaardige problemen, zoals blijkt uit ervaring in landen met een hoge incidentie.

- In India wordt het aantal intentionele innames van aluminiumfosfide geschat op 15.000 per jaar.<sup>[chr]</sup> Ziekenhuispersoneel neemt geen speciale voorzorgsmaatregelen tijdens reanimatie en verdere behandeling, en er worden geen gezondheidseffecten door secundaire blootstelling gerapporteerd.

Het lage risico wordt bevestigd door berekeningen en een incident waarbij sensoren waren ingezet:

- Berekeningen geven aan dat inname van twee tabletten van 3 gram (56%) aluminiumfosfide, niet zal leiden tot een gevaarlijke concentratie in een gebruikelijke behandelkamer van een ziekenhuis bij standaardventilatie.<sup>[lee]</sup>
- In een casusbeschrijving werd een patiënt na het opmerken van een knoflooklucht verplaatst naar een isolatiekamer waar fosfinesensoren werden geïnstalleerd (18 uur na inname). Een verhoging werd gemeten door één sensor die onder de lakens in de buurt van het rectum van de patiënt aanwezig was. Na ventilatie van deze plek werden geen verhogingen van fosfineconcentraties in de ruimte gedetecteerd.<sup>[mus]</sup>

#### 4.3.4. Zelfdodingspoeders (natriumazide, natriumnitriet)

Het gebruik van 'zelfdodingspoeders' is sinds 2017 regelmatig in het nieuws geweest, waarbij ook speculaties zijn geuit over het risico voor omstanders en hulpverleners. Van het zogenaamde 'middel X' werd aanvankelijk niet officieel bekendgemaakt om welke chemische stof het gaat. Na speculaties hierover, zowel online als in de media, ziet het NVIC sinds 2017 een toename van het aantal pogingen tot zelfdoding met vooral natriumnitriet en natriumazide. Ondertussen is op internet bekendgemaakt dat het bij 'middel X' om natriumazide gaat. Het is belangrijk te realiseren dat inname van andere verbindingen bij zelfdoding ook nog steeds mogelijk is.

Na inname van natriumazide ontstaat in de maag het gas waterstofazide. Bij inname van natriumnitriet treedt dit niet op, en daarom is er geen blootstellingsrisico voor de hulpverlener. Deze paragraaf richt zich specifiek op natriumazide. Vanwege toenemende onrust, met name onder hulpverleners buiten het ziekenhuis (ambulance/politie), bij meldingen van 'inname van zelfdodingspoeder', is ook een factsheet met informatie over klinisch beeld, behandeling en risico voor hulpverleners opgesteld (zie bijlage 3). Informatie over het beperkte risico bij betreden van een woning als duidelijk is dat een zelfdodingspoeder is ingenomen, is te vinden in [paragraaf 6.1.1](#). De onrust over 'zelfdodingspoeders' vertoont gelijkenissen met de onrust over secundaire blootstelling aan fentanyl (door misinformatie) in de Verenigde Staten ([paragraaf 6.1.5](#)).

#### Natriumazide

Na inname van natriumazide ontstaat bij contact met water in de maag het gas waterstofazide. Kleine hoeveelheden hiervan kunnen met oprispingen vrijkomen of aanwezig zijn in de uitademingslucht.

In de wetenschappelijke literatuur heeft het NVIC twee incidenten gevonden waarbij secundaire gezondheidsklachten door ziekenhuispersoneel zijn gemeld tijdens de behandeling van één of meerdere patiënten met een natriumazidevergiftiging:

- Tijdens reanimatie werd door enkele hulpverleners hoofdpijn, licht gevoel in het hoofd en misselijkheid gemeld.<sup>[abr]</sup> Vooral na verblijf dicht in de buurt en na langdurig contact met de patiënt. Medewerkers werden vervolgens elke 5-10 minuten gerouleerd tijdens reanimatie. De patiënt had een grote hoeveelheid natriumazide ingenomen: 15-20 gram (waar 2 gram een meer 'gangbare' dosis is). De patiënt overleefde dit niet, alle hulpverleners herstelden.
- Hirose en collega's<sup>[hir]</sup> beschrijven een incident waarbij 7 personen werden vergiftigd met natriumazide dat aan water was toegevoegd. In het ziekenhuis kregen 6 hulpverleners last van 'flauwte', misselijkheid, kortademigheid en hoofdpijn. Allen waren betrokken bij maagspoelen of het 'omgaan met de maaginhoud'. Uitdamping van waterstofazide hieruit werd door de auteurs als oorzaak van de secundaire blootstelling gezien.

In een derde beschreven incident werden uitgebreide maatregelen genomen toen 30 minuten na aankomst van de patiënt aan een 'HAZMAT-team' werd gemeld dat de patiënt natriumazide had ingenomen: de spoedeisende hulp werd gesloten en hulpverleners mochten gedurende een half uur de patiënt niet benaderen. In een publicatie evalueren Downes en collega's<sup>[dow]</sup> het incident met de vraag: wat is het risico van secundaire blootstelling?

- Hulpverleners waren met standaard PBM (oogbescherming, handschoenen, schort, zonder adembescherming) gedurende langere tijd dicht bij de patiënt aanwezig (binnen 1 meter afstand) voor transport, decontaminatie en/of reanimatie: vier hulpverleners gedurende meer dan 60 min, drie gedurende 15-60 minuten en drie gedurende 5-15 minuten. In een telefonische follow-up drie maanden later werd gevraagd of verzuim van werk had plaatsgevonden naar aanleiding van klachten als gevolg van de blootstelling. Bij 8 van de 10 hulpverleners was dit niet het geval. Eén hulpverlener (15-60 minuten contact) had één dag verlof gekregen vanwege oververmoeidheid. Een andere hulpverlener (5-15 minuten contact) was voor enkele weken uit de roulatie vanwege stress als gevolg van het incident. Het optreden van mogelijk milde symptomen werd niet in kaart gebracht vanwege de verstreken tijd tussen incident en follow-up. De auteurs concluderen dat er na inname van natriumazide door een patiënt geen groot risico is op optreden van significante secundaire toxiciteit bij hulpverleners.

De conclusie van Downes en collega's<sup>[dow]</sup> is in lijn met de ervaring van het NVIC en volgt ook uit een uitgebreid overzicht van natriumazide-intoxicaties, zoals dat opgesteld is door Tat en collega's:<sup>[tat]</sup>

- In 2017 leidde aandacht in de media en het publieke debat over 'zelfdodingspoeders', tot een toename van intoxicaties met o.a. natriumazide.<sup>[rie]</sup> In de periode van september 2017 t/m 2023 werd het NVIC geraadpleegd over 50 intoxicaties met deze stof. Het optreden van secundaire toxiciteit werd in geen van deze gevallen gemeld: niet tijdens behandeling in het ziekenhuis en ook niet tijdens vervoer. Twee van deze patiënten werden in het UMC Utrecht behandeld, en er zijn geen speciale voorzorgsmaatregelen genomen anders dan medisch mondneusmasker en oogbescherming tijdens intubatie als onderdeel van het COVID-19-protocol. Gezondheidseffecten traden niet op.
- In een review artikel waarschuwen Tat en collega's medisch personeel voor secundaire blootstelling aan waterstofazide bij de behandeling van slachtoffers van natriumazide. Hierbij verwijzen ze naar de artikelen van Hirose<sup>[hir]</sup> en Downes,<sup>[dow]</sup> die hierboven zijn beschreven. In de eerste casus was echter sprake van een uitzonderlijke situatie, blootstelling door gasvorming vanuit maaginhoud, en in de tweede casus is het (mogelijk) optreden van milde symptomen niet in kaart gebracht. Interessanter is dat het review artikel een uitgebreid overzicht geeft van blootstellingen aan natriumazide in de periode van 2000 t/m 2020. In totaal werden in de wetenschappelijke literatuur 15 incidenten gevonden waarbij accidentele inhalatie- of huidblootstelling aan natriumazide poeder optrad (gescheurde airbag na een auto-ongeluk of industriële incidenten). Daarnaast zijn 23 incidenten gerapporteerd waarbij natriumazide door het slachtoffer was ingenomen (voornamelijk intentioneel; 2 keer ongelukkige verwisseling). Op één incident na (Hirose<sup>[hir]</sup>, zie boven) is secundaire blootstelling van hulpverleners hierbij niet beschreven. Dit is naar onze mening een duidelijke aanwijzing dat het risico van secundaire blootstelling bij natriumazide intoxicaties zeer beperkt is, wat overeenkomt met de ervaring van meldingen aan het NVIC.

#### 4.3.5. Cyanideverbindingen

Na inname van cyanideverbindingen, zoals natrium- of kaliumcyanide, vormt zich door contact met maaginhoud waterstofcyanide (blauwzuurgas). Dit gas heeft de geur van bittere amandelen, maar kan niet door iedereen worden waargenomen. Waterstofcyanide kan in de uitademingslucht aanwezig zijn. Dit is echter te weinig om serieuze gezondheidseffecten bij hulpverleners of omstanders te veroorzaken.

Bij hulpverleners is vaak ongerustheid na inname van cyanideverbindingen door een patiënt en het risico van blootstelling via uitademingslucht, vooral bij toepassen van mond-op-mondbeademing.



- In de literatuur is één casus<sup>[and2]</sup> gevonden waarbij een omstander een ‘voorbijgaand branderig gevoel in de mond’ waarnam na het toepassen van mond-op-mondbeademing bij een persoon die een fatale hoeveelheid kaliumcyanide had ingenomen. Dit was waarschijnlijk het gevolg van direct contact met de stof rond de mond.
  - Dit incident is ook een goed voorbeeld van het effect van angst: nadat was gewaarschuwd voor mogelijk giftige gassen in de kamer, kreeg een aanwezige politieagent last van braken en misselijkheid. De agent kreeg antidota tegen cyanide toegediend en moest vervolgens worden opgenomen in het ziekenhuis vanwege een allergische reactie hierop. De bloedcyanidewaarde werd bepaald maar was negatief. Vijf andere aanwezigen in deze kamer hadden geen klachten.
- In twee gevallen heeft bij post-mortem onderzoek blootstelling van pathologen plaatsgevonden met milde symptomen tot gevolg (hoofdpijn, keelpijn, licht gevoel in hoofd). Er werd geen verhoging van cyanideconcentraties in het bloed waargenomen.<sup>[bur2]</sup>

#### 4.4. Beperkt risico van een radioactief gecontamineerde patiënt

Een patiënt die is gecontamineerd met radioactief materiaal draagt radioactiviteit met zich mee op de huid/kleding (uitwendige contaminatie) en mogelijk in zijn/haar lichaam (inwendige contaminatie). Een patiënt die uitsluitend van buitenaf is *bestraald*, vormt geen risico voor secundaire contaminatie omdat het slachtoffer geen radioactieve stof met zich meedraagt. Als gevolg van een hoge stralingsdosis kan een bestraald slachtoffer wel ernstig ziek worden.

Radioactieve contaminatie heeft meestal de vorm van vaste (stof)deeltjes. Radioactieve stoffen kunnen ook opgelost zijn in een vloeistof voor toediening (nucleaire geneeskunde).

Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen:<sup>[gro3]</sup>

- Incidenten waarbij radioactief materiaal zich heeft verspreid en waarbij slachtoffers mogelijk uitwendig en/of inwendig zijn gecontamineerd, bijv. door:
  - Een terroristische aanslag met een Radiological Dispersal Device (RDD):
    - Verspreiding van materiaal door een conventioneel explosief (vuile bom).
    - Verspreiding zonder explosie door bijv. door verneveling.
  - Een ernstig kernongeval met vrijkomen van radioactief materiaal.
  - Een ongeval in een radionuclidenlaboratorium.
  - Een transportincident met radionucliden (mogelijk bij brand).
  - Verlies of diefstal van een radioactieve bron: als de bron wordt geopend, zoals het Goiânia-incident met radioactief cesium.<sup>[iae]</sup>
- Incidenten waarbij alleen uitwendige bestraling van een slachtoffer heeft plaatsgevonden, maar het slachtoffer niet is gecontamineerd met radioactief materiaal, bijv. door:
  - Een Radiological Exposure Device (RED), waarbij een sterke radioactieve bron op een publieke plaats is verstopt en daar personen in de omgeving bestraalt.
  - Een bedrijfsongeval met een sterke bron, bijv. voor sterilisatie of radiografie.
  - Verlies of diefstal van een radioactieve bron: als de bron intact is maar de afscherming is verwijderd, zoals een incident met een verloren radiotherapiebron.<sup>[iae2]</sup>

Mogelijke blootstellingsroutes voor secundaire contaminatie in geval van radioactieve stoffen:

- Direct contact met gecontamineerde huid en/of kleding.
- Inhalatie door opdarrelen van vaste radioactieve (stof)deeltjes.
- Ook zonder direct contact met de radioactieve stof kan de hulpverlener worden blootgesteld aan de ioniserende straling die wordt uitgezonden (de ‘patiënt als bron van straling’).

Effecten van straling zijn onder te verdelen in:

- Directe effecten (stralingsziekte).
  - o Hiervoor is een zeer hoge stralingsdosis nodig die in de praktijk alleen kan worden opgelopen in directe aanwezigheid van een zeer sterke stralingsbron waarbij het gehele lichaam gedurende langere tijd wordt bestraald. Een gecontamineerde patiënt is als bron nooit sterk genoeg om de hulpverlener in deze mate bloot te stellen. Dit geldt zowel in geval van een incident met een vuile bom als bij contaminatie door een radioactieve lozing na een kernongeval. Zie voor meer informatie over het verloop van stralingsziekte het NVIC Rapport 'Triage en eerste opvang van slachtoffers na stralingsincidenten'<sup>[gro3]</sup> of de REMM-website.<sup>[rem]</sup>
- Kansgebonden (stochastische) effecten.
  - o Blootstelling aan ioniserende straling geeft een toegenomen risico op het op termijn ontstaan van kanker.

In onderstaande paragrafen wordt voor de verschillende typen blootstellingen van het slachtoffer het risico voor de hulpverlener in het ziekenhuis beschreven.

#### **4.4.1. Laag risico bij uitwendig gecontamineerde patiënt**

Uitwendige contaminatie: het radionuclide bevindt zich op de huid en/of kleding van het slachtoffer. Het gecontamineerde huidoppervlak loopt een extra hoge stralingsdosis op.

- Risico op inwendige contaminatie van het slachtoffer door:
  - o Gecontamineerde wonden.
  - o Contact van gecontamineerde vingers met de mond.

Na een uitwendige contaminatie met een radioactieve stof wordt geen ernstige blootstelling van het slachtoffer aan ioniserende straling en het optreden van stralingsziekte verwacht.

Risico's voor hulpverleners in het ziekenhuis:

Voor de hulpverlener is slechts een zeer beperkte stralingsdosis te verwachten door secundaire contaminatie met de radioactieve stof of door 'uitwendige bestraling' (met de 'patiënt als bron').

- Geen directe effecten.
- Toegenomen risico op het ontstaan van kanker is zeer laag.

De hoeveelheid radioactief materiaal die een slachtoffer met zich meedraagt naar het ziekenhuis, is beperkt. Bij een terroristische aanslag zal een radioactieve stof worden verspreid door explosie ('vuile bom') of verneveling, waardoor aanzienlijke 'verdunding' optreedt ([paragraaf 4.1.2](#)).

Dit geldt ook voor een incident tijdens het transport van medische radionucliden, waarbij radioactieve stoffen beperkt kunnen vrijkomen bij een onbeheersbare brand.<sup>[ver,gro3]</sup> Tenslotte wordt in een radionuclidenlaboratorium met een beperkte hoeveelheid radioactief materiaal gewerkt.

Daarnaast hangt het risico af van het soort straling dat wordt uitgezonden:

- Alfastraling: het doordringend vermogen is zeer klein.
  - o Er is geen risico voor de hulpverlener bij uitwendige bestraling of secundaire uitwendige contaminatie: de uitgezonden straling komt niet door de dode opperhuid van de hulpverleners heen.
  - o Een inwendige contaminatie van de hulpverlener door inhalatie of ingestie (contact van gecontamineerde vingers met mond) moet worden voorkomen.
- Bètastraling: het doordringend vermogen is klein.
  - o Verwachte stralingsdosis zal beperkt zijn door de beperkte hoeveelheid materiaal en het beperkte doordringende vermogen (afhankelijk van de stralingsenergie).
- Gammastraling: het doordringend vermogen is over het algemeen hoog.
  - o Verwachte stralingsdosis voor omstanders en hulpverleners zal beperkt zijn door de beperkte hoeveelheid materiaal.

#### 4.4.2. Zeer laag risico bij inwendig gecontamineerde patiënt

Inwendige contaminatie: het radioactief materiaal is door absorptie door de huid, contaminatie van een open wond, inhalatie of ingestie (bijv. door contact met gecontamineerde vingers) opgenomen in het lichaam. Het radionuclide zal zich gedeeltelijk in het lichaam van het slachtoffer nestelen:

- Het slachtoffer wordt gedurende langere tijd intern bestraald.
- Symptomen zijn meer specifiek als een radioactieve stof specifieke doelorganen heeft.
- Stralingsziekte treedt alleen in zeer zeldzame gevallen op.
  - o De vergiftiging van Litvinenko (Londen, 2006), die een zeer hoge dosis polonium-210 moedwillig kreeg toegediend, is zeer uitzonderlijk.<sup>[pol]</sup>

Risico's voor hulpverleners in het ziekenhuis:

Een inwendig gecontamineerde patiënt is voor hulpverleners vrijwel nooit een risico voor contaminatie met de radioactieve stof zelf:

- Het radioactief materiaal kan alleen worden verspreid via lichaamsvloeistoffen (voornamelijk urine en feces).
- Door gebruikelijke hygiënische voorzorgsmaatregelen is het stralingsrisico door de behandeling van een dergelijke patiënt voor het ziekenhuispersoneel verwaarloosbaar.
  - o Zelfs in het extreme geval van de polonium-210-vergiftiging van Litvinenko raakten verpleegkundigen en artsen aan zijn ziekbed niet of nauwelijks gecontamineerd met radioactief materiaal, ondanks dat gedurende vier weken niet duidelijk was dat er radioactief materiaal in het spel was.<sup>[pol]</sup>

Het hangt van het soort straling af of het slachtoffer straling uitzendt (een 'bron van straling' is):

- Alfastraling: het doordringend vermogen is zeer klein.
  - o Een inwendige contaminatie, bijv. polonium-210, zal buiten het lichaam niet meetbaar zijn doordat de uitgezonden alfastraling een klein doordringend vermogen heeft.
- Bètastraling: het doordringend vermogen is klein.
  - o Een inwendige contaminatie zal door de beperkte dracht van bètastraling in weefsels (enkele millimeters; afhankelijk van de energie van de straling) buiten het lichaam van de patiënt geen hoge stralingsniveaus geven.
- Gammastraling: het doordringend vermogen is over het algemeen hoog.
  - o Toch zal in het algemeen de verwachte stralingsdosis voor omstanders beperkt zijn door een vermoedelijk geringe hoeveelheid materiaal waarmee de patiënt gecontamineerd is.

#### 4.4.3. Geen risico bij uitwendig bestraalde patiënt

Uitwendige bestraling: de radioactieve stof komt niet in aanraking met het lichaam van het slachtoffer (vergelijkbaar met het ondergaan van een Röntgenfoto).

- De blootstelling aan ioniserende straling neemt af of stopt zodra de persoon zich:
  - o Voldoende heeft verwijderd van de bron.
  - o De bron voldoende wordt afgeschermd.
- Uitwendige decontaminatie is niet zinvol omdat het slachtoffer geen radioactief materiaal met zich meedraagt.

Na hoge blootstelling kan acute stralingsziekte en/of lokale stralings schade ontstaan bij het slachtoffer.

Risico's voor hulpverleners in het ziekenhuis:

Het slachtoffer vormt geen gevaar voor hulpverleners:

- De patiënt zendt geen ioniserende straling uit en is dus geen secundaire bron.

## 5. Voorbereiding van ziekenhuizen

Het is van groot belang dat elk ziekenhuis zich adequaat voorbereidt op de ontvangst van chemisch of radioactief gecontamineerde slachtoffers, omdat deze zich in elk ziekenhuis kunnen melden:

- Na een incident zal het enige tijd duren voordat uitwendige decontaminatie nabij het incidentgebied door de brandweer wordt opgestart. In de tussentijd kunnen 'zelfverwijzers' onaangekondigd het ziekenhuis bereiken.
  - o Bij grote calamiteiten worden de meeste slachtoffers niet per ambulance naar het ziekenhuis vervoerd, maar komen ze met andere voertuigen zoals bussen, taxi's, personenauto's, politievoertuigen, of komen slachtoffers te voet naar het ziekenhuis.
- In het incidentgebied kan worden besloten een instabiele patiënt zonder uitgebreide decontaminatie naar het ziekenhuis te vervoeren. Hierbij is het volgens de gangbare werkwijze wel de bedoeling dat gecontamineerde kleding wordt verwijderd.

Dit geldt eveneens voor stralingsincidenten. In gebieden met een nucleaire installatie houden ziekenhuizen nadrukkelijk rekening met incidenten waarbij radioactief materiaal vrij zou kunnen komen. Echter, stralingsincidenten kunnen zich overal in Nederland voordoen. Hierbij kan gedacht worden aan incidenten tijdens industrieel gebruik van radioactieve bronnen, in radionucliden-laboratoria, bij transport van medische radionucliden, of als gevolg van een terroristische aanslag. Daarom is het belangrijk dat elk ziekenhuis zich voorbereidt op de ontvangst van slachtoffers in deze situaties.

Hoewel er veel aandacht is voor grootschalige chemische incidenten met veel slachtoffers, is het veel gebruikelijker dat een enkele gecontamineerde persoon zich bij het ziekenhuis meldt als gevolg van een ongeluk in een thuis- of werkomgeving. Ook voor één patiënt kan decontaminatie nodig zijn.

Dit hoofdstuk bevat aanbevelingen ([paragraaf 5.1](#)) en een overzicht van bronnen ([paragraaf 5.2](#)) die nuttig kunnen zijn in de voorbereiding op dergelijke situaties.

### Voorbereiding van Nederlandse ziekenhuizen

In 2015 heeft het NVIC onderzoek verricht naar de beschikbare kennis en middelen in ziekenhuizen met betrekking tot de opvang van slachtoffers na stralingsincidenten.<sup>[gro2]</sup> Van de toenmalige 87 ziekenhuizen met een spoedeisende hulp namen 58 ziekenhuizen deel aan het onderzoek. Enkele interessante bevindingen die relevant zijn voor de aanbevelingen in dit hoofdstuk zijn:

- Ongeveer tweederde van de kleine ziekenhuizen (<500 bedden) was in staat gecontamineerde slachtoffers te decontamineren, terwijl driekwart van de grote ziekenhuizen en alle academische ziekenhuizen daartoe in staat waren.
- Van de ziekenhuizen met decontaminatiemogelijkheden beschikte 70% over in pandige ruimtes en 30% over buitenfaciliteiten, zoals een decontaminatietent.
- Onder de ziekenhuizen zonder decontaminatiemogelijkheden gaf driekwart aan dat er geen concrete afspraken waren gemaakt over de doorverwijzing van slachtoffers.
- De decontaminatiecapaciteit varieerde met de grootte van het ziekenhuis: kleine ziekenhuizen konden 1-4 personen per uur decontamineren, terwijl één groot en één academisch ziekenhuis tot wel 30 personen per uur konden decontamineren.
- Van de deelnemende ziekenhuizen beschreef 30% alleen chemische en/of biologische incidenten in hun rampenopvangplan en niet stralingsincidenten.
- Het merendeel van de ziekenhuizen (71%) hield geen specifieke oefeningen voor stralingsincidenten.

Een belangrijke kanttekening is dat de voorbereiding in 2024 verbeterd kan zijn.

## 5.1. Aanbevelingen

Om goed voorbereid te zijn op de ontvangst van gecontamineerde slachtoffers doet het NVIC aan ziekenhuizen de volgende aanbevelingen:

- Creëer een decontaminatiefaciliteit ([paragraaf 5.1.1](#)).
- Maak afspraken over spreiding van patiënten ([paragraaf 5.1.2](#)).
- Neem stralingsincidenten op in het ZiROP ([paragraaf 5.1.3](#)).
- Neem informatie over PBM en secundaire blootstelling op in protocollen ([paragraaf 5.1.4](#)).
- Opleiden, Trainen, Oefenen (OTO)-plan ([paragraaf 5.1.5](#)):
  - Oefen ook stralingsincidenten.
  - Oefen met uitgebreide PBM.
  - Maak informatie over het risico van secundaire blootstelling onderdeel van scholing.

In de volgende paragrafen worden deze aanbevelingen nader toegelicht.

### 5.1.1. Creëer een decontaminatiefaciliteit

Het is aan te bevelen dat ziekenhuizen die nog niet zijn voorbereid op ontvangst van slachtoffers:

- Zelf mogelijkheden voor opvang en decontaminatie creëren:
  - Een decontaminatieruimte inrichten.
  - Een deel van de ambulancehal hiervoor beschikbaar maken.
  - Eventueel een decontaminatietent aanschaffen.
- Aanvullende PBM voor personeel aanschaffen. Het gaat hierbij vooral om onderdelen van de uitgebreide PBM, waaronder spatschorten of 'overall's' en adembescherming met combinatiefilter ([paragraaf 3.2.2](#)). In de leidraad 'Acute ziekenhuiszorg na IGS<sup>[nazi]</sup>' wordt een praktische set PBM aangeraden.

### 5.1.2. Maak afspraken over spreiding van patiënten

Voor ziekenhuizen die geen of beperkte mogelijkheden hebben om chemisch of radioactief gecontamineerde slachtoffers te decontamineren, is het raadzaam om vooraf een plan op te stellen voor het doorverwijzen van slachtoffers en om hierover afspraken te maken met andere ziekenhuizen in de regio. Het is van essentieel belang om levensreddend handelen altijd direct uit te voeren en pas daarna patiënten door te sturen naar een andere locatie voor decontaminatie.

Zelfs voor ziekenhuizen die grotere aantallen slachtoffers kunnen opvangen, is het verstandig op regionaal niveau afspraken te maken over spreiding, voor het geval de eigen capaciteit tijdens een grootschalig incident ontoereikend blijkt te zijn.

In geval van calamiteiten, aanslagen of grootschalige ongevallen die de reguliere lokale opvangcapaciteit van slachtoffers overstijgen, kan het Calamiteitenhospitaal in het UMC Utrecht worden ingezet. Hier kunnen maximaal 200 slachtoffers opgevangen worden, waarvan de eerste 100 binnen 30 minuten na activering. De combinatie van een groot academisch ziekenhuis, een militair ziekenhuis, een traumacentrum en het NVIC biedt niet alleen de benodigde infrastructuur, maar ook de expertise om adequate behandeling van grotere groepen patiënten mogelijk te maken.

### 5.1.3. Neem stralingsincidenten op in het ZiROP

Voor de ziekenhuizen die in hun rampenopvangplan alleen chemische en/of biologische incidenten hebben beschreven, wordt aanbevolen om specifiek voor de opvang van stralingslachtoffers een aantal zaken vast te leggen, zoals:

- Taakverdeling voor de opvang van stralingslachtoffers op de spoedeisende hulp.
- De rol en beschikbaarheid van de stralingsdeskundige (zoals klinisch fysicus, stralingsbeschermingsdeskundige, toezichhoudend medewerker stralingsbescherming of nucleair geneeskundige), indien aanwezig in het ziekenhuis.
- Overzicht van aanwezige meetapparatuur en referentiewaarden en wie deze apparatuur bedient om een contaminatie vast te stellen en stralingsdoses te meten.

- Contactgegevens van instanties voor informatievoorziening en advisering, zoals van de GAGS (via de regionale meldkamer ambulancezorg) en het NVIC (24/7 nummer: 088-755 8000). Zodoende kan gezondheidskundige informatie over radioactieve stoffen en ioniserende straling opgevraagd worden of nadere informatie over het incident worden verkregen.
- Als het niet mogelijk is om radioactief gecontamineerde patiënten op te vangen (klein ziekenhuis): leg afspraken over doorverwijzing vast ([paragraaf 5.1.2](#)).

#### **5.1.4. Neem informatie over PBM en secundaire blootstelling op in protocollen**

In [hoofdstuk 3](#) wordt aangegeven in welke situaties standaard PBM (handschoenen, schort, mondneusmasker, oogbescherming) voldoende zijn, en in welke uitzonderlijke situaties uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) noodzakelijk zijn. Het verdient aanbeveling om in (decontaminatie)protocollen specifiek te vermelden wanneer uitgebreide PBM nodig zijn.

Het is daarnaast belangrijk dat medewerkers van ziekenhuizen goed geïnformeerd zijn over het beperkte risico van secundaire blootstelling, zelfs in geval van blootstelling aan zeer toxische stoffen. Het oefenen met en het gebruik van uitgebreide PBM zonder adequate uitleg kan het beeld scheppen dat een gecontamineerde patiënt een groot risico vormt voor de eigen gezondheid als deze middelen niet worden ingezet. Deze angst voor secundaire blootstelling kan het nemen van buitenproportionele maatregelen in de hand werken. Levensreddend handelen hoort geen vertraging te ondervinden doordat hulpverleners zonder uitgebreide PBM de patiënt niet durven te benaderen.

De boodschap moet zijn:

- Levensreddend handelen kan altijd doorgang vinden.
- Het toepassen van uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) is verstandig in zeldzame gevallen, om te voorkomen dat mogelijk milde gezondheidseffecten optreden.

Informatie kan worden opgenomen in protocollen en onderdeel zijn van het OTO-plan (zie onder).

#### **5.1.5. Opleiden, Trainen, Oefenen (OTO)-plan**

Oefen ook stralingsincidenten:

De meeste ziekenhuizen oefenen incidenten met slachtoffers die chemisch gecontamineerd zijn geraakt. Tijdens deze oefeningen worden vanzelfsprekend ook procedures beoefend die relevant zijn voor stralingsincidenten, zoals de uitwendige decontaminatie van gecontamineerde slachtoffers, aangezien dit grotendeels op een vergelijkbare wijze plaatsvindt. Het is echter aan te raden om met enige regelmaat oefeningen te houden voor situaties met radioactief gecontamineerde slachtoffers. Dit biedt ziekenhuispersoneel de gelegenheid om meer ervaring op te doen met de specifieke werkwijze bij de opvang en decontaminatie van deze slachtoffers en met de communicatie met (stralings)deskundigen, zowel intern als extern.

Oefen met uitgebreide PBM:

Het is belangrijk om regelmatig te oefenen met het correct uittrekken en aantrekken van uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen), en hierin ook de decontaminatieprocedures te beoefenen.

Maak informatie over het beperkte risico van secundaire blootstelling onderdeel van scholing:

Het is sterk aanbevolen om ziekenhuispersoneel te scholen in het begrip van het beperkte risico dat gepaard gaat met de behandeling van zowel chemisch als radioactief gecontamineerde patiënten. Deze kennis kan angst voor secundaire blootstelling verminderen en het vertrouwen van personeel vergroten. Informatie uit [hoofdstuk 4](#) van dit rapport kan hiervoor als basis dienen, eventueel met algemene informatie over straling uit het NVIC Rapport<sup>[gro3]</sup> over de voorbereiding van ziekenhuizen op stralingsincidenten (zie ook [paragraaf 5.2](#)).

## 5.2. Bronnen ter voorbereiding op ontvangst van gecontamineerde slachtoffers

Bij de voorbereiding op ontvangst van chemisch of radioactief gecontamineerde slachtoffers kunnen naast de informatie in dit rapport ook de volgende bronnen nuttig zijn:

- Leidraad 'Acute ziekenhuiszorg na IGS'.<sup>[naz]</sup>
  - Deze leidraad beschrijft een uniforme werkwijze voor de opvang van slachtoffers van incidenten met gevaarlijke stoffen (IGS). Daarnaast worden de benodigde faciliteiten, materialen en middelen, evenals de rollen en taken van hulpverleners in het decontaminatieproces en de aanbevolen OTO-activiteiten uiteengezet. Ten slotte wordt een praktische PBM-set aanbevolen die voldoende bescherming biedt, snel kan worden aangetrokken en de hulpverleners niet hindert bij het uitvoeren van medische handelingen.
  - Dit document is opgesteld vanuit de 'netwerk acute zorg' regio's met inbreng vanuit relevante externe partijen. Het document vervangt bestaande regionale handreikingen en leidraden.
- Handreiking 'Samenwerking bij slachtofferzorg bij Incidenten met Gevaarlijke Stoffen'.<sup>[nip]</sup>
  - Deze handreiking beschrijft de multidisciplinaire samenwerking die plaatsvindt bij de prehospitalische hulpverlening aan slachtoffers van incidenten met gevaarlijke stoffen. Om ervoor te zorgen dat de zorg na aankomst in het ziekenhuis naadloos aansluit op de prehospitalische zorg, is het van belang dat ziekenhuizen op de hoogte zijn van de informatie in dit document.
- NVKF document 'Aandachtspunten stralingsdeskundige bij opvang van radiologische en nucleaire slachtoffers op de SEH'.<sup>[nvk]</sup>
  - Belangrijkste aandachtspunten beknopt samengevat op een A4-tje als 'zakkaart'.
- Review artikel in Clinical Toxicology.<sup>[gro5]</sup>

'Is secondary chemical exposure of hospital personnel of clinical importance?'

  - Dit artikel biedt een diepgaande analyse van het risico van secundaire blootstelling voor hulpverleners in het ziekenhuis, evenals de benodigde PBM. Hoewel veel van deze informatie al is opgenomen in het voorliggende rapport, geeft het artikel gedetailleerdere casusbeschrijvingen.
- NVIC Rapport 03/2023 'Triage en eerste opvang van slachtoffers na stralingsincidenten'.<sup>[gro3]</sup>
  - Dit rapport behandelt de verschillende patiëntenstromen en benodigde opvang, vanaf het rampterrein tot aan het ziekenhuis, aan de hand van incidenten met een 'vuile bom', een 'verborgen radioactieve bron' en tijdens 'vervoer van medische radionucliden'. Het rapport bevat stroomschema's die de beoordeling, selectie en eerste opvang van deze slachtoffers met bijbehorende maatregelen in kaart brengen.
  - In bijlagen is achtergrondinformatie over radioactiviteit, ioniserende straling en blootstellingsscenario's opgenomen.
- TMT Handbook: 'Triage, Monitoring and Treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act'.<sup>[tmt]</sup>
  - De informatie in dit handboek is een goede aanvulling op NVIC Rapport 03/2023 'Triage en eerste opvang van slachtoffers na stralingsincidenten'.<sup>[gro3]</sup>
  - Vooral interessant is het hoofdstuk 'Medical Management at the hospital'.
- REAC/TS handleiding 'The medical Aspects of Radiation Incidents pocket guide'.<sup>[rea]</sup>
  - Deze handleiding geeft een beknopte beschrijving van de procedures voor het verwijderen van gecontamineerde kleding van een patiënt op een behandeltafel of brancard, natte decontaminatie van een lokale contaminatie en decontaminatie van wonden.
- Radiation Emergency Medical Management (REMM) website.<sup>[rem]</sup>
  - Informatie over o.a. decontaminatie na een radioactieve contaminatie.

## 6. *Risico ambulancezorg-professionals en benodigde PBM*

Ook bij hulpverleners buiten het ziekenhuis, zoals bij politiemedewerkers, brandweer en ambulancezorgprofessionals, kan ongerustheid ontstaan bij contact met personen die (mogelijk) gecontamineerd zijn met chemische of radioactieve stoffen, of wanneer personen deze middelen hebben ingenomen.

Dit hoofdstuk richt zich met name op het risico voor ambulancezorgprofessionals, gezien hun rol bij het behandelen van slachtoffers ter plaatse en het vervoeren van slachtoffers naar het ziekenhuis. De verstrekte informatie is echter grotendeels ook van toepassing op andere hulpverleners buiten het ziekenhuis die betrokken zijn bij de opvang en behandeling van slachtoffers bij deze incidenten. Eerst wordt kort ingegaan op primaire blootstelling aan de bron in het incidentgebied (paragraaf 6.1), waarna secundaire blootstelling aan de 'patiënt als bron' wordt besproken (paragraaf 6.2).

Relevante informatie uit andere delen van dit rapport is samengevat in dit op zichzelf staande hoofdstuk en aangevuld met informatie specifiek voor ambulancezorgprofessionals. Voor meer gedetailleerde informatie, zoals over het risico van een bepaalde stof(groep), wordt verwezen naar relevante paragrafen elders in dit rapport. Voor uitleg over hoe een slachtoffer gecontamineerd kan zijn geraakt en over hoe een uitwendige contaminatie te herkennen is, zijn paragraaf 2.1 en paragraaf 2.2 voor ambulancezorgprofessionals ook van belang.

### Overleg met de Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS)

In het incidentgebied is de situatie voor hulpverleners gevarieerder, ingewikkelder en veranderlijker dan in het ziekenhuis. Ziekenhuispersoneel heeft te maken met zelfverwijzers die over het algemeen een beperkte contaminatie meedragen of met slachtoffers die in het incidentgebied al zijn ontsmet. Bij een goede overdracht vanuit het incidentgebied is doorgaans ook meer informatie beschikbaar. Voor ambulancezorgprofessionals is er in eerste instantie vaak onduidelijkheid over de betrokken stoffen, de mate van verspreiding, en over het al dan niet gecontamineerd (of blootgesteld) zijn van slachtoffers. Daarnaast speelt het risico van primaire blootstelling, zowel aan de bron als door verblijf in een mogelijk gecontamineerd gebied, een grote rol.

Daarom is het bij incidenten met gevaarlijke stoffen van groot belang voor ambulancezorgprofessionals om in een vroeg stadium te overleggen met de Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD. De GAGS kan het risico voor de slachtoffers en hulpverleners inschatten en adviseren over de te nemen maatregelen.

### 6.1. Primaire blootstelling aan de bron

Een belangrijk verschil tussen de situatie in het ziekenhuis en die in het incidentgebied is dat in het incidentgebied primaire blootstelling aan de bron kan optreden.

Bij elke melding waarbij een ambulance wordt ingezet, bestaat de mogelijkheid dat gevaarlijke stoffen betrokken zijn. Dit is niet altijd meteen duidelijk uit de eerste melding en uitrukberichten, zoals bij een 'onwelwording'. Let daarom altijd op signalen die kunnen wijzen op de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen. Denk aan het aantal slachtoffers ('1-2-3 regel'), de aard van een bedrijf, geur, plassen die geen water lijken te zijn, lekkages, en gevarenborden op tankauto's of containers, etc.



Zodra de betrokkenheid van gevaarlijke stoffen zeker of aannemelijk is, is het belangrijk om bij het bedrijf of de brandweer te informeren naar de situatie. Waar bevindt de bron zich en welke delen van het bedrijfsterrein of bedrijfsruimten kunnen veilig worden betreden?

Bij twijfel over de eigen veiligheid op een locatie kunnen medische hulpverleners ook contact opnemen met de Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD.

De GAGS kan, eventueel na overleg met een Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS) van de brandweer, adviseren over de risico's op de locatie.

In bepaalde gevallen kan alleen de brandweer met adequate persoonlijke bescherming een reddingspoging ondernemen. Berucht zijn bijv. ongevallen in mestkelders waar gevaarlijke gassen zich kunnen ophopen. Deze kunnen alleen met onafhankelijke adembescherming worden betreden, omdat hulpverleners anders het risico lopen om zelf slachtoffer te worden. In dergelijke situaties met kans op primaire blootstelling geldt het principe 'Eigen veiligheid eerst'.

In [paragraaf 6.1.1](#) worden risico's voor hulpverleners in een incidentgebied besproken, terwijl [paragraaf 6.1.2](#) zich specifiek richt op risico's in een thuisomgeving. Het is voor hulpverleners van belang om alert te zijn op signalen die kunnen wijzen op een gevaarlijke situatie, vooral met betrekking tot het risico van inhalatieblootstelling aan dampen of gassen ([paragraaf 6.1.3](#)).

Aan de andere kant zijn er situaties waarover bij hulpverleners veel onrust bestaat, maar waarbij het risico in de praktijk zeer beperkt is. Dit is het geval wanneer een thuisomgeving wordt betreden waarin een persoon een zelfdodingspoeder heeft ingenomen ([paragraaf 6.1.4](#)) en bij het aantreffen van fentanyl (in poedervorm) op een locatie ([paragraaf 6.1.5](#)). Het is belangrijk om het risico in deze situaties in het juiste perspectief te plaatsen.

### **6.1.1. Risico op primaire blootstelling in een incidentgebied**

In een ideale situatie wordt na een grootschalig chemisch of radiologisch incident (zoals een industrieel incident, transportongeval of terroristische aanslag) al in het uitrukbericht aangegeven dat er gevaarlijke stoffen in het spel zijn. Het incidentgebied wordt dan snel door de brandweer ingedeeld in 'zones' (hot, warm, cold).<sup>[nipp]</sup> De 'hot zone' bevindt zich direct om de bron, standaard tot minstens 25 meter bovenwinds. In de 'hot zone' is blootstelling aan gevaarlijke concentraties van chemische stoffen direct vanuit de bron mogelijk: primaire blootstelling. Alleen de brandweer opereert in de 'hot zone' en draagt daarbij (voor het specifieke incident) geschikte persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM). Echter, als ambulancezorgprofessionals snel ter plaatse zijn of de betrokkenheid van gevaarlijke stoffen initieel niet is onderkend, is de organisatie in het incidentgebied meestal nog niet volledig operationeel. Hierdoor ontstaat voor de op dat moment aanwezige hulpverleners een reëel risico op onbeschermde primaire (inhalatie)blootstelling. Met name bij een brand en/of explosie in combinatie met de aanwezigheid van gevaarlijke stoffen, kan verspreiding van gas, damp of aerosolen in de omgeving plaatsvinden en blootstelling optreden. Wanneer de uitstoot bij de bron is gestopt, blijft er nog een beperkt risico bestaan op blootstelling bij aanwezigheid in een gecontamineerd gebied, door neergeslagen stofdeeltjes, door condensatie van damp op voorwerpen, of door aanwezigheid van gelekte vloeistof. De kans op relevante inhalatieblootstelling hangt af van de eigenschappen van de betrokken stoffen (dampspanning, toxiciteit) en de hoeveelheden die zijn vrijgekomen.

Het is van groot belang dat hulpverleners bedacht zijn op situaties waarbij één of enkele personen onwel zijn geworden door gasvorming in een slecht geventileerde of besloten ruimte. Denk hierbij aan een incident in een onderhoudsruimte van een zwembad (chloorgas), in het laadruim van een schip of een zeecontainer met goederen (fosfinegas, koolmonoxide, koolstofdioxide), in een mestkelder (waterstofsulfidegas, koolstofdioxide, ammoniakgas, methaan) of bij lekkage van koelsystemen (ammoniak, koolstofdioxide). Gassen kunnen zich concentreren in slecht geventileerde ruimtes of lager gelegen delen van ruimtes (bij gassen die zwaarder zijn dan lucht) waardoor levensgevaarlijke situaties kunnen ontstaan.

## Drugslaboratorium

Voordat ambulancezorgprofessionals een drugslab betreden, dienen ze eerst af te stemmen met andere hulpdiensten zoals politie en brandweer. Over het algemeen is het beter als de brandweer of speciaal getrainde politiemedewerkers de slachtoffers uit het drugslab halen en ontkleden, zodat ambulancezorgprofessionals de slachtoffers buiten kunnen behandelen.

Bij het betreden van een drugslaboratorium ('drugslab') bestaat het risico op blootstelling aan chemicaliën die worden gebruikt voor de productie van drugs (o.a. amfetaminen, XTC) en aan het eindproduct. Het woord 'laboratorium' is misleidend, omdat het meestal gaat om productie onder ongecontroleerde omstandigheden door ongekwificeerd personeel in loodsen, fabrieken, schuren, garageboxen of zelfs woningen. Daarbij worden veel verschillende chemicaliën gebruikt, die vaak in grote hoeveelheden onbeschermd worden opgeslagen en verwerkt. Deze chemicaliën omvatten o.a. ammonia, zuren, logen, organische oplosmiddelen en toxische alcoholen zoals methanol.

Kwikchloride kan worden gebruikt als katalysator bij de synthese.

Uit een literatuurreview<sup>[kop]</sup> naar de gezondheidsrisico's bij incidenten in drugslabs blijkt dat vooral de producenten van drugs (of hun huisgenoten) hoog werden blootgesteld, bijv. door langdurig werken in methanoldamp,<sup>[wij]</sup> door de vorming van koolmonoxide, waterstofsulfide of fosfinegas, of na een explosie met hierdoor blootstelling aan chemicaliën. In sommige gevallen was de blootstelling fataal. Gezondheidsklachten deden zich voor bij politiemedewerkers die drugslabs binnenvielen of ontmantelden.<sup>[wit,bur4]</sup> Klachten die door hen werden genoemd, zijn o.a. hoofdpijn, irritatie van ogen en bovenste luchtwegen, hoesten, kortademigheid, duizeligheid, maagdarmlaatsen, huidirritatie, chemische brandwonden en pijn op de borst. Over het algemeen waren de symptomen mild en van korte duur, maar soms waren ademhalingsproblemen langdurig. Een forensisch onderzoeker werkte 20-30 minuten zonder adembescherming in een drugslab en merkte daarbij een knoflookachtige geur op, duidend op fosfinegas. Door blootstelling ondervond ze duizeligheid, hoofdpijn, hoesten en diarree. Hoesten en kortademigheid waren na negen maanden nog aanwezig bij inspanning.<sup>[bur5]</sup> De kans op het ontstaan van symptomen is hoger in geval van een locatie waar op dat moment drugs worden geproduceerd, bij lekkages, brand, explosie of ongecontroleerde chemische reacties, en bij een langdurig verblijf in het drugslab (onderzoek, ontmantelen).<sup>[wit,bur4]</sup>

### **6.1.2. Risico op primaire blootstelling in een thuisomgeving**

In geval van incidenten in een thuisomgeving zal er in zeer zeldzame gevallen sprake zijn van een beperkt 'brongebied'. Bij blootstelling door verdamping van vluchtige vloeistoffen kan men zich voorstellen dat er in een huiselijke omgeving een hogere blootstelling mogelijk is als naast het slachtoffer ook de omgeving is gecontamineerd, bijv. door braken na inname.

Over het algemeen is de kans op relevante (inhalatie)blootstelling van hulpverleners beperkt bij consumentenproducten die in kleine hoeveelheden in een huishouden aanwezig zijn, zoals corrosieve stoffen-, oplosmiddelen- of chloorbevattende producten.

Indien er sprake is van blootstelling vanuit de (binnen)lucht, is het noodzakelijk om het slachtoffer snel naar de frisse lucht of een schone, goed geventileerde ruimte te brengen. Tegelijk kunnen ramen en deuren in de gecontamineerde ruimte worden geopend. Met deze maatregelen wordt de blootstelling van hulpverleners beperkt.

Incidenteel komt het voor dat personen een poging tot zelfdoding ondernemen door gebruik te maken van gassen die vrijkomen bij het mengen van bepaalde consumentenproducten.

Dit fenomeen staat bekend als 'detergent suicide' of 'chemical suicide'. Voorbeelden van gevormde gassen zijn: waterstofsulfidegas<sup>[mor2]</sup> of koolmonoxide.<sup>[lin2]</sup>

In 2008 werd in Japan een aanzienlijke stijging waargenomen in het aantal zelfdodingen met waterstofsulfidegas, nadat informatie over deze methode via het internet werd verspreid. Morri en collega's<sup>[mor2]</sup> meldden in totaal 220 incidenten met 208 dodelijke slachtoffers over een periode van ongeveer drie maanden. De auteurs gaven aan dat in sommige gevallen ook hulpverleners werden blootgesteld aan het gas, zonder details over de ernst van de blootstelling te verstrekken.

Deze trend heeft zich in Nederland niet voorgedaan. In de afgelopen jaren heeft het NVIC slechts één melding ontvangen van een zelfdoding in een auto door middel van blootstelling aan waterstofsulfidegas uit gemengde schoonmaakmiddelen.

Er zijn meerdere gevaarlijke stoffen die gasvorming veroorzaken bij contact met water of zuur, zoals cyanideverbindingen (natrium- of kaliumcyanide), fosfideverbindingen of natriumazide ([paragraaf 4.2.4](#)). Bij pogingen tot zelfdoding is het echter gebruikelijker dat deze stoffen worden ingenomen. Bij het NVIC zijn geen meldingen bekend waarbij deze stoffen werden gebruikt om een hoge concentratie gas in een ruimte te creëren.

Vorming van chloorgas vindt in een thuisomgeving ook regelmatig per ongeluk plaats door mengen van een chloorhoudend middel met een zure reiniger, zoals een ontkalker. Deze blootstellingen veroorzaken over het algemeen slechts milde klachten bij de persoon die de stoffen per ongeluk heeft gemengd. Hierbij is ook vaak sprake van een afgesloten en slecht geventileerde ruimte, zoals een toilet of badkamer, waarin de blootstelling plaatsvindt. Klachten verdwijnen doorgaans snel na verplaatsing van de blootgestelde persoon naar de frisse lucht.

In een thuisomgeving waarin meerdere personen onwel zijn geworden (of bewusteloos zijn geraakt) zou dit ook veroorzaakt kunnen zijn door een onbedoelde blootstelling aan koolmonoxide.

### 6.1.3. Herkennen van een gevaarlijke situatie

Hulpverleners dienen alert te zijn op signalen die kunnen wijzen op een incident met gevaarlijke stoffen. Zowel de locatie als de uitgevoerde werkzaamheden kunnen hiervoor aanwijzingen geven. Voorbeelden van mogelijke locaties met een gevaarlijke situatie zijn agrarische bedrijven, chemische industrie of een (radionucliden)laboratorium. Ook bij incidenten tijdens schoonmaak- of onderhoudswerkzaamheden of bij transport kunnen gevaarlijke stoffen vrijkomen.

Soms is het vrijkomen van gevaarlijke stoffen zichtbaar, bijvoorbeeld bij een vloeistoflekkage, rookwolk, of druppelnevel ('traangas'). De meeste gassen zijn echter kleurloos en transparant, waardoor ze niet zichtbaar zijn voor het menselijk oog. Het vrijkomen van gecompriëerde gassen (zoals ammoniak, koolstofdioxide) uit een gastank of gasfles kan dicht bij het lek aanvankelijk zichtbaar zijn omdat waterdamp door de zeer lage temperatuur van het gas bevriest tot rijp. Zodra de wolk echter opwarmt, wordt deze onzichtbaar. Sommige gassen hebben bij hogere concentraties wel een kleur, ook bij kamertemperatuur. Zo is een chloorwolk geelgroen en zijn nitreuze gassen gelig tot roodbruin.

Het waarnemen van een ongewone geur op de locatie en/of het optreden van (irritatie)klachten bij hulpverleners zijn waarschuwingssignalen dat er inhalatieblootstelling optreedt. De afwezigheid van deze signalen sluit echter geen risico uit.

Als aanwijzingen voor een aanslag met chemische middelen noemen Krivoy en collega's:<sup>[kri]</sup>

- Slachtoffers met een vergelijkbaar klinisch beeld zonder duidelijke externe verwondingen.
  - Wees voorzichtig bij het benoemen van een chemische terreuraanslag als oorzaak van een brand of explosie. Symptomen kunnen ook worden veroorzaakt door rookinhalatie (irriterende en verstikkende stoffen) en hoeven niet noodzakelijk te wijzen op blootstelling aan andere giftige stoffen. Niettemin is aandacht voor ongebruikelijke gezondheidseffecten belangrijk.
  - De auteurs benadrukken het nut van kennis over 'toxidromen', waarbij chemische stoffen worden ingedeeld op basis van de optredende symptomen. Er bestaan verschillende indelingen. Een veelgebruikte indeling komt voort uit de Advanced Hazmat Life Support (AHL) cursus.<sup>[ahl]</sup>

Zie voor meer informatie en een nuttig stroomschema ook het review artikel 'Toxidrome Recognition in Chemical Weapons Attacks'.<sup>[cio]</sup>

- Ernst van symptomen die correleert met nabijheid tot het 'epicentrum'.
- Gezondheidseffecten bij hulpverleners die als eerste het incidentterrein betreden.
  - In geval van blootstelling aan damp van organofosfaat strijdmiddelen: visusstoornissen, zoals 'donkerder zicht' (als gevolg van vernauwde pupillen).<sup>[nak]</sup>
- Effecten op dieren in de omgeving (of op begroeiing, bijv. in geval van corrosieve stoffen).

Voor het herkennen van een drugslaboratorium worden de volgende indicatoren genoemd:<sup>[omni]</sup>

- Aanwezigheid van busjes of gesloten aanhangers rond een gebouw of dicht tegen een gebouw geparkeerd.
- Een gebouw met afgeplakte ramen of een ogenschijnlijk normale schuur die voorzien is van camera's of een afzuiginstallatie.
- Aanwezigheid van blauwe vaten, jerrycans of vloeistofcontainers.
- Een kenmerkende anijs- of acetonachtige geur.

Als aanwijzingen voor het gebruik van gas bij een poging tot zelfdoding worden genoemd:<sup>[usd,lin2]</sup>

- Het slachtoffer vertoont geen tekenen van trauma.
- Het slachtoffer bevindt zich in een kleine afgesloten ruimte, zoals een toilet, badkamer, slaapkamer, kast of auto.
- Aanwezig tape of plastic om kieren en roosters af te sluiten om de ventilatie te verminderen.
- Een ongewone geur, zoals rotte eieren, amandelen of knoflook.
- Open of lege productverpakkingen of een emmer waarin chemicaliën zijn gemengd.
- Een waarschuwing op een briefje, bijv. op de deur of het autoraam.
- Personen in de omgeving met (ademhalings)klachten.

#### **6.1.4. Onrust over zelfdodingspoeder**

Het NVIC heeft opgemerkt dat hulpverleners, waaronder politie, brandweer en ambulance, zich veel zorgen maken over hun eigen veiligheid na meldingen van inname van een zogenaamd 'zelfdodingspoeder', ook wel bekend als 'middel X'. Het gaat hierbij om chemische middelen die mensen innemen in een poging een einde aan hun leven te maken. De bezorgdheid betreft zowel het directe contact met de patiënt (paragraaf 6.2) als het betreden van de woning.

Een voorbeeld van het laatste is een incident waarbij een politieagent onwel werd nadat hij een woning had betreden waarin een persoon een fatale hoeveelheid 'zelfdodingspoeder' had ingenomen. Het Mobiel Medisch Team werd opgeroepen, de agent werd naar het ziekenhuis vervoerd, naastgelegen woningen werden ontruimd en de overleden bewoner werd door hulpverleners in uitgebreide PBM uit het huis gehaald. De agent was in het ziekenhuis weer goed aanspreekbaar en kon diezelfde middag naar huis. Collega's die ook in de woning aanwezig waren, hebben geen klachten ervaren. Dit voorval kreeg veel aandacht in de media, met krantenkoppen als "*Middel X dat agent verwondde is levensgevaarlijk*" en "*Middel X blijkt gevaarlijk voor omstanders en hulpverleners*". De bezorgdheid bij hulpverleners en berichtgeving rond 'zelfdodingspoeder' vertoont gelijkenissen met de onrust en misinformatie over secundaire blootstelling aan opioïden (in poedervorm) in de Verenigde Staten (paragraaf 6.1.5).

Het is belangrijk om te beseffen dat bij inname van een 'zelfdodingspoeder' verschillende verbindingen betrokken kunnen zijn. In de periode 2017 t/m 2023, heeft het NVIC voornamelijk meldingen over gebruik van natriumazide of natriumnitriet ontvangen. In het geval van natriumnitriet is er een antidotum beschikbaar, namelijk methyleenblauw. Personen die dit snel krijgen toegediend, hebben een grotere kans op overleving. Vertraging in de behandeling als gevolg van angst kan in dit geval dus ernstige gevolgen hebben.

In de thuisomgeving vormt eventueel overgebleven poeder in open zakjes of buisjes geen gevaar voor hulpverleners. Bij direct huidcontact met het poeder of met braaksel van de patiënt is het wel belangrijk om dit af te wassen met water en milde zeep. Hoewel droog poeder niet snel door de huid zal worden opgenomen, kan dit wel gebeuren na langdurig contact (ureen) en het hierbij vochtig worden door zweten, of bij een beschadigde huid. Het is onwaarschijnlijk dat het poeder in grote hoeveelheden spontaan verstuift, waardoor de kans op inhalatie beperkt is.

Wel wordt na inname van natriumazide het gas waterstofazide gevormd door contact met maaginhoud. Kleine hoeveelheden van dit gas kunnen met oprispingen vrijkomen en mogelijk aanwezig zijn in de uitademingslucht van de patiënt. Dit zal echter geen gevaarlijke concentratie in de ruimte veroorzaken en deze kan zonder adembescherming worden betreden. Na inname van natriumnitriet ontstaat geen gas in de maag.

Het is belangrijk om onderscheid te maken tussen inname van natriumazide door een individu en een industriële ongeval met deze stof. In geval van een industrieel ongeval kunnen mogelijk grotere hoeveelheden natriumazide vrijkomen, en er kan meer verspreiding plaatsvinden, vooral in geval van brand of explosie. Bij hoge concentraties van natriumazide (in poedervorm) in de lucht kan er een reëel risico zijn voor hulpverleners. Protocolen voor de brandweer, die een incidentterrein moeten betreden, zijn gebaseerd op dergelijke grootschalige ongevallen.

Zie voor meer informatie over het secundaire risico na inname van natriumazide door een patiënt paragraaf 4.2.4 en paragraaf 4.3.4. Een factsheet met informatie over klinisch beeld, behandeling en risico voor hulpverleners is opgenomen als bijlage 3.

### **6.1.5. Onrust over fentanyl in de Verenigde Staten**

De afgelopen jaren is er in de Verenigde Staten een verontrustende stijging waargenomen in het aantal overdoseringen met uiterst krachtige opioïden, vaak fentanyl of een verwante verbinding.<sup>[mos]</sup> Dit heeft ertoe geleid dat politie en ambulancezorgprofessionals vaker in aanraking komen met slachtoffers of aanwezig zijn op locaties waar deze middelen worden gebruikt of geproduceerd. Bij hen is bezorgdheid ontstaan over blootstelling aan deze opioïden.

In een onderzoek uitgevoerd door Del Pozo<sup>[poz]</sup> en collega's was 80% van de deelnemende hulpverleners het eens met de stelling: "*First responders who encounter fentanyl are at great risk of overdose by touching it or inhaling it.*" Informatie in de media, op internetfora, maar ook afkomstig van overheidsinstanties ("*a small amount [of fentanyl] ingested or absorbed through the skin can kill you*") heeft waarschijnlijk bijgedragen aan het ontstaan van deze bezorgdheid. In de beschikbare wetenschappelijke literatuur daarentegen wordt toxiciteit van deze opioïden bij hulpverleners niet gerapporteerd.

Herman<sup>[her]</sup> en collega's vonden in de periode 2012 tot 2018 214 nieuwsartikelen waarin (vermeende) blootstelling van hulpverleners aan opioïden werd beschreven. Geen van deze artikelen vermeldde echter een waarschijnlijke blootstellingsroute, een passend klinisch beeld of een analytische bevestiging van blootstelling. Beletsky<sup>[bel]</sup> en collega's onderzochten berichtgeving rond dit onderwerp en kwamen tot een vergelijkbare conclusie: van de 551 relevante artikelen (over de periode 2015-2019) bevatte 92% misinformatie. Slechts 18 artikelen (3%) weerlegden het vermeende risico van incidentele blootstelling. De auteurs benadrukken ook hoe snel onjuiste informatie zich kan verspreiden via sociale media. Een incident waarbij een agent onwel werd ("*[felt] his body shutting down*") nadat hij wit poeder van zijn uniform had geveegd en waarna hij vier doses naloxon nodig zou hebben gehad om weer 'op te leven', werd op Facebook 21 miljoen keer bekeken. Dergelijke berichtgeving leidt tot verkeerde aannames, namelijk dat deze agent onwel werd door opname van fentanyl door de huid, iets wat zo snel nagenoeg onmogelijk is.

In de media worden gemelde symptomen vaak direct toegeschreven aan blootstelling aan opioïden, zelfs wanneer de symptomen er niet bij passen. Er kunnen echter andere oorzaken zijn, zoals stress, angst (mogelijk aangewakkerd door de berichtgeving) of huidirritatie door het gebruik van PBM.<sup>[her,be]</sup> Een aanzienlijk aantal blootgestelde hulpverleners kreeg preventief naloxon toegediend of werd naar het ziekenhuis vervoerd. Dit betekent echter niet dat deze maatregelen daadwerkelijk nodig waren. Herman<sup>[her]</sup> en collega's stellen dat overheidsinstanties, vanwege de aandacht in de media, onnodig uitgebreide PBM hebben aanbevolen, tegen het advies van experts in. De auteurs benadrukken dat hoewel deze reactie begrijpelijk lijkt vanuit het oogpunt van 'eigen veiligheid eerst', dit kan leiden tot vertraging in de behandeling van slachtoffers, terwijl juist bij dit soort intoxicaties een snelle toediening van naloxon levensreddend kan zijn.

Het zeer beperkte risico van blootstelling van hulpverleners aan opioïden wordt uiteengezet in een gezamenlijk 'position statement' vanuit het 'American College of Medical Toxicology' (ACMT) en de 'American Academy of Clinical Toxicology' (AACT).<sup>[mos]</sup> Hierin wordt aangegeven dat het zeer onwaarschijnlijk is dat kleine, onbedoelde blootstellingen aan poeder op de huid significante toxische effecten zouden veroorzaken. Mocht er toch toxiciteit optreden, dan ontwikkelt dit niet snel, waardoor er voldoende tijd is voor verwijdering.

Om blootstelling te voorkomen worden de volgende maatregelen aanbevolen:

- Gebruik nitril handschoenen om direct huidcontact te voorkomen.
- Spoel de huid met water als direct huidcontact heeft plaatsgevonden. Gebruik geen handlotions op alcoholbasis voor decontaminatie, omdat opioïden daarmee niet wegspoelen en mogelijk de absorptie via de huid wordt verhoogd.
- Draag bij een (mogelijk) hoge stofconcentratie in de lucht een mondneusmasker (FFP2).

Lynch en collega's<sup>[lyn]</sup> onderschrijven deze aanbevelingen en benadrukken dat een mondneusmasker niet nodig is bij de behandeling van een persoon die een overdosering heeft genomen, ook niet als hierbij op de locatie losse poederresten aanwezig zijn. Bij onverpakte drugs/poeder en zorgen over mogelijke verstuiwing kunnen, naast handschoenen, een mondneusmasker, spatbril en bedekkende werkkleding (lange mouwen) worden overwogen. De auteurs waarschuwen met name voor locaties met meerdere slachtoffers, grote hoeveelheden los poeder of duidelijk zichtbare stofdeeltjes in de lucht, bijv. in een productiefaciliteit na een explosie. In dergelijke gevallen is het van groot belang dat ambulancezorgprofessionals de ruimte niet zelf zonder adequate bescherming betreden en slachtoffers buiten de productiefaciliteit, in een schone ruimte of buiten, behandelen.

Del Pozo<sup>[poz]</sup> en collega's probeerden de misvattingen bij hulpverleners te corrigeren door een module van 10 minuten over fentanyl aan te bieden als onderdeel van een bestaande training. Ze gaven de volgende informatie om de deelnemers te overtuigen van het zeer beperkte risico:

- Nicotinepleisters (ter vergelijking) zijn speciaal ontworpen om de opname van nicotine door de huid te bevorderen, iets wat niet wordt bereikt door blootstelling van de huid aan tabak. Dit principe geldt eveneens voor fentanyl.<sup>[poz,mos]</sup> De auteurs hadden ook fentanylpleisters als voorbeeld kunnen gebruiken en kunnen vermelden dat zelfs bij het gebruik hiervan het uren duurt voordat een therapeutische serumconcentratie wordt bereikt.
- Er zijn geen meldingen van overdoseringen door het routinematig verwerken en verpakken van grote hoeveelheden illegale fentanyl. Bovendien is er geen enkele aanwijzing dat er gedegen voorzorgsmaatregelen worden genomen tijdens deze werkzaamheden om blootstelling te voorkomen.
- Angst voor 'levensgevaarlijk fentanyl' kan leiden tot een paniecreactie met daadwerkelijke fysieke klachten. De symptomen komen niet overeen met het klinische beeld na een overdosis fentanyl.

Na de training daalde het percentage hulpverleners dat het eens was met de onjuiste informatie over blootstelling aan fentanyl van 80% naar 40% (maar de vervolgenquête had een lage respons).

In Nederland is geen sprake van een 'opioïdenepidemie' zoals in de Verenigde Staten. Wel is de afgelopen 15 jaar een stijging te zien in informatieverzoeken aan het NVIC met betrekking tot sterke opioïden. Uit gegevens van het NVIC lijkt er in Nederland geen toegenomen bezorgdheid te zijn onder hulpverleners over mogelijke (secundaire) blootstelling aan deze middelen.

De onrust en berichtgeving over fentanyl in de Verenigde Staten vertoont interessante gelijkenissen met die over 'zelfdodingspoeder' in Nederland ([paragraaf 6.1.4](#)). Dit dient ook als een treffend voorbeeld van de invloed van vaak sensatiegerichte berichtgeving over incidenten in de media. Hier moeten we ons ook in Nederland van bewust zijn.

## 6.2. Secundaire blootstelling aan de 'patiënt als bron'

Deze paragraaf betreft situaties waarin het incidentgebied zonder risico op primaire blootstelling kan worden betreden of waarin de brandweer de slachtoffers uit de 'hot zone' overdraagt aan ambulancezorgprofessionals in de 'warm zone', maar waarbij niet is uitgesloten dat secundaire blootstelling kan optreden aan de 'patiënt als bron'. Deze paragraaf heeft geen betrekking op mogelijke primaire blootstelling aan de bron ([paragraaf 6.1](#)).

Wanneer specifiek wordt gekeken naar de kans op secundaire blootstelling van ambulancezorgprofessionals bij incidenten met chemische of radioactieve stoffen, dan zijn de voorzorgsmaatregelen om deze blootstelling te beperken, het gebruik van standaard persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) ([hoofdstuk 3](#)), en het risico op gezondheidseffecten ([hoofdstuk 4](#)) zoals beschreven voor ziekenhuispersoneel, ook van toepassing op ambulancezorgprofessionals.

Standaard PBM (handschoenen, bedekkende werkkleding met lange mouwen, mondneusmasker, oogbescherming) zijn op de ambulance aanwezig. Deze bieden voldoende bescherming voor ambulancezorgprofessionals tegen secundaire blootstelling in gevallen waarbij een enkele persoon gecontamineerd raakt met consumenten- of professionele producten door een incident in een thuis- of werkomgeving ([paragraaf 6.2.1](#)). Het is hierbij belangrijk om maatregelen te nemen om blootstelling te beperken, zoals het (laten) ontkleden van het slachtoffer voorafgaand aan vervoer naar het ziekenhuis, het snel en volledig opruimen van braaksel en het vermijden van mond-op-mond beademing ([paragraaf 6.2.2](#)).

Uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) worden aanbevolen bij grootschalige incidenten, wanneer ambulancezorgprofessionals worden ingezet in de 'warm zone'. Dit gebied bevindt zich bovenwinds van het brongebied waardoor hulpverleners niet primair worden blootgesteld.

In [paragraaf 6.2.3](#) wordt het risico van mogelijke secundaire blootstelling door de 'patiënt als bron' bij inzet van ambulancezorgprofessionals in de 'warm zone' in perspectief geplaatst. Daarnaast wordt het risico bij behandeling van slachtoffers na een incident in een drugslaboratorium besproken. Samenvattend kan worden gesteld dat bij grootschalige chemische incidenten met branden het risico op significante secundaire blootstelling doorgaans beperkt is. Dit komt doordat bij veel van deze incidenten blootstelling van slachtoffers aan damp of gas plaatsvindt. Situaties waarin slachtoffers mogelijk aanzienlijk gecontamineerd raken met een zeer toxische vluchtige vloeistof, zijn zeer zeldzaam. Bij ernstige contaminatie behoort de brandweer de slachtoffers na een redding uit de 'hot zone' te ontkleden, waardoor een groot deel van de contaminatie al is verwijderd voordat de slachtoffers worden overgedragen aan de ambulancedienst in de 'warm zone'.

Na ontkleden en zo nodig natte decontaminatie van het slachtoffer, volstaat in de 'cold zone' de normale werkkleding.

Er is weinig informatie over het risico van secundaire blootstelling tijdens ambulancevervoer naar het ziekenhuis. Gebaseerd op meldingen aan het NVIC en aan de GAGS, berekeningen van concentraties gevaarlijke stoffen in de ambulance, en casusbeschrijvingen in de wetenschappelijke literatuur, zijn er geen aanwijzingen dat ambulancezorgprofessionals een hoog risico lopen door het vervoer van een gecontamineerde patiënt (paragraaf 6.2.4). Incidenteel zijn alleen lichte en reversibele symptomen gemeld (paragraaf 6.2.5).

Het is van belang om (ernstig) gecontamineerde kleding te verwijderen voorafgaand aan het vervoer naar het ziekenhuis (indien nog niet gedaan door de brandweer). In de ambulance is goede ventilatie, waardoor de blootstelling aan damp vanuit een eventuele restcontaminatie of aan vrijkomend gas uit de maag (of in uitademingslucht) zeer beperkt is. Het snel en volledig opruimen van braaksel na ingestie van stoffen is belangrijk om secundaire blootstelling te beperken. Aanvullend kan eventueel een raam worden geopend, ook bij het waarnemen van een onaangename geur, of bij het optreden van milde klachten bij ambulancezorgprofessionals, zoals irritatie van ogen en/of luchtwegen.

#### Radioactief materiaal

Bij een patiënt die gecontamineerd is met radioactief materiaal, is de te verwachten stralingsdosis voor hulpverleners zeer gering. Deze dosis kan worden opgelopen door secundaire contaminatie met de radioactieve stoffen zelf, of door 'uitwendige bestraling' (met de 'patiënt als bron').

De hoeveelheid radioactief materiaal die een slachtoffer met zich meedraagt naar het ziekenhuis is beperkt. Contaminatie is eenvoudig te voorkomen door gebruik van standaard PBM. Zie paragraaf 4.4.1 voor meer informatie over het beperkte risico.

#### **6.2.1. Standaard PBM**

Bij contact met een patiënt is het gebruikelijk om handschoenen en bedekkende werkkleding met lange mouwen te dragen om direct huidcontact te voorkomen. In de meeste gevallen volstaat deze bescherming ook om medische handelingen bij een chemisch of radioactief gecontamineerde patiënt veilig te kunnen uitvoeren. Secundaire blootstelling kan sterk worden gereduceerd door (ernstig) gecontamineerde kleding te (laten) verwijderen. Als verdere decontaminatie op de locatie niet mogelijk is wordt de patiënt met een (eventuele) restcontaminatie naar het ziekenhuis vervoerd. Het risico op een significante inhalatieblootstelling door verdamping of gasvorming is na ontkleding beperkt, waardoor adembescherming tegen gassen of dampen niet nodig is.

In geval van een uitgebreide contaminatie met een vaste stof (zoals het irriterende bestanddeel in traangas, metalen in poedervorm, asbest en sommige radioactieve stoffen) wordt aanbevolen om een mondneusmasker (bij voorkeur FFP2), oogbescherming (spatbril) en een muts te dragen om blootstelling aan mogelijk opwarrelende deeltjes te beperken.

Bij contaminatie van een enkele persoon in een thuis- of werkomgeving bieden standaard PBM die aanwezig zijn in de ambulance voldoende bescherming. Dit geldt voor:

- Contaminatie met weinig vluchtige stoffen, zoals zuren en logen, waarbij significante inhalatieblootstelling niet te verwachten is. Preventie van contaminatie via direct huidcontact wordt bereikt door het dragen van handschoenen.
- Contaminatie met vluchtige chemicaliën in consumenten- en professionele producten als gevolg van ongelukken tijdens gebruik, of door braken na inname van deze producten. Voorbeelden hiervan zijn oplosmiddelen (paragraaf 4.2.3.1) aanwezig in bestrijdingsmiddelen (paragraaf 4.3.1). In deze gevallen leidt blootstelling aan oplosmiddeldampen of de onaangename geur hoogstens tot milde klachten. De actieve stoffen in bestrijdingsmiddelen zijn weinig vluchtig.



- Contaminatie met vaste stoffen, zoals het irriterende bestanddeel in traangas of pepperspray (paragraaf 4.2.2.1), metalen in poedervorm, asbest en sommige radioactieve stoffen (paragraaf 4.4). Draag in deze gevallen aanvullend een mondneusmasker (bij voorkeur FFP2), oogbescherming en een muts.  
In de praktijk ontstaat soms onrust wanneer een slachtoffer mogelijk is gecontamineerd met asbestvezels, bijv. door een ongeval tijdens verbouwings- of saneringswerkzaamheden. In geval van lichamelijk letsel kan direct medische hulp en stabilisatie van het slachtoffer nodig zijn. Ambulancezorgprofessionals kunnen dit zonder groot risico uitvoeren met behulp van de beschikbare standaard PBM, waaronder een FFP2 mondneusmasker.
- Het vrijkomen van giftige gassen uit de maag die zijn gevormd door contact van de ingenomen stof met water/maagzuur, zoals natriumazide, fosfide- of cyanideverbindingen. De hoeveelheid vrijkomend gas is te weinig om serieuze gezondheidseffecten bij hulpverleners te veroorzaken (paragraaf 4.3.4).
- Restcontaminatie van de huid van de patient wanneer diens kleding al is verwijderd. Bij incidenten met gevaarlijke stoffen binnen een (chemie)bedrijf zal de bedrijfshulpverlening in de meeste gevallen het slachtoffer al van gecontamineerde kleding hebben ontdaan. Indien nodig schakelen zij de hulp van de brandweer in. Bovendien is de kans groot dat het slachtoffer reeds gedoucht is voordat ambulancezorgprofessionals ter plaatse zijn.  
Let op: in geval van grootschalige incidenten waarbij de brandweer meerdere slachtoffers vanuit de 'hot zone' na ontkleding naar de 'warm zone' overdraagt, dragen ambulancezorgprofessionals in de 'warm zone' volgens protocol wel uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) (paragraaf 6.2.3).

### 6.2.2. Maatregelen om secundaire blootstelling te beperken

- Verwijder zo veel mogelijk (ernstig) gecontamineerde kleding vóór vervoer naar het ziekenhuis. Dit is met name belangrijk bij contaminatie met vluchtige vloeistoffen, maar ook bij een sterk stinkend gas zoals waterstofsulfide (geur van rotte eieren).
- Vermijd mond-op-mond-beademing en maak gebruik van masker-ballon-ventilatie bij inname van een gevaarlijke stof. Het risico bij het geven van mond-op-mondbeademing in de praktijk wordt als beperkt beschouwd. Dit komt doordat de hulpverlener uitademt tijdens het toepassen hiervan, en bovendien zijn de concentraties van de stof in de uitgeademde lucht van de patiënt laag. Er kan echter contact zijn met resten van een stof rond de mond.
- Ruim braaksel na ingestie van stoffen direct op om vrijkomen van gas of damp uit braaksel te voorkomen (na inname van vluchtige vloeistoffen of stoffen die een gas vormen na contact met maaginhoud). Zet eventueel een raam open, indien mogelijk, voor extra ventilatie (zie onder).
- Als contact van de gevaarlijke stof met de onbeschermdde huid van de hulpverlener optreedt, spoel dit dan snel af met overvloedig water en gebruik eventueel milde zeep. Dit geldt voor zowel vaste stoffen (deeltjes/poeder), vloeistoffen als braaksel.
- Bij het vervoeren van een patiënt die gecontamineerd is met vaste stof (deeltjes/poeder), zoals radioactief materiaal of asbest, kan de brancard worden afgedekt met een laken dat vervolgens om de patiënt heen wordt teruggeslagen. Deze maatregelen helpen secundaire contaminatie van de ambulance (inclusief apparatuur) en het personeel te voorkomen, wat aanzienlijk kan bijdragen aan het verminderen van schoonmaakwerk achteraf, vooral omdat radionucliden doorgaans moeilijk te verwijderen zijn.
- Zet de ventilatie tijdens het vervoer (paragraaf 6.2.4) op de hoogste stand, indien instelbaar. Een eventueel aanwezig raam in het patiëntcompartiment kan worden geopend. Dit is vooral aan te raden in de volgende situaties:
  - Als de patiënt moet overgeven (naast het zo snel en volledig mogelijk opruimen van braaksel).
  - Als er een onaangename geur wordt waargenomen.

- Als er milde gezondheidsklachten optreden bij ambulancezorgprofessionals, zoals irritatie van ogen en luchtwegen. Het is belangrijk op te merken dat klachten ook gerelateerd kunnen zijn aan geurhinder of het gevolg kunnen zijn van angst en stress. Geurhinder kan leiden tot misselijkheid en hoofdpijn.

Als bovenstaande maatregelen worden getroffen, zijn tijdens het vervoer van de patiënt geen relevante concentraties van de gevaarlijke stof in de ambulance te verwachten. Hierdoor hoeven ambulancezorgprofessionals over het algemeen ook geen adembescherming te gebruiken tijdens het vervoer. Deze is ook niet standaard aanwezig op de ambulance.

De minimale ventilatienorm<sup>[nen]</sup> (vanaf 2020) in een ambulance is vastgesteld op 20 verversingen per uur (dat wil zeggen elke 3 minuten een complete verversing), en in veel gevallen zal de capaciteit van het ventilatiesysteem zelfs nog hoger zijn.

Neem bij twijfel contact op met de Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD voor deskundig advies, met name wanneer:

- Het vanwege lichamelijk letsel niet makkelijk is om het slachtoffer te ontkleden en deze daardoor met gecontamineerde kleding naar het ziekenhuis moet worden vervoerd.
- Er gezondheidseffecten bij ambulancezorgprofessionals optreden of hier bezorgdheid over bestaat bij het vervoer van een met gevaarlijke stoffen gecontamineerde patiënt.

De GAGS kan op basis van stofinformatie en de situatie inschatten of relevante secundaire inhalatieblootstelling kan optreden. Afhankelijk van deze inschatting kan het bijv. toch nodig zijn om vóór vervoer de (buitenste laag) kleding weg te knippen, het slachtoffer op de incidentlocatie te decontamineren, of adembescherming met combinatiefilter te dragen tijdens vervoer.

### 6.2.3. Uitgebreide PBM in het incidentgebied

Na grootschalige industriële- of transportincidenten of na terroristische aanslagen opereren ambulancezorgprofessionals volgens de 'Arbocatalogus'<sup>[azn]</sup> in de 'warm zone' met uitgebreide PBM: adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding ('overall'), en nitril handschoenen. De 'warm zone' bevindt zich bovenwinds van de bron en is niet gecontamineerd. De mogelijke blootstelling die hulpverleners hier oplopen is dus uitsluitend secundair, door de 'patiënt als bron'.

De informatiekaart 'Persoonlijke beschermingsmiddelen in de warme zone' geeft aan:

*"De persoonlijke beschermingsmiddelen moeten hulpverleners beschermen tegen secundaire besmetting bij chemische, biologische, radiologische en nucleaire incidenten. [...] Het ambulancepersoneel zal in staat moeten zijn triage, spotdecontaminatie en levensreddende handelingen te verrichten in de warme zone."*<sup>[azn]</sup>

Het risico op gezondheidseffecten door secundaire blootstelling van ambulancezorgprofessionals in de 'warm zone', door contact met slachtoffers met een mogelijke (rest)contaminatie, is beperkt:

- Situaties waarbij een groot deel van het lichaam van een slachtoffer is gecontamineerd met een gevaarlijke (vluchtige) vloeistof zijn uitzonderlijk, maar zijn mogelijk, bijvoorbeeld bij:
  - Een uitgebreide lekkage van vloeistoffen, bijv. als gevolg van een transport- of bedrijfsongeval, waarbij één of enkele slachtoffers 'in een plas met chemicaliën' liggen of een vloeistof over zich heen krijgen.
  - Een terroristische aanslag waarbij een vloeistof wordt verneveld. In dit geval treedt echter ook 'verdunding' op, waardoor de uitwendige contaminatie voor het merendeel van de (levende) slachtoffers beperkt zal zijn. Alleen dicht bij de bron is een uitgebreidere contaminatie mogelijk.

In deze gevallen zal vaak ook de omgeving gecontamineerd zijn (met risico op primaire blootstelling, zie [paragraaf 6.1](#)), wat betekent dat reddingsacties door de brandweer moeten worden uitgevoerd met adequate PBM. Volgens de gangbare werkwijze draagt de brandweer daarna de slachtoffers over vanuit de 'hot zone' aan de ambulancediensten in de 'warm zone',

waarbij in ieder geval gecontamineerde kleding is verwijderd.<sup>[nip]</sup> Slachtoffers die zijn ontkleed vormen een beperkter risico, aangezien 70-90%<sup>[chi,cox]</sup> van de contaminatie met de kleding is verwijderd.

- Bij grootschalige chemische incidenten worden slachtoffers vaak blootgesteld aan dampen of gassen na brand of explosie. Slachtoffers in het incidentgebied kunnen zo een gevaarlijke inhalatieblootstelling oplopen. Gas blijft echter beperkt in kleding van slachtoffers hangen en damp zal maar in beperkte mate condenseren op huid en kleding. De mate van uitwendige contaminatie van de slachtoffers is daarom in veel gevallen beperkt, zelfs als kleding nog niet is verwijderd (paragraaf 4.1.2). Hieruit volgt ook een beperkt risico op significante secundaire inhalatieblootstelling. Gebruik van handschoenen voorkomt direct huidcontact.
  - o Een voorbeeld van een worst-case blootstelling van slachtoffers aan damp is de aanslag met sarin in Matsumoto (Japan, 1994).<sup>[nak]</sup> Zelfs ambulancezorgprofessionals die onbeschermd aanwezig waren in het gecontamineerde gebied (nadat de 'uitstoot' van sarin al was gestopt) en in contact kwamen met blootgestelde slachtoffers, vertoonden geen ernstige secundaire toxiciteit (paragraaf 6.2.5.4). Dit is vergelijkbaar met de situatie in de ziekenhuizen na de aanslag in Tokio (Japan, 1995), waarbij artsen die (aan damp blootgestelde) slachtoffers behandelden zonder adembescherming, slechts milde gezondheidsklachten ondervonden (paragraaf 4.3.2.1).

Vanwege mogelijk langdurige inzet en het triëren en behandelen van meerdere slachtoffers met een chemische of radioactieve (rest)contaminatie, is het verstandig om een hogere beschermingsgraad in de 'warm zone' toe te passen, zoals voorgeschreven. Ook het optreden van milde klachten is namelijk onwenselijk. Dit komt overeen met het advies om in het ziekenhuis uitgebreide PBM te gebruiken bij decontaminatie van meerdere patiënten, ook bij minder gevaarlijke contaminaties (paragraaf 3.2). Als naar het risico van secundaire blootstelling wordt gekeken dan geldt ook voor ambulancezorgprofessionals dat levensreddende handelingen in bovenstaande situaties altijd kunnen worden uitgevoerd, ook als de bescherming om wat voor reden dan ook nog niet direct optimaal is.

### Drugslaboratorium

Bij een ongeval met gevaarlijke stoffen in een 'drugslab', kunnen slachtoffers gecontamineerd raken met diverse chemische stoffen zoals ammonia, zuren, logen, organische oplosmiddelen, toxische alcoholen (zoals methanol) en de drugs zelf (in poedervorm na verstuiwing).<sup>[kop,wij]</sup>

In de literatuur zijn vier incidenten gevonden<sup>[hor,hor2,bur]</sup> waarbij slachtoffers na een ongeval in een drugslab op eigen initiatief en zonder decontaminatie op de spoedeisende hulp verschenen.

Dit leidde tot secundaire blootstelling met gezondheidsklachten bij ziekenhuispersoneel. De meest voorkomende symptomen waren misselijkheid, braken, duizeligheid en irritatie van de slijmvliezen. Deze symptomen passen bij een lage blootstelling aan de betrokken stoffen maar kunnen (ten dele) ook het gevolg zijn van een onaangename geur. Secundaire blootstelling van ambulancezorgprofessionals is in de geraadpleegde literatuur niet beschreven.

Bij behandeling in een omgeving met schone lucht (bij voorkeur buiten het drugslab in de open lucht) is de verwachting dat het risico van secundaire blootstelling bij gebruik van standaard PBM (handschoenen, bedekkende werkkleding met lange mouwen, mondneusmasker, oogbescherming) in deze situatie beperkt is.

Het is bij dergelijke uitzonderlijke incidenten wel verstandig om te overleggen met de Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD of uitgebreidere beschermingsmaatregelen nodig zijn.

Let op: het grootste risico ligt bij het betreden van een drugslaboratorium en de daardoor mogelijke primaire blootstelling aan dampen of gassen (paragraaf 6.1.1). Laat dat daarom over aan de brandweer met adequate PBM.

#### 6.2.4. Beperkt risico tijdens vervoer naar ziekenhuis

Bij ambulancezorgprofessionals bestaat soms bezorgdheid over hun eigen veiligheid bij het vervoer van een patiënt die is gecontamineerd met een gevaarlijke stof of die een gevaarlijke stof heeft ingenomen. Dit komt doordat het patiëntcompartment van een ambulance een kleine ruimte is, wat de vrees met zich meebrengt dat de concentraties van toxische stoffen hierin hoog kunnen oplopen.

Verdamping van een vluchtige vloeistof kan optreden vanaf gecontamineerde kleding of huid van de patiënt. Deze contaminatie zal beperkt zijn als de gangbare procedure wordt gevolgd, waarbij een patiënt pas wordt vervoerd nadat gecontamineerde kleding is verwijderd (zo nodig ook uit te voeren door ambulancezorgprofessionals). Aan de andere kant kunnen (rest)contaminaties, waarvan wordt verondersteld dat ze zijn verdampt tegen de tijd dat de patiënt in het ziekenhuis arriveert,<sup>[geo]</sup> wel tot blootstelling leiden in de ambulance. Daarnaast kan na ingestie van bepaalde stoffen toxisch gas vrijkomen uit de maag (en in beperkte mate in uitademingslucht aanwezig zijn), of kan de patiënt tijdens het vervoer braken, waarbij gassen vanuit het braaksel kunnen vrijkomen of vluchtige vloeistoffen kunnen verdampen.

Op basis van worst-case berekeningen blijkt dat theoretisch de concentraties van toxische vluchtige stoffen in een afgesloten ambulance (of de cabine van een helikopter) levensgevaarlijk hoog zouden kunnen oplopen. Takegawa en collega's<sup>[tak]</sup> berekenden luchtconcentraties wanneer 100 mL van twee zeer toxische stoffen (afzonderlijk) zouden vrijkomen. In een scenario met verdamping van chloorpicrine (een toxisch chemisch strijdmiddel) uit braaksel en in een scenario met oprisping van waterstofsulfidegas, gevormd door reactie van calciumpolysulfide met maagzuur na inname. Dergelijke hoge concentraties zullen in de praktijk echter niet optreden omdat deze berekeningen gebaseerd waren op onrealistische aannames. Ten eerste werd aangenomen dat er direct volledige verdamping of gasvorming van al het materiaal plaatsvindt, terwijl dit in de praktijk geleidelijk en ook slechts gedeeltelijk (bij uitademing) zal vrijkomen in de omgeving. Bovendien werden de luchtconcentraties berekend zonder rekening te houden met ventilatie.

Hoe snel een gevaarlijke concentratie in de ambulance in de praktijk kan worden bereikt, en of dit binnen het tijdsbestek van een relatief korte rit naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis kan plaatsvinden, is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de snelheid van gasvorming of verdamping (die ook afhankelijk is van temperatuur en de mate van verspreiding over het huid- of kledingoppervlak), de hoeveelheid gas die vrijkomt uit de maag of aanwezig is in uitademingslucht na inname, en de mate van ventilatie in de ambulance. Het is daarom zinvoller om in realistische scenario's de opbouw van de luchtconcentraties in de tijd te modelleren of daadwerkelijk te meten. Het scenario waarbij gas vrijkomt na inname is hierbij het meest relevant, omdat deze uitstoot niet te vermijden is, in tegenstelling tot situaties van uitwendige contaminatie waarbij kleding kan worden verwijderd, of in het geval van braken waarbij braaksel snel en volledig kan worden opgeruimd (paragraaf 6.2.2).

Het NVIC heeft in de wetenschappelijke literatuur geen onderzoek gevonden naar de opbouw van concentraties chemische stoffen in de ambulance tijdens het vervoer van een gecontamineerde patiënt. Echter, berekeningen van het NVIC, waarbij rekening is gehouden met de ventilatie in ambulances, laten zien dat de concentratie gas in een ambulance niet snel gevaarlijk hoog oploopt als een patiënt bijv. een fosfideverbinding heeft ingenomen (paragraaf 6.2.4.1 en bijlage 5).

#### Ventilatie verhogen

Om blootstelling zoveel mogelijk te beperken, is het essentieel dat tijdens de rit in de ambulance voor een goede ventilatie wordt gezorgd. Ambulancezorgprofessionals dienen de mechanische ventilatie indien mogelijk op de hoogste stand te zetten. De minimaal vereiste ventilatie in een ambulance is vastgesteld op 20 volledige luchtverversingen per uur, wat neerkomt op elke 3 minuten een complete verversing.<sup>[nen]</sup> In de praktijk is de capaciteit van de ventilator vaak zelfs nog hoger. Eén ambulancebouwer specificeert een capaciteit van 35 luchtverversingen per uur.

Indien nodig kunnen ramen in het patiëntcompartiment worden geopend, als dit mogelijk is. Afhankelijk van het basisvoertuig beschikken sommige ambulances over een schuifraam in het raam van de rechter schuifdeur. Eventueel kunnen de ramen voor in de ambulance en het schuifraam tussen de compartimenten open worden gezet (indien aanwezig). Het is echter niet de verwachting dat het op deze manier verhogen van de ventilatie nodig is maar het kan overwogen worden bij braken van de patiënt (naast snel en volledig opruimen om verdere uitdamping/gasvorming te voorkomen), het waarnemen van een onaangename geur, of bij optreden van milde klachten bij ambulancezorgprofessionals, zoals irritatie van ogen en luchtwegen. Het openen van ramen is toegepast bij het vervoer van met sarin gecontamineerde slachtoffers van de metroaanslag in Tokio in 1995 ([paragraaf 6.2.5.2](#)).

#### Vervoer per helikopter

Voor bemanning van een traumahelikopter ('LifeLiner') kunnen onvoldoende gedecontamineerde slachtoffers een risico vormen. Yanagawa en collega's<sup>[yan]</sup> raden aan om tijdens incidenten met gevaarlijke stoffen geen traumahelikopters in te zetten, aangezien het onwel worden van de piloot ernstige gevolgen kan hebben. Dit vanwege mogelijke secundaire blootstelling, maar ook vanwege mogelijke primaire blootstelling in het incidentgebied. Het laatste kan worden voorkomen door de helikopter bovenwinds aan te vliegen en te landen. Renard en collega's<sup>[ren]</sup> wijzen erop dat dit niet geldt voor een patiënt die is gecontamineerd met radioactief materiaal na een stralingsincident (het risico is beperkt; [paragraaf 4.4.1](#)).

Het is belangrijk op te merken dat in Nederland de traumahelikopter vooral dient om het medisch team naar het incidentgebied te brengen. De patiënt wordt vervolgens doorgaans samen met arts met de ambulance naar het ziekenhuis gebracht. Inzet van een traumahelikopter is dan uiteraard veilig, mits bovenwinds aan- en afgevlogen wordt.

#### **6.2.4.1. Berekening van fosfineconcentraties in een ambulance**

Het scenario waarin gassen worden gevormd in de maag is interessant omdat het vrijkomen van gas niet kan worden voorkomen, terwijl bijv. gecontamineerde kleding voor transport kan worden verwijderd en braaksel kan worden opgeruimd (zie [paragraaf 6.2.2](#)).

Om een idee te krijgen van de opbouw van concentraties in de ambulance heeft het NVIC een eerdere modelberekening naar fosfineconcentraties in een behandelkamer van een ziekenhuis,<sup>[lee]</sup> ook uitgevoerd voor de situatie tijdens ambulancevervoer (niet gepubliceerde data; zie bijlage 5). Dit onderzoek werd geïnitieerd naar aanleiding van een werkelijke casus waarbij een man een suïcidepoging deed door inname van twee tabletten aluminiumfosfide. Het NVIC heeft de medewerkers van de ambulancedienst gewaarschuwd voor gasvorming en het gebruik van maskerballon-ventilatie aangeraden voor beademing indien nodig. Ambulancezorgprofessionals ondervonden geen klachten tijdens vervoer van deze patiënt. Bij aankomst in het ziekenhuis werd de patiënt echter niet toegelaten op de spoedeisende hulp vanwege de angst voor secundaire blootstelling, en werd hij langdurig buiten in een decontaminatietent verpleegd.

Specifiek voor de inname van een fosfideverbinding zijn modelberekeningen mogelijk omdat de uitscheiding van fosfinegas is onderzocht in een proefdierstudie.<sup>[who]</sup> Voor de ventilatie in de ambulance is zowel uitgegaan van de minimaal vereiste ventilatie volgens de norm NEN-EN 1789<sup>[nen]</sup> (20 verversingen per uur) als van een maximale ventilatie zoals opgegeven door één ambulancebouwer (35 verversingen per uur).

Bij inname van één tablet blijft de *piekconcentratie* in de cabine, zelfs bij de minimaal vereiste ventilatie, ruim onder het 'tijdgewogen gemiddelde' (TGG-8u) van 0,14 mg/m<sup>3</sup> voor werknemers (veilig geacht bij blootstelling aan deze concentratie gedurende 8 uur per dag, 40 uur per week).<sup>[sco,riv]</sup> Gezondheidseffecten zijn bij deze concentratie niet te verwachten.

Bij inname van twee tabletten is de concentratie relatief hoog omdat bij grotere inname het percentage dat uit de patiënt vrij kan komen als fosfinegas veel hoger ligt. In dat geval bouwt de concentratie in de cabine op tot een *piekconcentratie* van 1,29 mg/m<sup>3</sup> bij de minimaal vereiste ventilatie en 0,77 mg/m<sup>3</sup> bij maximale ventilatie (bereikt na respectievelijk 9 en 5 minuten, waarna de concentratie langzaam weer afneemt). Deze piekwaarden liggen boven het 'tijdgewogen gemiddelde' voor een 15 minuten durende blootstelling voor werknemers (TGG-15min; 0,28 mg/m<sup>3</sup>).<sup>[sco,riv]</sup> Als we deze concentraties echter vergelijken met de rampeninterventiewaarden, dan liggen deze onder de alarmeringsgrenswaarde (AGW) van 5,6 mg/m<sup>3</sup> voor een blootstelling gedurende 30 minuten.<sup>[riv]</sup> Bovendien is deze AGW voor fosfinegas zeer conservatief.<sup>[nat]</sup> Desalniettemin zijn milde gezondheidseffecten bij eenmalige blootstelling aan de berekende concentratie ook niet geheel uit te sluiten. Hierbij moet worden opgemerkt dat voor de 'uitstoot in de tijd' worst-case aannames zijn gemaakt, waardoor de daadwerkelijke concentraties in de ambulance zeer waarschijnlijk veel lager zullen zijn (zie bijlage 5).

De bovenstaande modellering toont aan dat met 'realistische worst-case aannames' de concentratie in een ambulance niet snel levensgevaarlijk hoog oploopt. Dit dient als tegenhanger van (te) eenvoudige berekeningen met maximale theoretische gasvorming en uitstoot, zonder ventilatie. Het is belangrijk te realiseren dat zelfs als de modellering kan worden verbeterd, bijv. door een realistischer schatting van de uitstoot en rekening te houden met het effect van rijsnelheid op de ventilatie, dit niet wegneemt dat er altijd een uitzonderlijke situatie kan ontstaan waarbij milde gezondheidseffecten bij ambulancezorgprofessionals kunnen optreden. Wat fosfideverbindingen betreft, is in de literatuur een casus beschreven waarbij een patiënt niet één of twee, maar 250 tabletten had ingenomen.<sup>[mus]</sup> In het ziekenhuis leidde dit tot milde klachten bij hulpverleners nadat een grote hoeveelheid uit de maag terugkwam ([paragraaf 4.3.3](#)). In zo'n uitzonderlijke situatie kan ook voor ambulancezorgprofessionals niet worden uitgesloten dat gezondheidseffecten optreden. De concentratie fosfinegas zal echter geleidelijk toenemen in de ruimte. In de meeste gevallen zal de toenemende concentratie de ambulancezorgprofessionals waarschuwen (zoals ook in het ziekenhuis is gebeurd) door geur en/of het optreden van milde symptomen, zodat een hoge secundaire blootstelling kan worden voorkomen. Zie [paragraaf 6.2.2](#) voor maatregelen om blootstelling te beperken.

### **6.2.5. Milde klachten na secundaire blootstelling van ambulancezorgprofessionals**

In de praktijk komen gezondheidseffecten bij ambulancezorgprofessionals als gevolg van secundaire blootstelling tijdens de behandeling of het vervoer van een patiënt zelden voor. Als er al klachten optreden, zijn deze mild en reversibel van aard. Deze klachten kunnen worden veroorzaakt door blootstelling aan lage concentraties van de betrokken stoffen, hinderlijke geuren, zoals die veroorzaakt door oplosmiddelbevattende producten of een sterk stinkend gas (bijv. waterstofsulfide), of zelfs door angst voor blootstelling.

In de gevonden casusbeschrijvingen is echter niet vermeld wat de ventilatie in de ambulance was. De huidige norm<sup>[nen]</sup> uit 2020 schrijft voor dat de lucht in het patiëntcompartiment 20 keer per uur moet worden verversed. Het is niet duidelijk of alle (oudere) ambulances die op dit moment in bedrijf zijn aan deze norm voldoen. Dat de ventilatie ook aanzienlijk minder kan zijn blijkt uit een onderzoek naar luchtstromen in de ambulance waarbij een capaciteit van maximaal 5 verversingen per uur wordt gemeld voor een (Amerikaanse) ambulance uit 2005.<sup>[lin]</sup>

#### **6.2.5.1. Ervaring uit meldingen aan het NVIC**

Van 2006 t/m 2023 werd het NVIC door de ambulancedienst geraadpleegd over in totaal ongeveer 1550 blootgestelde patiënten: ongeveer 250 gevallen betroffen huidcontact en ongeveer 1300 gevallen intentionele inname (aantal keer braken niet duidelijk). Het ging hierbij om blootstellingen aan huishoudmiddelen, bestrijdingsmiddelen, desinfectantia, doe-het-zelfproducten en industriële stoffen.

In deze periode heeft het NVIC 38 meldingen ontvangen waarbij er zorgen waren over de veiligheid van ambulancezorgprofessionals bij vervoer of behandeling van een patiënt met een uitwendige chemische contaminatie of een patiënt die een chemisch product had ingenomen.

In slechts 2 van deze 38 gevallen werden klachten gemeld die mogelijk (deels) verband hielden met secundaire blootstelling:

- In één geval voelde een ambulancezorgprofessional zich 'onwel' nadat een patiënt had gebraakt na inname van diverse chemische producten, waaronder chloorbleekmiddel, spiritus en anti-vlooiemiddel. Dit zou ook veroorzaakt kunnen zijn door de geur van het braaksel.
- In een andere casus konden de klachten mogelijk ten dele worden toegeschreven aan inhalatie van oplosmiddeldamp uit een bestrijdingsmiddel: hoofdpijn (vaak ook genoemd als gevolg van stank), nekpijn (niet gerelateerd), pijn op de borst, pijn in de keel.

Bij twee incidenten werden door hulpverleners klachten gemeld waarbij het niet geheel duidelijk was of deze het gevolg waren van blootstelling op de locatie of (ook) door (vervoer van) een chemisch gecontamineerde patiënt. In het ene geval meldde ambulancezorgprofessionals irritatie van de ogen bij een incident waarbij een patiënt vermoedelijk was blootgesteld aan pepperspray. In het andere geval meldden hulpverleners ter plaatse (vermoedelijk ook ambulancezorgprofessionals) irritatie van de luchtwegen als gevolg van blootstelling aan chloorbleekloog.

Bij de overige 34 meldingen waarbij bezorgdheid werd geuit over secundaire blootstelling, werden geen gezondheidsklachten gemeld. Hierbij ging het relatief vaak om inname door de patiënt van natriumazide (10x). Daarnaast waren er zorgen na inname van kaliumcyanide, lampenolie, formaline, toluen, (super)warfarine rattengif of een organofosfaat insecticide. In één geval was er een mogelijke uitwendige contaminatie met een bestrijdingsmiddel. Drie keer betrof het blootstelling van slachtoffers aan gassen als gevolg van bedrijfsongevallen.

Het NVIC wordt regelmatig geraadpleegd over deze stoffen. Zo werden in de periode 2017 t/m 2023 in totaal 50 meldingen gedaan met betrekking tot de inname van natriumazide. In geen van deze gevallen werd het optreden van gezondheidseffecten gemeld als gevolg van secundaire blootstelling van hulpverleners: niet tijdens behandeling in het ziekenhuis en ook niet tijdens vervoer.

#### 6.2.5.2. *Casusbeschrijvingen in de wetenschappelijke literatuur*

In een door het NVIC uitgevoerde review van wetenschappelijke literatuur over secundaire blootstellingen lag de focus op ziekenhuispersoneel.<sup>[gro5]</sup> Van de in totaal 23 incidenten (met één of enkele patiënten), waarbij het optreden van gezondheidsklachten bij ziekenhuispersoneel is gemeld, wordt in 11 gevallen melding gemaakt van vervoer per ambulance naar het ziekenhuis. De informatie over mogelijke secundaire blootstelling van ambulancezorgprofessionals is in de casusbeschrijvingen zeer beperkt of afwezig. Slechts bij twee incidenten werden milde symptomen bij ambulancezorgprofessionals specifiek gemeld.

##### Beschrijving van incidenten uit het review artikel in Clinical Toxicology: <sup>[gro5]</sup>

- Bij het vervoer van een patiënt die was blootgesteld aan pepperspray kreeg een ambulancezorgprofessional last van irritatie van ogen en luchtwegen.<sup>[hor]</sup>
- Na vervoer van een patiënt die 'van top tot teen' gecontamineerd was met een organofosfaat insecticide werd een ambulancezorgprofessional onwel (klachten niet gespecificeerd).<sup>[mer]</sup> Het was beter geweest om blootstelling te voorkomen door voorafgaand aan vervoer de gecontamineerde kleding te (laten) verwijderen.
- In een casus waarbij een patiënt na inname van een organofosfaat insecticide gedurende 60 minuten per ambulance werd vervoerd en onderweg braakte, is alleen in het algemeen gerapporteerd over klachten bij medische hulpverleners: een deel had 'milde klachten' maar hierbij is onduidelijk of dit tijdens vervoer of tijdens behandeling in het ziekenhuis optrad.<sup>[sta]</sup>

- In twee beschrijvingen van gasvorming in de maag werden medische hulpverleners, inclusief ambulancezorgprofessionals, geëvalueerd. Bij het ene incident met natriumazide<sup>[dow]</sup> werd achteraf alleen bepaald of significante blootstelling had plaatsgevonden, en dit bleek niet het geval. Naar het optreden van milde symptomen werd echter niet gevraagd. In de andere casus met aluminiumfosfide<sup>[ste2]</sup> werd alleen genoemd dat er ‘geen blijvende klachten’ optraden.
- Na vervoer van een patiënt die arseentrioxide had ingenomen (waarbij vorming van arsinegas optreedt), werd aangegeven dat ambulancezorgprofessionals geen klachten ondervonden, in tegenstelling tot het ziekenhuispersoneel.<sup>[kin]</sup> In het ziekenhuis was de blootstelling aan arsinegas vermoedelijk hoger door het uitvoeren van maagspoeling en het later uitvoeren van een operatie waarbij de maag werd verwijderd (blootstelling door gasvorming, maar in dit geval volgens de auteurs ook door blootstelling aan deeltjes in nog vaste vorm).
- In twee gevallen traden bij ambulancezorgprofessionals lichte klachten op door aanwezigheid in het incidentgebied (branden bij methamfetaminelaboratoria) en dus primaire blootstelling aan de bron.<sup>[hor]</sup>
- In drie gevallen wordt helemaal niet gerapporteerd over mogelijke gezondheidseffecten bij ambulancezorgprofessionals.<sup>[mor,noc,lar]</sup> Betreffende casusbeschrijvingen:
  - Patiënt met inname van drie tabletten aluminiumfosfide (vorming van fosfinegas).<sup>[noc]</sup> Ambulancezorgprofessionals waren 4 minuten aanwezig bij de patiënt op locatie, gevolgd door 15 minuten tijdens vervoer. In het ziekenhuis werd een sterke geur waargenomen en traden snel na aankomst klachten op bij het ziekenhuispersoneel (misselijkheid). Gezondheidseffecten bij ambulancezorgprofessionals zijn niet beschreven.
  - Tientallen personen werden blootgesteld aan traangas (bevat een irriterende vaste stof, die achterblijft op huid/kleding na verdampen van het oplosmiddel) in een nachtclub.<sup>[mor]</sup> In het ziekenhuis ondervonden twee verpleegkundigen irritatie van keel en ogen tijdens het ontkleden van 12 patiënten op de spoedeisende hulp (opdarren van stofdeeltjes). Gezondheidseffecten bij ambulancezorgprofessionals tijdens het vervoer of tijdens het verlenen van hulp op de incidentlocatie zijn niet beschreven.
  - Bij aankomst van een patiënt gecontamineerd met zwavelzuur (en mogelijk fosforzuur) was op de spoedeisende hulp een sterke geur waarneembaar.<sup>[lar]</sup> Klachten ontstonden bij ziekenhuispersoneel tijdens het uitvoeren van decontaminatie. Door de lage vluchtigheid van deze stoffen lijkt echter een significante blootstelling onwaarschijnlijk. Gezondheidseffecten bij ambulancezorgprofessionals zijn niet beschreven.

#### Aanvullende informatie uit de wetenschappelijke literatuur:

- Omar en collega's<sup>[oma]</sup> melden een incident waarbij een man na inname van een organofosfaat insecticide braakte en hiermee zijn kleding ernstig gecontamineerde ('*clothing was drenched in vomitus*'). Ambulancezorgprofessionals behandelden de patiënt gedurende 30 minuten op locatie, waarbij handschoenen werden gedragen. Tijdens het vervoer werd een 'overweldigende stank' waargenomen, waarna ramen werden geopend voor betere ventilatie. Symptomen bij de drie ambulancezorgprofessionals: braken (2), duizeligheid (2), misselijkheid (1), hoofdpijn (1). Blootstelling aan de oplosmiddeldamp (het organofosfaat is weinig vluchtig) had voorkomen kunnen worden door voorafgaand aan vervoer de gecontamineerde kleding te verwijderen.
- Vanuit een ziekenhuis in Sri Lanka wordt door Roberts<sup>[rob]</sup> gemeld dat bij ziekenhuispersoneel maar heel zelden milde en kortdurende gezondheidsklachten (misselijkheid, kortademigheid)



optreden bij de behandeling van patiënten die een organofosfaat insecticide hebben ingenomen. Dit terwijl in een periode van 2 jaar meer dan 700 patiënten zijn ontvangen. De auteur geeft aan dat dit mogelijk komt door de goede ventilatie ('behandelruimte open naar de buitenlucht'), maar voegt hier ook aan toe: "*However, we are not aware of reports of more severe toxicity in relatives or ambulance officers who transfer patients.*"

- Analyse van 33.000 chemische incidenten door Horton<sup>[hor2]</sup> en collega's:

In een analyse van chemische incidenten in de Verenigde Staten in de periode 2003-2006 is ook onderzocht hoe vaak toxiciteit door secundaire blootstelling optrad bij ambulancezorg-professionals. Van de naar schatting 1900 incidenten waarbij patiënten naar het ziekenhuis werden vervoerd (paragraaf 4.1.1), meldden ambulancezorgprofessionals in vijf gevallen milde klachten als gevolg van (vermeende) secundaire blootstelling.

De vervoerde patiënten waren gecontamineerd met zwavelzuur, oplosmiddelen, chloorbleekmiddel, ammonia of traangas. De voornaamste symptomen bij ambulancezorgprofessionals waren irritatie van luchtwegen en ogen. In één geval traden chemische brandwonden op na direct huidcontact met zwavelzuur. Deze blootstelling had voorkomen kunnen worden door het gebruik van handschoenen. Hoewel het logisch lijkt te veronderstellen dat secundaire blootstellingen tijdens vervoer optraden, is dit niet altijd duidelijk. Slechts enkele incidenten worden door de auteurs ter illustratie beschreven, en in tenminste één daarvan bleken ambulancezorgprofessionals te zijn blootgesteld in het incidentgebied (primaire blootstelling aan traangas) en niet via de patiënt (secundaire blootstelling tijdens het vervoer). Uit dit onderzoek kan de conclusie worden getrokken dat er incidenteel wel secundaire blootstelling van ambulancezorgprofessionals optreedt, maar dat de symptomen over het algemeen mild van aard zijn.

### 6.2.5.3. *Secundaire blootstelling aan het strijdmiddel sarin*

Het is interessant om stil te staan bij de aanslagen met het organofosfaat strijdmiddel sarin in Matsumoto (Japan) in 1994 en in Tokio (Japan) in 1995 als blootstellingsscenario en de daaruit voortvloeiende risico's voor betrokken hulpverleners in het incidentgebied. Secundaire blootstelling kan optreden door inhalatie na verdamping of door direct huidcontact met de vloeistof.

#### Matsumoto (Japan, 1994):

In een woonwijk in Matsumoto verspreidden sekteleiden 12 liter sarin met behulp van een verwarmingselement en een ventilator op een truck.<sup>[nak]</sup> Hierdoor werden meer dan 600 personen blootgesteld aan sarindamp, resulterend in 7 dodelijke slachtoffers, waarvan er 4 overleden tijdens het vervoer naar het ziekenhuis.<sup>[mor3]</sup>

Bij de hulp in het incidentgebied en bij het vervoer van slachtoffers naar het ziekenhuis waren 52 hulpverleners betrokken,<sup>[nak]</sup> waarvan 18 hulpverleners klachten ondervonden door blootstelling aan sarin. Eén hulpverlener werd in het ziekenhuis opgenomen (zie onder). Decontaminatie van slachtoffers in het incidentgebied vond niet plaats, en hulpverleners droegen normale werkkleding (zonder handschoenen en zonder adembescherming), omdat aanvankelijk niet bekend was dat het om een aanslag met een gevaarlijke stof ging.

Het is belangrijk te beseffen dat de blootstelling van hulpverleners zowel primaire blootstelling omvatte, door aanwezigheid in het gecontamineerde gebied (nadat de 'uitstoot' van sarin was gestopt), als secundaire blootstelling door contact met slachtoffers.

Nakajima en collega's<sup>[nak]</sup> beschrijven de blootstelling en symptomen van de hulpverleners als volgt:

- Hulpverlener opgenomen in het ziekenhuis.  
Deze hulpverlener was samen met twee collega's 35 minuten na de aanslag als eerste aanwezig in het gecontamineerde gebied, slechts 20 meter verwijderd van de plek waarvandaan sarin was verspreid. Bij het betreden van een huis waar zich twee ernstig

blootgestelde slachtoffers bevonden, traden bij hem onmiddellijk visusstoornissen op ('donkerder zicht'). Drie slachtoffers werden naar het ziekenhuis vervoerd, waarbij de hulpverlener één slachtoffer reanimeerde. Gedurende 4,5 uur na de aanslag zocht hij in het incidentgebied (binnen en buiten) naar slachtoffers en vervoerde hij 6 slachtoffers in twee ritten naar het ziekenhuis. Na het beëindigen van zijn dienst had de hulpverlener hoofdpijn, begon te braken en werd hij opgenomen in het ziekenhuis, waar hij werd behandeld met atropine en zuurstof. De cholinesterase-activiteit, als indicatie van de mate van blootstelling, werd niet bepaald. Dezelfde dag verliet hij op eigen initiatief het ziekenhuis.

– Overige hulpverleners:

Tijdens het werk traden bij 17 hulpverleners de volgende symptomen op: pijn in ogen (9), 'donkerder zicht' (4), 'vernauwing van gezichtsveld' (2), misselijkheid of braken (3), hoofdpijn (3), loopneus (3), keelpijn (2), vermoeidheid (2), moeilijke ademhaling (1). Bij medische evaluatie drie weken later waren de symptomen niet meer aanwezig, en op dat moment was de cholinesterase-activiteit bij geen van de hulpverleners afwijkend.

- Ter vergelijking, bij ernstig blootgestelde bewoners was de cholinesterase-activiteit na drie weken nog verlaagd. Bij alle onderzochte personen normaliseerden de waarden binnen drie maanden.<sup>[mor3]</sup>

Het is van belang te realiseren dat visusklachten ook kunnen optreden na direct contact van sarindamp met de ogen en daarom niet noodzakelijkerwijs een teken zijn van systemische toxiciteit (opname van sarin in het lichaam).

Het is lastig om op basis van dit incident conclusies te trekken over het risico van secundaire blootstelling, omdat de hulpverleners zowel aanwezig waren in het gecontamineerde gebied als contact hadden met gecontamineerde slachtoffers en deze naar het ziekenhuis vervoerden. Daarnaast is het mogelijk dat er naast inhalatieblootstelling ook direct huidcontact heeft plaatsgevonden, aangezien handschoenen niet werden gebruikt. De inzet begon 35 minuten na verspreiding van sarin. Hoe later hulpverleners werden ingezet, hoe kleiner de kans op het optreden van symptomen was.

Uiteraard is dit een situatie waarbij, indien het scenario bekend is, in het incidentgebied (volgens de gangbare werkwijze) uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter, chemicaliënbestendige beschermende kleding en handschoenen) zouden moeten worden gedragen om blootstelling te voorkomen. Het is echter duidelijk (en geruststellend) dat de symptomen bij hulpverleners zelfs in deze extreme omstandigheden reversibel waren en levensreddende handelingen zonder grote problemen konden worden uitgevoerd.

Tokio (Japan, 1995):

Ruim een half jaar later pleegde dezelfde sekte een tweede aanslag: in Tokio werden duizenden mensen blootgesteld aan sarin doordat deze stof in verschillende metrostations werd verspreid. Er waren twaalf dodelijke slachtoffers te betreuen. Van de 1364 ingezette ambulancezorg-professionals werden er 135 (9,9%) behandeld in het ziekenhuis vanwege het optreden van toxiciteit door blootstelling (ernst onduidelijk).<sup>[oku4]</sup> Bij de meeste hulpverleners (aantal niet genoemd) traden symptomen op tijdens het vervoer van slachtoffers naar het ziekenhuis. In totaal werden 688 slachtoffers vervoerd. Er werd verondersteld dat secundaire blootstelling plaatsvond door verdamping van sarin uit gecontamineerde kleding van de niet gedecontamineerde slachtoffers. In eerste instantie was de ventilatie in de ambulances slecht door de gesloten ramen (ventilatievoud niet gemeld). Na het signaleren van secundaire toxiciteit bij ambulancezorgprofessionals werd aangeraden om tijdens het vervoer de ramen volledig te openen (de effectiviteit van deze maatregel wordt niet vermeld in de publicaties).

#### Inzet van sarin tijdens de oorlog in Syrië:

Sinds 2012 zijn tijdens de oorlog in Syrië herhaaldelijk chemische strijdmiddelen, waaronder sarin, ingezet. Er zijn meldingen van gezondheidsklachten door secundaire blootstelling van hulpverleners (paragraaf 4.3.2.2). Informatie over de omstandigheden van blootstelling is schaars en vaak afkomstig uit interviews met hulpverleners. Bij inzet in het incidentgebied kan ook primaire blootstelling plaatsvinden.

Een OPCW rapportage<sup>[opc2]</sup> vermeldt na een aanval met sarin in Khan Shaykhun het volgende:

Een ambulance vertrok vanaf de incidentlocatie met vijf slachtoffers, waarvan één een hulpverlener was. Kort na vertrek voelde de ambulancebestuurder zich slaperig. Ongeveer twee uur later werd de ambulance in de buurt van de locatie gevonden. Zowel de bestuurder als de andere hulpverlener, die zich in de ambulance bevond, kwamen bij bewustzijn in het ziekenhuis. Er zijn geen verdere details bekend over de symptomen bij de hulpverlener en de bestuurder.

# Literatuur

- [abr] Abrams J. Suicidal Sodium Azide Ingestion. *Ann. Emerg. Med.* 1987;16:1378-1380. URL: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(87\)80423-7](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(87)80423-7)
- [ahl] AHLS Advanced Hazmat Life Support. Provider Manual. 5th edition. Tucson, AZ, AHLS 29 International Headquarters, 2017.
- [aki] Akinci E. et al. Secondary intoxication of emergency department personnel with a flammable and highly toxic gas: a lethal aluminum phosphide poisoning case. *Hong Kong J Emerg Med* 2012;19(1):54-7. URL: <https://doi.org/10.1177/102490791201900110>
- [als] Alsaleh et al. Acute Health Effects and Outcome Following Sarin Gas Attacks in Khan Shaykhun, Syria. *Cureus.* 2022;14(2): e22188. URL: <https://doi.org/10.7759/cureus.22188>
- [and] Anderson J. et al. Secondary (nosocomial) poisoning from organophosphates in health workers, fact or fiction? *Toxicol Lett* 2010;196(Suppl 1):S321. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxlet.2010.03.1013>
- [and2] Andrews J.M. et al. The biohazard of cyanide poisoning during post-mortem examination. *Journal of Forensic Sciences* 1989;34(5):1280-1284.
- [azn] AZN 2018, Arbocatalogus ambulancezorg. 'Veilig, gezond en plezierig werken in de ambulancezorg'.
- [bak] Baker D. The problem of secondary contamination following chemical agent release. *Critical Care* 2005;9:323-324. URL: <https://doi.org/10.1186/cc3509>
- [bel] Beletsky et al. Fentanyl panic goes viral: The spread of misinformation about overdose risk from casual contact with fentanyl in mainstream and social media. *Int J Drug Policy.* 2020;16:86. URL: <https://doi.org/10.1016/j.drugpo.2020.102951>
- [bur] Burgess J.L. et al. Emergency Department Hazardous Materials Protocol for Contaminated Patiënts. *Ann. Emerg. Med.* 1999;34:205-212. URL: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(99\)70230-1](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(99)70230-1)
- [bur2] Burton J.L. Health and safety at necropsy. *J Clin Pathol.* 2003;56:254-260. URL: <http://dx.doi.org/10.1136/jcp.56.4.254>
- [bur3] Burgess J.L. Hospital evacuations due to hazardous materials incidents. *Am J Emerg Med.* 1999;17:50-52. URL: [https://doi.org/10.1016/s0735-6757\(99\)90016-5](https://doi.org/10.1016/s0735-6757(99)90016-5)
- [bur4] Burgess J.L. et al. Investigating clandestine drug laboratories: adverse medical effects in law enforcement personnel. *Am J Ind Med.* 1996;30(4):488-494. URL: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0274\(199610\)30:4%3C488::AID-AJIM15%3E3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0274(199610)30:4%3C488::AID-AJIM15%3E3.0.CO;2-0)
- [bur5] Burgess J.L. et al. Phosphine exposure from a methamphetamine laboratory investigation. *Clinical Toxicology* 2001;39(2):165-168. URL: <https://doi.org/10.1081/CLT-100103833>
- [but] Butera R. et al. Secondary Exposure to malathion in emergency department health-care workers. *Clin. Tox.* 2002;40(3):386-387.
- [car] Carlsen L. After Salisbury nerve agents revisited. *Mol. Inf.* 2018; 37: 1800106 (p. 1-9). URL: <https://doi.org/10.1002/minf.201800106>
- [cha] Chai P. et al. Toxic chemical weapons of assassination and warfare: nerve agents VX and sarin. *Toxicology Communications* 2017;1(1):21-23. URL: <https://doi.org/10.1080/24734306.2017.1373503>
- [che] Chemiekaarten. Gegevens voor veilig werken met chemicaliën. SDU uitgevers. 2018;33ste ed. ISBN 978 90 12 40072 5.
- [chi] Chilcott R.P. Managing mass casualties and decontamination. *Environment International* 2014;72:37-45. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.02.006>
- [chr] Christophers A.J. et al. Dangerous bodies: a case of fatal aluminum phosphide poisoning. *MJA* 2002;176:403. URL: <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2002.tb04471.x>
- [cio] Ciottoni G.R. Toxidrome Recognition in Chemical Weapons Attacks. *N Engl J Med* 2018;378:1611-20. URL: <https://doi.org/10.1056/nejmra1705224>

- [cla] Clarke S. Acute Sulphuric Acid Exposure – Don't Delay Decontamination. Health Protection Agency - Chemical Hazards and Poisons Report. 2006;6:12.
- [cox] Cox R.D. Decontamination and Management of Hazardous Materials Exposure Victims in the Emergency Department. *Ann Emerg Med.* 1994;23:761-770.  
URL: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(94\)70312-4](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(94)70312-4)
- [dir] Department of Industrial Relations. Table AC-1: permissible exposure limits for chemical contaminants. URL: [http://www.dir.ca.gov/title8/5155table\\_ac1.html](http://www.dir.ca.gov/title8/5155table_ac1.html)
- [dow] Downes M.A. et al. Sodium azide ingestion and secondary contamination risk in healthcare workers. *European Journal of Emergency Medicine.* 2016;23:68-70.  
URL: <https://doi.org/10.1097/mej.0000000000000244>
- [dow2] Downes M.A. et al. Lack of cholinergic features in healthcare workers caring for a patient with organophosphate poisoning, *Clin Toxicol* 2023.  
URL: <https://doi.org/10.1080/15563650.2023.2251672>
- [foo] Footer K.H.A. et al. Qualitative accounts from Syrian health professionals regarding violations of the right to health, including the use of chemical weapons, in opposition-held Syria. *BMJ Open* 2018;8:e021096.  
URL: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-021096>
- [gel] Geller R.J. et al. Nosocomial poisoning associated with emergency department treatment of organophosphate toxicity - Georgia, 2000. *Clin Toxicol* 2001;39(1):109-11.  
URL: <https://doi.org/10.1081/clt-100102889>
- [geo] Georgopoulos P.G. et al. Hospital Response to Chemical Terrorism: Personal Protective Equipment, Training, and Operations Planning. *Am. J. Ind. Med.* 2004;46:432-445.  
URL: <https://doi.org/10.1002/ajim.20075>
- [gro] De Groot R. et al. Gevolgen voor ziekenhuispersoneel worden vaak overschat. Risico's chemisch besmette patiënt vallen mee. *Medisch Contact.* 2015;70(juni):1179-1181.  
URL: <http://www.medischcontact.nl/archief-6/Tijdschriftartikel/149993/Risicos-chemisch-besmette-patiënt-vallen-mee.htm>
- [gro2] De Groot R. et al. NVIC Rapport 06/2015 'Kennis en middelen in ziekenhuizen voor opvang van slachtoffers na stralingsincidenten'.
- [gro3] De Groot R. et al. NVIC Rapport 03/2023 'Triage en eerste opvang van slachtoffers na stralingsincidenten'. URL: <https://nvic.umcutrecht.nl/nl/downloads>
- [gro4] De Groot R. et al. Fear of secondary exposure of healthcare personnel can lead to disproportionate measures. *Clinical Toxicology* 2015;53:324
- [gro5] De Groot R. et al. Is secondary chemical exposure of hospital personnel of clinical importance? *Clinical Toxicology.* 2021;59(4): 269-278.  
URL: <https://doi.org/10.1080/15563650.2020.1860216>
- [had] Clinical Management of Poisoning and Drug Overdose. editors: Haddad LM, Shannon MW, Winchester JF. Philadelphia, PA., USA; WB Saunders Company. 1998;3e ed:17-18, 244-245.
- [has] Haslam JD, Russell P, Hill S, Emmett SR, Blain PG. Chemical, biological, radiological, and nuclear mass casualty medicine: a review of lessons from the Salisbury and Amesbury Novichok nerve agent incidents. *British Journal of Anaesthesia* 2022;128(2):e200–e205.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2021.10.008>
- [her] Herman P.A. et al. Media Reports of Unintentional Opioid Exposure of Public Safety First Responders in North America. *Journal of Medical Toxicology.* 2020;16:112–115.  
URL: <https://doi.org/10.1007/s13181-020-00762-y>
- [hic] Hick J.L. et al. Protective Equipment for Health Care Facility Decontamination Personnel: Regulations, Risks, and Recommendations. *Ann Emerg Med.* 2003;42:370-380.  
URL: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(03\)00447-5](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(03)00447-5)
- [hir] Hirose Y. et al. Clinical study of a sodium azide poisoning cluster. *Nihon Kyukyū Igakukai Zasshi.* 2001;12(3):125–129. URL: <https://doi.org/10.3893/jjaam.12.125>

- [hor] Horton D.K. et al. Secondary contamination of ED personnel from hazardous materials events, 1995-2001. *Am J Emerg Med* 2003;21(3):199-204.  
URL: [https://doi.org/10.1016/s0735-6757\(02\)42245-0](https://doi.org/10.1016/s0735-6757(02)42245-0)
- [hor2] Horton D.K. et al. Secondary contamination of medical personnel, equipment, and facilities resulting from hazardous materials events, 2003-2006. *Disaster Med Public Health Prep* 2008;2(2):104-113. URL: <https://doi.org/10.1097/dmp.0b013e318166861c>
- [hor3] Horton D.K. et al. Secondary Contamination of Emergency Department Personnel from 0-Chlorobenzylidene Malonitrile Exposure, 2002. *Ann. Emerg. Med.* 2005;45(6):655-658.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2005.01.031>
- [hul] Hulse E.J. et al. Organophosphorus nerve agent poisoning: managing the poisoned patient. *British Journal of Anaesthesia.* 2019;123(4):457-463.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.04.061>
- [iae] The Radiological Accident in Yanango. International Atomic Energy Agency (IAEA). 2000  
URL: <https://www.iaea.org/publications/6090/the-radiological-accident-in-yanango>
- [iae2] The Radiological Accident in Istanbul. International Atomic Energy Agency (IAEA). 2000  
URL: <https://www.iaea.org/publications/6071/the-radiological-accident-in-istanbul>
- [kin] Kinoshita H. et al. Oral Arsenic Trioxide Poisoning and Secondary Hazard from Gastric Content. *Ann Emerg Med.* 2004;44:625-627.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2004.07.001>
- [kop] Koppen A. et al. Clinical toxicology of exposures to chemicals from clandestine drug laboratories: a literature review. *Clinical Toxicology.* 2022; 60(5): 559-570.  
URL: <https://doi.org/10.1080/15563650.2022.2041201>
- [kri] Krivoy A. et al. OP or Not OP: The Medical Challenge at the Chemical Terrorism Scene. *Prehosp Disast Med* 2005; 20(3):155-158.
- [lin] Lindsley W.G. et al. Efficacy of an ambulance ventilation system in reducing EMS worker exposure to airborne particles from a patient cough aerosol simulator. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene.* 2019; 16(12):804-816.  
URL: <https://doi.org/10.1080/15459624.2019.1674858>
- [lin2] Lin P.T. et al. Suicidal carbon monoxide poisoning by combining formic acid and sulfuric acid within a confined space. *J. Forensic Sci.* 2014;59(1):271-273.  
URL: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.12297>
- [lit] Little M. et al. Consensus statement: risk of nosocomial organophosphate poisoning in emergency departments. *Emerg Med Australas* 2004;16(5-6):456-8.  
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1742-6723.2004.00649.x>
- [lar] Larson T.C. et al. The threat of secondary chemical contamination of emergency departments and personnel: an uncommon but recurrent problem. *Disaster Med Public Health Prep.* 2016; 10:199-202. URL: <https://doi.org/10.1017/dmp.2015.127>
- [lee] Leenders M.E.C. et al. Does a patient with severe aluminum phosphide intoxication pose a danger to healthcare providers? *ClinTox* 2017;55(5):509.
- [lyn] Lynch M.J. et al. Scene Safety and Force Protection in the Era of Ultra-Potent Opioids. *Prehospital Emergency Care.* 2018; 22:157-162.  
URL: <https://doi.org/10.1080/10903127.2017.1367446>
- [mer] Merritt N.L. et al. Case review. Malathion overdose: When one patient creates a departmental hazard. *Journal of emergency nursing.* 1989; 15(6): 463-465.
- [mis] Misra U.K. et al. Occupational phosphine exposure in Indian workers. *Toxicology Letters.* 1988;42:257-263. URL: [https://doi.org/10.1016/0378-4274\(88\)90110-5](https://doi.org/10.1016/0378-4274(88)90110-5)
- [mor] Morcom F. Incident 2: report of a mass casualty incident dealt with by an accident and emergency department. *Health Protection Agency - Chemical Incident Report* 2003;28:6-8.
- [mor2] Morii D. et al. Japanese experience of hydrogen sulfide: the suicide craze in 2008. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology.* 2010;5:28.  
URL: <https://doi.org/10.1186/1745-6673-5-28>

- [mor3] Morito H. et al. Sarin poisoning in Matsumoto, Japan. Lancet 1995; 346: 290-293.  
URL: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(95\)92170-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(95)92170-2)
- [mos] Moss et al. ACMT and AACT position statement: preventing occupational fentanyl and fentanyl analog exposure to emergency responders, Clinical Toxicology, 2017.  
URL: <http://dx.doi.org/10.1080/15563650.2017.1373782>
- [mus] Musleh A. et al. Metal phosphide ingestions: How the hospital became a HAZMAT incident. Am J Emerg Med 2018; 36(8): 1510-1511.  
URL: <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2017.12.058>
- [nak] Nakajima T. et al. Sarin poisoning of a rescue team in the Matsumoto sarin incident in Japan. Occup Environ Med 1997;54:697-701. URL: <https://doi.org/10.1136/oem.54.10.697>
- [nat] Acute Exposure Guideline Levels for Selected Airborne Chemicals: Volume 6. The National Academies Press. ISBN: 0-309-11214-1. URL: <http://www.nap.edu/catalog/12018.html>
- [naz] Leidraad 'Acute ziekenhuiszorg na IGS - Organisatie van acute ziekenhuiszorg voor patiënten na incidenten met gevaarlijke stoffen'. Landelijk Netwerk Acute Zorg. 2024.  
URL deel A: [https://strapi-q7vx.onrender.com/uploads/Leidraad\\_A\\_Ziekenhuiszorg\\_na\\_IGS\\_f7799e4198.pdf](https://strapi-q7vx.onrender.com/uploads/Leidraad_A_Ziekenhuiszorg_na_IGS_f7799e4198.pdf)  
URL deel B: [https://strapi-q7vx.onrender.com/uploads/Leidraad\\_B\\_Ziekenhuiszorg\\_na\\_IGS\\_41b329e8e8.pdf](https://strapi-q7vx.onrender.com/uploads/Leidraad_B_Ziekenhuiszorg_na_IGS_41b329e8e8.pdf)
- [ncr] Management of persons contaminated with radionuclides: handbook. NCRP report No. 161. 2008. URL: <https://ncrponline.org/publications/reports/ncrp-report-161/>
- [nen] NEN-EN 1789: 2020. Medische voertuigen en hun uitrusting – Ambulances  
URL: <https://www.nen.nl/nen-en-1789-2020-en-275702>
- [nip] Handreiking 'Samenwerking bij slachtofferzorg bij Incidenten met Gevaarlijke Stoffen'. Nederlands Instituut Publieke Veiligheid. 2024.  
URL: <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2024/10/20240503-NIPV-Handreiking-samenwerking-slachtofferzorg-bij-incidenten-gevaarlijke-stoffen.pdf>
- [noc] Nocera A. et al. Dangerous bodies: a case of fatal aluminium phosphide poisoning. MJA 2000;173:133-135. URL: <https://doi.org/10.5694/j.1326-5377.2002.tb04471.x>
- [noz] Nozaki M. et al. Secondary exposure of medical staff to sarin vapour in the emergency room. Intensive Care Med 1995;21:1032-1035. URL: <https://doi.org/10.1007/bf01700667>
- [nvk] Aandachtspunten stralingsdeskundige bij opvang van radiologische en nucleaire slachtoffers op de SEH. NVKF Commissie Straling. 2023.  
URL: <https://radiationdosimetry.org/ncs/other-publications>
- [oku] Okumura T. et al. The Tokyo subway sarin attack: Disaster management, part 2: Hospital response. Acad Emerg Med 1998;5(6):618-24.  
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.1998.tb02471.x>
- [oku2] Okumura T. et al. Report on 640 Victims of the Tokyo Subway Sarin Attack. Ann Emerg med 1996;28:129-135. URL: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(96\)70052-5](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(96)70052-5)
- [oku3] Okumura S. et al. Clinical review: Tokyo – protecting the health care worker during a chemical mass casualty event: an important issue of continuing relevance. Critical Care 2005;9:397-400. URL: <https://doi.org/10.1186/cc3062>
- [oku4] Okumura T. et al. The Tokyo subway sarin attack: Disaster management, part 1: Community Emergency Response. Acad Emerg Med 1998;5(6):613-17.  
URL: <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.1998.tb02470.x>
- [oma] Omar E. et al. Secondary exposure to organophosphate in the emergency department: analysis of an incident. Singapore Med J 2021, 1–15.  
URL: <https://doi.org/10.11622/smedj.2021220>
- [omn] Vermoeden van XTC. Wat zijn de signalen van labs en dumpingen? Website Openbaar Ministerie.  
URL: <https://www.om.nl/onderwerpen/xtc-daar-zit-een-luchtje-aan/xtc-herkennen>

- [opc] Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW). Report of the OPCW fact-finding mission in Syria regarding alleged incidents in Ltamenah, the Syrian Arab Republic, 24 and 25 March 2017 S/1636/2018. Den Haag: OPCW; 2018.
- [opc2] Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW). Report of the OPCW fact-finding mission in Syria regarding an alleged incident in Khan Shaykhun, Syrian Arab Republic, April 2017 S/1510/2017. Den Haag: OPCW; 2017.
- [pol] le Polain de Waroux O. et al. Prevalence of and Risks for Internal Contamination among Hospital Staff Caring for a Patient Contaminated with a Fatal Dose of Polonium-210. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011; 32(10):1010-1015. URL: <https://doi.org/10.1086/661913>
- [poz] Del Pozo B. et al. Can touch this: training to correct police officer beliefs about overdose from incidental contact with fentanyl. *Health and Justice*. 2021;9:34. URL: <https://doi.org/10.1186/s40352-021-00163-5>
- [rea] The Medical Aspects of Radiation Incidents pocket guide. Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REAC/TS). Oak Ridge Institute for Science and Education (ORISE). 4<sup>th</sup> edition, 07/2017. URL: <https://orise.orau.gov/reacts/resources/documents/medical-aspects-of-radiation-incident.pdf>
- [rem] Radiation Emergency Medical Management website. U.S. Department of Health & Human Services. URL: <https://www.remm.nlm.gov/>
- [ren] Renard A. et al. Should Helicopters Transport Patients Who Become Sick After a Chemical, Biological, Radiologic, Nuclear, and Explosive Attack? No but. *Air Med J* 2018;37(6):333-334. URL: <https://doi.org/10.1016/j.amj.2018.07.025>
- [rie] Van Riel A.J.H.P. et al. Death on demand: public debate leads to increasing use of "suicide powders. *Clin Toxicol*. 2019;57:539-540.
- [riv] Interventiewaarden voor incidentbestrijding: interventiewaarden, stofdocumenten en handleiding. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). 2021
- [rob] Roberts D. et al. Secondary contamination in organophosphate poisoning. *QJM* 2004;97:697-8. URL: <https://doi.org/10.1093/qjmed/hch114>
- [ros] Rosman Y. et al. Lessons Learned From the Syrian Sarin Attack: Evaluation of a Clinical Syndrome Through Social Media. *Ann Intern Med*. 2014;160:644-648. URL: <https://doi.org/10.7326/m13-2799>
- [sau] Saunders P. et al. Decontamination of chemically contaminated casualties: implications for the health service and a regional strategy. *Prehosp Immediate Care*. 2000;4:122-125.
- [sch] Schultz M. et al. Simulated Exposure of Hospital Emergency Personnel to Solvent Vapors and Respirable Dust During Decontamination of Chemically Exposed Patients. *Ann Emerg Med* 1996; 26: 324-329. URL: [https://doi.org/10.1016/s0196-0644\(95\)70081-1](https://doi.org/10.1016/s0196-0644(95)70081-1)
- [sco] Recommendation of the Scientific Committee for Occupational Exposure Limits for phosphine. EUR 18216 - SCOEL/SUM/58 final. 1998
- [sha] Shadnia S. et al. Spontaneous ignition due to intentional acute aluminum phosphide poisoning. *The journal of Emergency Medicine* 2011;40(2):179-181. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2009.05.028>
- [sta] Stacey R. et al. Secondary contamination in organophosphate poisoning: analysis of an incident. *QJM* 2004;97(2):75-80. URL: <https://doi.org/10.1093/qjmed/hch020>
- [ste] Stewart-Evans J.L. et al. A narrative review of secondary hazards in hospitals from cases of chemical self-poisoning and chemical exposure. *European Journal of Emergency Medicine*. 2013;20:304-309. URL: <https://doi.org/10.1097/mej.0b013e32835d002c>
- [ste2] Stewart A. et al. Incident 3: phosphine suicide. Chemical Incident report. Chemical Incident Response Service Guy's and St Thomas' Hospital NHS Trust. 2003;27:23-26.
- [sti] Steindl D. et al. Novichok nerve agent poisoning. *Lancet* 2021;397:249-52 URL: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)32644-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)32644-1)
- [tak] Takegawa R. et al. Risk assessment of rescue helicopter or ambulance transport of patients ingesting hazardous volatile materials. *Chudoku Kenkyo* 2016; 29(1):16-20.



- [tat] Tat J. et al. Sodium azide poisoning: a narrative review. *Clinical Toxicology* 2021;59(8):683-697. URL: <https://doi.org/10.1080/15563650.2021.1906888>
- [tmt] TMT Handbook. Triage Monitoring and Treatment of people exposed to ionising radiation following a malevolent act. 2009. URL: [www.tmthandbook.org](http://www.tmthandbook.org)
- [uni] Report of the United Nations Mission to Investigate Allegations of the Use of Chemical Weapons in the Syrian Arab Republic on the alleged use of chemical weapons in the Ghouta area of Damascus on 21 August 2013. A/67/997-S/2013/553. 2013.
- [uni2] United Nations – General Assembly Security Council. United Nations Mission to Investigate Allegations of the Use of Chemical Weapons in the Syrian Arab Republic - Final report. A/68/663-S/2013/735. 2013.
- [usd] Chemical Suicides: The Risk to Emergency Responders. Chemical Hazards Emergency Medical Management (CHEMM) Website. U.S. Department of Health & Human Services. URL: <https://chemm.hhs.gov/chemicalsuicide.htm>
- [ver] Verkooijen R.B.T. et al. NVIC Rapport 11/2022 'Radiologische gevolgen van een transportongeval met medische radionucliden'.
- [who] Environmental Health Criteria (EHC) 73. Phosphine and selected metal phosphides. International Programme on Chemical Safety (IPCS). World Health Organisation (WHO). 1988. URL: <https://incchem.org/documents/ehc/ehc/ehc73.htm>
- [wijn] Wijnands-Kleukers A.P.G. et al. Inhalational Methanol Intoxication: Emerging Issues in the Netherlands Resulting From Illegal Drug Production. *Ann Emerg Med* 2019;74(5):727-728. URL: <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2019.06.002>
- [wit] Witter R.Z. et al. Symptoms Experienced by Law Enforcement Personnel During Methamphetamine Lab Investigations, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene* 2007;4(12),895-902. URL: <https://doi.org/10.1080/15459620701693516>
- [yan] Yanagawa Y. et al. Should helicopters transport patients who become sick after a chemical, biological, radiological, nuclear, and explosive attack? *Air Medical Journal* 2018;37:124-125. URL: <https://doi.org/10.1016/j.amj.2017.11.010>

# Bijlagen

## Bijlage 1 Factsheet 'Aandachtspunten bij uitwendige decontaminatie'

Uitwendige decontaminatie nodig	Uitwendige decontaminatie weinig/geen nut
<ul style="list-style-type: none"><li>– Vaste stof (deeltjes/poeder).</li><li>– Vloeistof.</li><li>– Aerosol (druppelnevel).</li><li>– Damp (condensatie). Echter: een deel zal verdampt zijn voor aankomst in ziekenhuis.</li><li>– <i>Radioactieve stoffen</i>: uitwendige contaminatie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Gassen worden niet of zeer beperkt in kleding meegedragen. Bij huid en/of slijmvliesklachten door blootstelling aan goed in water (slijmvliesvocht/transpiratie) oplosbare irriterende gassen (zoals chloorgas) kan spoelen van de ogen of aangedane huid nodig zijn.</li><li>– <i>Radioactieve stoffen</i>: uitwendige bestraling zonder contaminatie (radioactief materiaal niet verspreid).</li></ul>

### Algemene aandachtspunten

- Levensreddende handelingen hebben altijd voorrang boven decontaminatie.
- Niet-ambulante personen: liggend op een brancard decontamineren.
- Bij contaminatie van een beperkt huidoppervlak: gedeeltelijke (lokale) decontaminatie.
- 'Eerst water, de rest komt later' geldt in alle gevallen van contaminatie met chemische of radioactieve stoffen, zelfs als stoffen (exotherm) reageren met water. Bij spoelen met overvloedig stromend water leidt een dergelijke reactie niet tot extra risico's voor de patiënt.
  - Slecht in water oplosbare stoffen ('water loopt in parels over de huid'): water en zeep en zodra (en indien) beschikbaar polyethyleenglycol (PEG).
  - Niet gebruiken:
    - Oplosmiddelen, zoals aceton, benzeen of terpentijn.
    - 'Neutraliserende' verbindingen, zoals zuur bij alkalische contaminatie of andersom.
- Als in het incidentgebied alleen koud water beschikbaar is, bestaat er in combinatie met weersomstandigheden kans op onderkoeling. In dat geval kan het de voorkeur hebben om ter plekke alleen kleding te verwijderen en op een geschikte locatie nat te decontamineren.
- Bij de decontaminatieprocedure moet een afweging worden gemaakt op basis van de specifieke situatie. Over het algemeen is het cruciaal om de decontaminatie zo snel mogelijk te starten. In veel situaties heeft het gebruik van de dichtstbijzijnde kraan/douche de voorkeur boven een vertraging door het opzetten van een speciale decontaminatietent (bijv. bij huidblootstellingen aan corrosieve verbindingen).

### Aandachtspunten bij verwijderen van kleding en droge decontaminatie

- Verwijder voorzichtig de gecontamineerde schoenen en kleding.
  - Trek kleding niet over het hoofd uit, maar knip deze open van hoofd naar voeten. Als de patiënt kan staan, knip dan van achteren zodat kleding van het gezicht wegvalt.
  - Wapper niet met kleding om verspreiding van stof tot een minimum te beperken.
  - Als kleding aan de huid kleeft, trek het dan niet los maar week het los met water.
- Doe gecontamineerde schoenen en kleding in een dubbele plastic zak, sluit deze af en voorzie deze van een label met patiëntgegevens.
  - Plaats de zak met gecontamineerd materiaal buiten verblijfsruimten van personen.
- Verzamel persoonlijke bezittingen in een aparte plastic zak en voorzie deze van een label.
- Verwijder vaste stof (deeltjes/poeder) voorzichtig van de huid met vochtige doekjes, gaas, handdoek of een pincet ('droge decontaminatie').

### **Aandachtspunten bij natte decontaminatie**

- Was met een zachte straal overvloedig lauwwarm water (32-35°C) en eventueel milde zeep.
  - o Spoel in de richting van hoofd naar voeten en vermijd water in ogen, neus en mond.
  - o Besteed extra aandacht aan het spoelen van haren, nagels en huidplooiën.
- Om huidbeschadiging te voorkomen:
  - o Gebruik geen harde borstel.
  - o Schrob niet te hard.
- Bij blootstelling aan corrosiva (zuren of basen): minimaal 30 minuten spoelen.
- Bij lokale contaminatie:
  - o Voor stoffen met goede huidabsorptie, zoals fenol en aniline: was de huid met overvloedig water en vermijd afspoelen langs het lichaam.
  - o Spoel wonden uit met overvloedig lauwwarm water, Ringerlactaat of fysiologische zoutoplossing.

### Ogen

- Verwijder contactlenzen, indien mogelijk.
- Spoel de ogen gedurende 15-30 minuten met overvloedig lauwwarm water, Ringerlactaat of fysiologische zoutoplossing.
  - o Spreid de oogleden met schone vingers.
  - o Spoel in de richting vanaf de binnenste ooghoek naar buiten.
  - o Overweeg het gebruik van een 'Morgan lens'.
- Let op: bij blootstelling aan corrosieve stoffen kan langdurig spoelen noodzakelijk zijn.

Als klachten aanhouden na het spoelen, consulteer dan direct een oogarts.

### **Aandachtspunten bij radioactieve contaminatie**

#### Volledig natte decontaminatie bij uitgebreide contaminatie of meerdere slachtoffers:

Procedure grotendeels vergelijkbaar met de procedure bij chemische contaminatie, met de volgende aandachtspunten:

- Label plastic zakken met radioactief gecontamineerd materiaal (ook sponzen e.d. gebruikt bij decontaminatie) met 'Radioactief gecontamineerd'. Afscherming met lood niet nodig.
- Bij een uitgebreide contaminatie van het bovenlichaam en/of hoofd:
  - o Neem met wattenstaafjes voor ieder neusgat apart een monster af ('neuswat') en bewaar ze gescheiden in plastic zakjes/testbuisjes. Label ze met 'Radioactief gecontamineerd' en patiëntgegevens.
  - o Indien individuele monsternamen niet mogelijk is vanwege het grote aantal slachtoffers: laat slachtoffers hun neus snuiten en verzamel de tissues in aparte plastic zakjes voorzien van patiëntgegevens.
  - o Na monsternamen: laat slachtoffers hun neus snuiten en spoel vervolgens de neus met water, Ringerlactaat of fysiologische zoutoplossing.
  - o Spoel mond meerdere keren met water, gorgel en spuug uit (monsternamen niet nodig). Poets tanden.
- Bij (gemeten) restcontaminatie van het haar: knip het haar af (niet scheren).
- Knip zo nodig nagels.
- Voorkom verspreiding van radioactieve stof: dek vloer, brancard/behandeltafel af met plastic.

#### Droge decontaminatie bij beperkte lokale contaminatie van een enkele persoon:

De procedure richt zich op het beperken van verspreiding van radioactief materiaal:

- Gebruik een besmettingsmonitor om de gecontamineerde gebieden te identificeren en markeer deze met een stift.
- Plak de schone huid rondom de contaminatie af met waterdicht materiaal en tape.
- Voorzie de patiënt van een mondneusmasker om inhalatie van contaminatie te voorkomen.
- Maak met vochtige tissues cirkelbewegingen van de buitenkant van het gecontamineerde gebied naar het midden toe.

### Specifieke aandacht voor gecontamineerde wonden

- Verwijder radioactieve scherven/deeltjes (scenario 'vuile bom') met een lange pincet (houd afstand). Plaats ze in een plastic zakje dat is gelabeld met 'Radioactief gecontamineerd' en de patiëntgegevens. Bij voorkeur opslaan in een loodpot.
- Spoel wonden uit met water, Ringerlactaat of fysiologische zoutoplossing en vang het spoelmiddel op.

### **Wanneer is de huid voldoende gedecontamineerd**

<b>Chemische contaminatie</b>	<b>Radioactieve contaminatie</b>
Controle met meetapparatuur is niet goed mogelijk. Alternatief: <ul style="list-style-type: none"><li>– Verwijder zichtbare contaminatie.</li><li>– Contaminatie met zuren/basen: controleer eventueel met pH-papier (zowel bij huid- als oog-contaminatie). Streven: pH-waarde circa 7.</li></ul>	Controle met besmettingsmonitor: <ul style="list-style-type: none"><li>– Ideaal: achtergrondniveau.</li><li>– Praktisch: maximaal twee keer achtergrond.</li></ul> Stop decontaminatie als na drie keer decontamineren de stralingsniveaus niet verder afnemen. Restcontaminatie kan duiden op inwendige contaminatie.

### **Meer informatie**

- NVIC Rapport 08/2024 'Eigen veiligheid in perspectief'.  
Zie <https://nvic.umcutrecht.nl/nl/downloads>
- Factsheet 'Secundaire blootstelling van hulpverleners en persoonlijke beschermingsmiddelen'.  
Zie [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) (onder 'de lijst van behandelingen en protocollen').
- Review artikel over 'risico van secundaire blootstelling' in Clinical Toxicology: 'Is secondary chemical exposure of hospital personnel of clinical importance?'  
Zie <https://doi.org/10.1080/15563650.2020.1860216>

Voor advies over het risico van de stoffen waarmee contaminatie heeft plaatsgevonden (voor patiënt en hulpverlener) en de wijze van decontaminatie van de huid kan worden overlegd met:

- De Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD die in elke veiligheidsregio 24/7 via de regionale meldkamer ambulancezorg (MKA) gealarmeerd kan worden en in een aantal regio's ook direct telefonisch bereikbaar is.
- Het NVIC: 24/7 beschikbaar voor professionele hulpverleners via 088-755 8000.  
Zie de NVIC website [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) voor toxicologische en radiologische informatie.

## Bijlage 2 Factsheet 'Secundaire blootstelling van hulpverleners en persoonlijke beschermingsmiddelen'

**Standaard persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)** bieden voldoende bescherming bij contaminaties van een enkele patiënt door een incident in een thuis- of werkomgeving:

- Bedekkende werkkleding/spatschort met lange mouwen, handschoenen (bij voorkeur nitril).
- Mondneusmasker (bij voorkeur FFP2) en oogbescherming (spatbril).

Deze beschermingsmiddelen voorkomen direct huidcontact en inhalatie van vaste stoffen (deeltjes/poeder). In geval van een radioactieve contaminatie kunnen hulpverleners een persoonsdosimeter dragen om de stralingsdosis te monitoren. Het dragen van een loodschort is niet nodig.

Het gebruik van standaard PBM is ook voldoende in geval van:

- Contaminatie van huid/kleding met vluchtige chemicaliën uit producten, bijv. door braken na inname van oplosmiddelbevattende producten (zoals bestrijdingsmiddelen).
- Restcontaminatie met zeer toxische vluchtige stoffen nadat de kleding al is verwijderd.
- Vrijkomen van giftige gassen uit de maag (door contact van de stof met maaginhoud).

De hoeveelheid damp/gas die in deze situaties vrijkomt, is zeer beperkt en secundaire inhalatieblootstelling veroorzaakt doorgaans geen gezondheidseffecten bij hulpverleners.

Neem maatregelen om blootstelling te beperken:

- Behoud een goede ventilatie (isoleer een patiënt niet in een slecht geventileerde ruimte). Ventilatie in een decontaminatieruimte en behandelkamer is voldoende.
- Verwijder kleding voorzichtig om opwarrelen van deeltjes/poeder te voorkomen.
- Was na secundaire huidcontaminatie de contactplaats direct met water en milde zeep.
- Ruim braaksel of maaginhoud na maagspoeling snel en volledig op.
- Vermijd mond-op-mond-beademing en maak gebruik van masker-ballon-ventilatie.
- Wissel personeelsleden indien zij (stank)klachten ervaren, zo nodig elke tien à twintig minuten. Het is echter praktischer om in dat geval gebruik te maken van adembescherming.
- Radioactieve stoffen: houd zo mogelijk afstand van de patiënt en gebruik lange pincetten om radioactieve metaaldeeltjes van de patiënt te verwijderen.

**Uitgebreide persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)** overwegen in geval van:

- Uitgebreide contaminatie met een (zeer) toxische stof, zoals vluchtige strijdmiddelen.
- Triage en volledige decontaminatie van meerdere slachtoffers (vanwege langdurig contact).

Belangrijk: levensreddende handelingen kunnen altijd doorgang vinden, zelfs als de bescherming van de hulpverlener om welke reden dan ook (nog) niet optimaal is.

- Chemische contaminatie: zelfs in het geval van uiterst toxische stoffen zijn in het ziekenhuis geen of hooguit milde gezondheidseffecten te verwachten bij hulpverleners.
- Radioactieve contaminatie: mogelijk opgelopen stralingsdosis door hulpverleners is zeer laag.

Uitgebreide PBM omvatten:

- Beschermende kleding: vloeistofdicht en chemicaliënbestendig 'overall' of spatschort.
- Eventueel een muts, indien geen onderdeel van de 'overall'.
- Handschoenen (nitril).
- Overschoenen of laarzen.
- Oogbescherming: spatbril.
- Adembescherming met combinatiefilter (gas/damp/stof).

Niet nodig: een volledig ondoordringbaar decontaminatiepak met gebruik van perslucht.

Na volledige decontaminatie: verdere behandeling zonder speciale PBM (normale werkkleding).

## Overzicht risico van secundaire blootstelling

Contaminatie van het slachtoffer		Risico voor hulpverlener in het ziekenhuis
<b>Gassen</b>	Geen condensatie op huid/kleding. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Chloorgas.</li> </ul>	<i>Geen risico:</i> Gassen worden niet of zeer beperkt meegedragen in kleding (soms wel stank, bijv. bij waterstofsulfidegas).
	Gassen gevormd in de maag. Gassen in uitademingslucht. Na inname van: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aluminiumfosfide.</li> <li>– Cyanideverbindingen.</li> <li>– Natriumazide.</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> De hoeveelheid gas die vrijkomt via oprispingen of aanwezig is in de uitademingslucht is te weinig om een hoge blootstelling van hulpverleners te veroorzaken. Milde klachten zijn incidenteel gemeld, vaak door vrijkomen van gas uit braaksel/maaginhoud.
<b>Dampen</b>	Mogelijk condensatie op huid/kleding (vloeistof).	<i>Beperkt risico:</i> Beperkte contaminatie. Zie vluchtige vloeistoffen.
<b>Niet vluchtige vloeistoffen</b>	Direct (corrosief) effect. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Sterke zuren of basen.</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Geen gezondheidseffecten indien geen direct huidcontact. Direct contact is eenvoudig te voorkomen door gebruik van standaard PBM (waaronder handschoenen).
	Absorptie door de huid. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bijv. aniline, fenol, organofosfaten, monochloorazijnzuur.</li> </ul>	
<b>Vluchtige vloeistoffen</b>	Zeer toxische vluchtige vloeistoffen. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bijv. organofosfaat strijdmiddelen (sarin).</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Er zijn weinig stoffen met zowel een hoge toxiciteit als een mate van vluchtigheid dat ze in een beperkte hoeveelheid een blootstellingsrisico vormen voor hulpverleners in het ziekenhuis: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoge vluchtigheid: groot deel van de vloeistof al verdampt voor aankomst in het ziekenhuis.</li> <li>– Lage vluchtigheid: beperkte blootstelling van hulpverleners door inhalatie.</li> </ul>
	Vluchtige oplosmiddelen. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Braken na inname van oplosmiddelbevattende producten (waaronder bestrijdingsmiddelen).</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Hooguit milde gezondheidseffecten. Klachten mogelijk ook gerelateerd aan geurhinder. Bestrijdingsmiddelen: werkzame stof is weinig vluchtig, stank door oplosmiddel.
<b>Vaste stoffen</b>	Irriterende stofdeeltjes. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Traangas/pepperspray.</li> </ul>	<i>Beperkt risico:</i> Hooguit milde gezondheidseffecten. Mogelijk na langdurig contact met meerdere gecontamineerde slachtoffers.
<b>Radioactieve stoffen</b>	In de vorm van vaste stof (deeltjes/poeder).	<i>Beperkt risico:</i> Stralingsdosis van hulpverlener is zeer laag. Directe effecten (stralingsziekte) zijn niet te verwachten.

### Risico van secundaire blootstelling voor ambulancezorgprofessionals

Ambulancezorgprofessionals zijn volgens de gangbare werkwijze adequaat beschermd:

- Standaard PBM (handschoenen, FFP2 adembeschermingsmasker en spatbril) zijn aanwezig op de ambulance. Deze bieden voldoende bescherming bij contaminaties (met chemische producten) van een enkele persoon in een thuis- of werkomgeving.
- Uitgebreide PBM (adembescherming met combinatiefilter) worden volgens protocol alleen aangeraden bij een grootschalig incident (in overleg met GAGS of AGS), wanneer ambulancezorgprofessionals worden ingezet in de 'warm zone'.

Informatie over secundaire blootstelling aan gevaarlijke stoffen in deze factsheet is eveneens van toepassing op ambulancezorgprofessionals. Zelfs wanneer zeer gevaarlijke stoffen betrokken zijn, is het risico op significante secundaire toxiciteit gering. Er is geen reden om levensreddende zorg uit te stellen, zelfs als de persoonlijke bescherming nog niet direct optimaal is.

#### Vervoer naar het ziekenhuis:

Op basis van meldingen aan het NVIC en de GAGS, berekeningen van concentraties gevaarlijke stoffen in de ambulance en vanuit casusbeschrijvingen in de wetenschappelijke literatuur zijn er geen aanwijzingen dat ambulancezorgprofessionals een hoog risico lopen tijdens vervoer.

De volgende extra maatregelen zijn belangrijk om blootstelling te beperken (zie verder boven):

- Verwijder (ernstig) gecontamineerde kleding voordat vervoer plaatsvindt.
- Zet de ventilatie op de hoogste stand, indien mogelijk.
- Open uit voorzorg eventueel aanvullend een raam voor extra ventilatie (indien mogelijk). Dit is met name van nut bij braken van de patiënt (naast snel en volledig opruimen), het waarnemen van een onaangename geur, of bij het optreden van milde klachten bij ambulancezorgprofessionals, zoals irritatie van ogen en luchtwegen.
- Bij contaminatie met vaste stof (zoals ook radioactief materiaal of asbest) kan de brancard worden afgedekt met een laken, dat vervolgens om de patiënt heen wordt teruggeslagen.

#### Thuisomgeving als mogelijk beperkt 'brongebied':

Bij incidenten in de thuisomgeving kan deze gecontamineerd raken, bijv. door braken na inname van producten. Het risico is beperkt bij consumentenproducten (bijv. oplosmiddel- of chloorbevattend) die in kleine hoeveelheden in een huishouden aanwezig zijn.

- Breng het slachtoffer zo snel mogelijk in de frisse lucht of naar een schone ruimte.
- Tegelijkertijd: open ramen en deuren in de gecontamineerde ruimte.

Let op: wees alert op situaties waarin een poging tot zelfdoding is ondernomen met een gas (menging van producten) of waar mogelijk sprake is van blootstelling aan koolmonoxide.

Na melding van *inname* van een 'zelfdodingspoeder' kan de woning zonder risico betreden worden:

- Overgebleven poeder in zakjes of buisjes vormt geen gevaar zonder direct huidcontact.
- In deze situatie is kans op het verstuiwen van poeder te verwaarlozen.
- Gasvorming (wel bij natriumazide, niet bij natriumnitriet) na inname is beperkt en veroorzaakt geen hoge concentratie van het gevormde gas in de ruimte.

Bij genomen maatregelen, zoals besproken in deze factsheet, vormt de patiënt een beperkt risico voor hulpverleners.

#### **Meer informatie**

- NVIC Rapport 08/2024 'Eigen veiligheid in perspectief'.  
Zie <https://nvic.umcutrecht.nl/nl/downloads>
- Review artikel over 'risico van secundaire blootstelling' in Clinical Toxicology: 'Is secondary chemical exposure of hospital personnel of clinical importance?'  
Zie <https://doi.org/10.1080/15563650.2020.1860216>
- Factsheet 'Risico natriumazide en natriumnitriet'.  
Zie [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) (onder 'de lijst van behandelingen en protocollen').

Voor advies over het risico van de stoffen waarmee contaminatie heeft plaatsgevonden (voor patiënt en hulpverlener) en de wijze van uitwendige decontaminatie kan worden overlegd met:

- De Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD die in elke veiligheidsregio 24/7 via de regionale meldkamer ambulancezorg (MKA) gealarmeerd kan worden en in een aantal regio's ook direct telefonisch bereikbaar is.
- Het NVIC: 24/7 beschikbaar voor professionele hulpverleners via 088-755 8000.  
Zie de NVIC website [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) voor toxicologische en radiologische informatie.

## Bijlage 3 Factsheet 'Risico natriumazide en natriumnitriet'

Het gebruik van zelfdodingspoeder (ook bekend als 'middel X') is sinds 2017 regelmatig in het nieuws geweest, waarbij ook speculaties zijn geuit over het risico voor omstanders en hulpverleners. Ook het NVIC merkt de laatste jaren een toegenomen bezorgdheid bij hulpverleners over hun eigen veiligheid wanneer zij te maken krijgen met patiënten die zijn gecontamineerd met een chemische stof of een gevaarlijke stof hebben ingenomen.

Het is belangrijk om te beseffen dat in geval van 'zelfdodingspoeder' verschillende verbindingen mogelijk zijn, met elk een verschillend klinisch beeld, behandeling en risico voor hulpverleners. Van het zogenaamde 'middel X' werd aanvankelijk niet officieel bekendgemaakt om welke chemische stof het gaat. Na speculatie hierover (online en in de media) ziet het NVIC sinds 2017 een toename van het aantal pogingen tot zelfdoding met vooral natriumnitriet en natriumazide. Ondertussen is op internet bekendgemaakt dat het bij 'middel X' om natriumazide gaat.

Let op: inname van andere verbindingen is nog steeds mogelijk.

Wij verzoeken u ernstige casuïstiek met deze middelen telefonisch bij het NVIC te melden (24/7 bereikbaar via 088-755 8000). Op deze wijze draagt u bij aan onze signalerende functie.

### Klinisch beeld en behandeling

#### Natriumnitriet

Inname van een hoge dosis (enkele grammen) natriumnitriet kan binnen ongeveer 30 minuten leiden tot symptomen zoals misselijkheid, braken, hypotensie, tachycardie, paresthesieën, hoofdpijn, duizeligheid, cyanose, tachypneu en dyspneu. Bij ernstige intoxicaties kunnen convulsies, coma, metabole acidose en hypotensieve shock optreden. De voornaamste effecten worden toegeschreven aan het ontstaan van methemoglobinemie.

Methemoglobinemie kan worden behandeld met methyleenblauw. Voor het bespreken van behandel mogelijkheden kan door professionele hulpverleners 24/7 contact worden opgenomen met het NVIC via 088-755 8000.

Sommige online verkochte natriumnitrietpoeders bevatten slechts een lage concentratie natriumnitriet (< 1%; gebruikt voor conservering van vleeswaren). Wanneer enkele grammen van deze laag geconcentreerde poeders ingenomen worden, treden geen of hooguit milde symptomen op.

#### Natriumazide

Na inname van een hoge dosis natriumazide, zoals bij een poging tot zelfdoding, treden de effecten doorgaans binnen een uur op. Het meest voorkomende effect is hypotensie. Andere mogelijke effecten zijn maagdarmklachten, hoofdpijn, duizeligheid, visusstoornissen, palpitations, dyspneu en depressie van het centraal zenuwstelsel, met tijdelijk verlies van het bewustzijn (syncope). Bij een ernstige intoxicatie kunnen coma, convulsies, pijn op de borst, bradycardie of tachycardie, ernstige hypotensie (soms voorafgegaan door hypertensie), ECG-afwijkingen, hartritmestoornissen, tachypneu, longoedeem, zweten, hyperthermie of hypothermie, metabole (lactaat) acidose en uiteindelijk hartstilstand optreden.

De behandeling van een natriumazide-intoxicatie is voornamelijk symptomatisch en ondersteunend. Indien nodig moet de patiënt worden beademd en direct 100% zuurstof worden toegediend. Er zijn enkele experimentele behandelingen beschreven in de literatuur, maar de effectiviteit hiervan is nog niet goed onderbouwd. Cyanide-antidota lijken weinig effectief wanneer een hoge dosis natriumazide is ingenomen. Mogelijk kan het toedienen van l-carnitine nuttig zijn bij het optreden van lactatacidose.



Voor het bespreken van deze behandelmogelijkheden kunnen professionele hulpverleners 24/7 contact opnemen met het NVIC via 088-755 8000.

### Risico voor hulpverleners

Het risico voor hulpverleners bij contact met een patiënt die een zelfdodingspoeder heeft ingenomen, is zeer beperkt. In een thuisomgeving is hierdoor geen hoge concentratie poeder (door verstuiven) in de lucht te verwachten. Overgebleven poeder in zakjes of buisjes vormt geen gevaar voor aanwezigheid ('het verdampt niet').

- Vermijd huidcontact met het poeder en braaksel van de patiënt (gebruik altijd handschoenen).
- Bij huidcontact met poeder of braaksel: was de huid met water en milde zeep. Droge poeders worden echter niet snel opgenomen door de huid. Alleen na langdurig huidcontact (uren) en hierbij vochtig worden door zweten, of bij reeds beschadigde huid, is opname in het bloed te verwachten.

#### Bijzonder risico: gasvorming in de maag bij natriumazide:

Na inname van natriumazide vormt zich in de maag waterstofazide. Kleine hoeveelheden van dit gas kunnen met oprispingen vrijkomen of in de uitademingslucht aanwezig zijn. Dit is echter te weinig om serieuze gezondheidseffecten bij hulpverleners of omstanders te veroorzaken. Uitgebreide persoonlijke beschermingsmiddelen, zoals adembescherming, zijn dan ook niet nodig.

Let op: na inname van natriumnitriet ontstaat geen gas in de maag en de stof komt ook niet voor in de door het slachtoffer uitgeademde lucht.

Tips om ook milde klachten bij hulpverleners en omstanders door gasvorming te voorkomen:

- Vermijd mond-op-mond-beademing en maak gebruik van masker-ballon-ventilatie. Het risico van inademen van gas of damp zal ook bij toepassen van mond-op-mondbeademing klein zijn (de hulpverlener ademt uit), maar er kunnen mogelijk nog resten van de ingenomen stof op de lippen en rond de mond aanwezig zijn.
- Bij braken door de patiënt: ruim het braaksel snel en volledig op, omdat 'uitdamping' van het gas waterstofazide vanuit braaksel zal doorgaan.
- In het algemeen is het verstandig om de ventilatie in de ambulance te verhogen bij het vervoer van chemisch gecontamineerde patiënten (eventueel aangevuld met het openen van ramen, indien mogelijk). Bij natriumazide is dit vooral nuttig als de patiënt heeft gebraakt (naast snel schoonmaken, zie boven).

### Meer informatie

- NVIC Rapport 08/2024 'Eigen veiligheid in perspectief'.  
Zie <https://nvc.umcutrecht.nl/nl/downloads>
- Review artikel over 'risico van secundaire blootstelling' in Clinical Toxicology: Is secondary chemical exposure of hospital personnel of clinical importance?  
Zie <https://doi.org/10.1080/15563650.2020.1860216>
- Factsheet 'Secundaire blootstelling van hulpverleners en persoonlijke beschermingsmiddelen'.  
Zie [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) (onder 'de lijst van behandelingen en protocollen').

Voor advies over het risico van de stoffen waarmee contaminatie heeft plaatsgevonden (voor patiënt en hulpverlener) en de wijze van uitwendige decontaminatie kan worden overlegd met:

- De Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) van de GHOR/GGD die in elke veiligheidsregio 24/7 via de regionale meldkamer ambulancezorg (MKA) gealarmeerd kan worden en in een aantal regio's ook direct telefonisch bereikbaar is.
- Het NVIC: 24/7 beschikbaar voor professionele hulpverleners via 088-755 8000.  
Zie de NVIC website [www.vergiftigingen.info](http://www.vergiftigingen.info) voor toxicologische en radiologische informatie.

## Bijlage 4 Metingen van concentraties oplosmiddelen tijdens decontaminatie

Ziekenhuispersoneel loopt een beperkt risico bij de behandeling of decontaminatie van patiënten die zijn gecontamineerd met producten die vluchtige organische oplosmiddelen bevatten, zoals benzeen, toluen, xyleen of aceton. In ruimtes met onvoldoende ventilatie kunnen milde secundaire gezondheidseffecten optreden, zoals irritatie van neus, keel en bovenste luchtwegen, hoesten, misselijkheid, hoofdpijn en duizeligheid. Sommige klachten kunnen ook gerelateerd zijn aan de sterke geur van veel oplosmiddelen.

Onderzoek uitgevoerd door Schultz en collega's<sup>[sch]</sup> wijst uit dat de concentratie van de oplosmiddelen aceton en xyleen in de ruimte tijdens decontaminatie bij uitgebreide contaminaties niet hoog oplopen. De praktische conclusie van dit onderzoek is dat in geval van contaminaties door gebruikelijke ongelukken tijdens normaal gebruik of door braken na inname van oplosmiddelbevattende producten, geen ernstige gezondheidseffecten bij hulpverleners te verwachten zijn. Het is niet nodig om in de praktijk concentraties van oplosmiddelen te meten bij deze scenario's.

### Proefopzet:

- Decontaminatieruimte:
  - o Afmetingen: 5x6x3 meter, totale inhoud 90 m<sup>3</sup>.
  - o Luchtdicht afgesloten (geen ventilatie).
  - o Temperatuur gehandhaafd op 18°C.
- Plastic 'etalagepop' gekleed in katoenen shirt, broek en ondergoed.
- Kleding doordrenkt met 800 mL vloeistof: aceton of xyleen.
- De etalagepop verbleef eerst gedurende 5 minuten in de decontaminatieruimte.
- Daarna verwijderden twee hulpverleners gedurende 10 minuten de doordrenkte kleding van de pop en plaatsten deze in een afgesloten container.
- Luchtmonsters werden genomen in de 'ademzone' van de hulpverleners.
- Deze procedure werd in totaal 5 keer herhaald, wat resulteerde in 10 metingen per contaminatie.
- Natte decontaminatie werd niet uitgevoerd omdat de plastic pop na het verwijderen van de kleding al droog was door verdamping van het oplosmiddel.

### Resultaten (concentraties in de 'ademzone'):

- Aceton: range 448-1111 mg/m<sup>3</sup> (gemiddeld 794±191 mg/m<sup>3</sup>).
- Xyleen: range 80-655 mg/m<sup>3</sup> (gemiddeld 296±190 mg/m<sup>3</sup>).

### Vergelijking met grenswaarden:

- Wettelijke grenswaarden voor werknemers:
  - o De auteurs hebben de gemeten waarden vergeleken met de Short Term Exposure Limit (STEL), die in de Verenigde Staten gangbaar is als maximale concentratie gedurende 15 minuten voor werknemers.  
STEL aceton: 1780 mg/m<sup>3</sup>.<sup>[dir]</sup>  
STEL xyleen: 655 mg/m<sup>3</sup>.<sup>[dir]</sup>
  - o In Nederland zijn enigszins afwijkende wettelijke grenswaarden voor een blootstelling gedurende 15 minuten in een werkomgeving vastgesteld.<sup>[che]</sup>  
Wettelijke grenswaarde aceton: 2420 mg/m<sup>3</sup>.  
Wettelijke grenswaarde xyleen: 442 mg/m<sup>3</sup>.
- In het onderzoek overschreed de concentratie voor xyleen in enkele gevallen (2/10 metingen) de wettelijke grenswaarde voor werknemers, hoewel het gemiddelde onder deze waarde lag. Voor aceton bleven de concentraties onder de wettelijke grenswaarden.

- Rampeninterventiewaarden:<sup>[riv]</sup>  
 Het is interessant om de gemeten waarden te vergelijken met de rampeninterventiewaarden, die zijn opgesteld om in te schatten of een kortdurende blootstelling aan stoffen een gezondheidsrisico vormt voor de bevolking, inclusief gevoelige personen. Deze waarden zijn vastgesteld voor éénmalige inhalatieblootstelling gedurende 10 min, 30 min, 1 uur, 4 uur en 8 uur.  
 Voorlichtingsrichtwaarde (VRW): hinderlijk, mogelijk lichte gezondheidseffecten.  
 Alarmeringsrichtwaarde (AGW): ernstige gezondheidseffecten.  
 Levensbedreigende waarde (LBW): sterfte of levensbedreigende aandoening.
  - o Aceton:  
 VWR: 480 mg/m<sup>3</sup> (vastgesteld voor alle blootstellingstijden).  
 AGW - 10 minuten: 22000 mg/m<sup>3</sup>  
 AGW - 30 minuten: 12000 mg/m<sup>3</sup>  
 LBW - 10 minuten: 40000 mg/m<sup>3</sup>
  - o Xylenen:  
 VRW: 590 mg/m<sup>3</sup> (vastgesteld voor alle blootstellingstijden).  
 AGW - 10 minuten: 11000 mg/m<sup>3</sup>  
 AGW - 30 minuten: 5700 mg/m<sup>3</sup>  
 LBW - 10 minuten: 32000 mg/m<sup>3</sup>
- Voor xyleen overschreed de concentratie in enkele gevallen (2/10 metingen) de VRW. Bij aceton lagen de concentraties meestal boven de VRW, waarbij mogelijk voorbijgaande milde gezondheidseffecten kunnen optreden. De AGW werd echter voor zowel aceton als xyleen nooit bereikt.

#### Kanttekeningen:

- Enerzijds valt op te merken dat er oplosmiddelen zijn met een hogere dampspanning, dat verdamping toeneemt met temperatuur, en dat met zware kleding theoretisch nog meer vloeistof zou kunnen worden megedragen. Anderzijds simuleert dit onderzoek al een uitzonderlijk hoge contaminatie. In veel gevallen zal bij een uitgebreide contaminatie de kleding vóór vervoer naar het ziekenhuis worden verwijderd.  
 Het onderzoek geeft echter duidelijk aan dat bij relatief veelvoorkomende contaminaties door ongelukjes tijdens normaal gebruik of door braken na inname, geen problemen te verwachten zijn voor hulpverleners in het ziekenhuis.

## Bijlage 5 Berekening van fosfineconcentraties in de ambulance

Om een idee te krijgen van de opbouw van concentraties in de ambulance heeft het NVIC een eerdere modelberekening naar fosfineconcentraties in een behandelkamer van een ziekenhuis<sup>[lee]</sup> ook uitgevoerd voor de situatie tijdens ambulancevervoer. Dit naar aanleiding van een werkelijke casus waarbij een man een suïcidepoging deed door inname van twee tabletten aluminiumfosfide.

### Gebruikte gegevens:

- Volwassen man, lichaamsgewicht van 100 kg.
- Inname van 1 of 2 tabletten van 3 gram, 56% aluminiumfosfide.  
Hierbij kan in totaal maximaal respectievelijk 1 of 2 gram fosfinegas vrijkomen.
- Voor de uitademing van fosfinegas na inname van fosfideverbindingen zijn geen humane gegevens beschikbaar. Proefdieronderzoek dat in het IPCS document<sup>[who]</sup> over fosfideverbindingen wordt aangehaald laat zien dat het percentage dat in een periode van 12 uur als fosfinegas in een ruimte vrijkomt, sterk dosisafhankelijk is: 1,5%, 1,7%, 3,2%, 15,6% en 23,5% na inname van respectievelijk 0,0025 mg/g, 0,005 mg/g, 0,01 mg/g, 0,015 mg/g en 0,02 mg/g (milligram verbinding/gram lichaamsgewicht). Gebaseerd op deze gegevens wordt in een periode van 12 uur door de patiënt respectievelijk 32 mg en 470 mg fosfinegas uitgedemd na een inname van 1 of 2 tabletten. Er is geen informatie over uitstoot in de tijd beschikbaar: het originele onderzoek (een 'master thesis') blijkt na navraag niet meer beschikbaar bij de betreffende universiteit.
- Voor de ventilatie in het patiëntcompartiment is uitgegaan van zowel:
  - Minimale ventilatie volgens norm NEN-EN 1789<sup>[nen]</sup>: 20 verversingen per uur.  
Voor een ambulance van het type Mercedes-Benz Sprinter met een cabine van 10 m<sup>3</sup> komt dit neer op een verversing van 200 m<sup>3</sup>/uur.
  - Maximale ventilatie volgens één ambulance(om)bouwer (persoonlijke communicatie): 350 m<sup>3</sup>/uur in bovengenoemd type ambulance.
- Vervoer gedurende 30 minuten.

### Modellering:

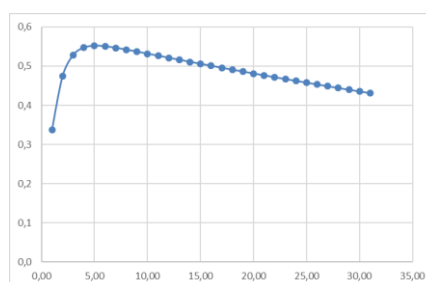
- Patiëntcabine: compartiment met instroom vanuit de patiënt en uitstroom door ventilatie.
- Instroom (uitademing): eerste orde kinetiek, startend direct aan het begin van het vervoer.
- Uitstroom (ventilatie): constant volume.

### Resultaten (concentraties in het patiëntcompartiment):

- In de eerste 30 minuten komt ongeveer 25% van de totale uitstoot over 12 uur vrij.
- Opbouw van de concentratie bij 1 en 2 tabletten bij minimale en maximale ventilatie:

	Piekconcentratie	Tijdstip
<b>2 tabletten, minimale ventilatie</b>	1,29 mg/m <sup>3</sup> (0,91 ppm)	na 9 minuten
<b>2 tabletten, maximale ventilatie</b>	0,77 mg/m <sup>3</sup> (0,54 ppm)	na 5 minuten
<b>1 tablet, minimale ventilatie</b>	0,088 mg/m <sup>3</sup> (0,062 ppm)	na 9 minuten
<b>1 tablet, maximale ventilatie</b>	0,052 mg/m <sup>3</sup> (0,037 ppm)	na 5 minuten

De concentratie bouwt snel op door uitademing met een eerste orde kinetiek. Piekconcentraties worden snel bereikt afhankelijk van mate van ventilatie, waarna de concentratie geleidelijk weer afneemt. Zie voorbeeld hiernaast voor 2 tabletten en maximale ventilatie (y-as: ppm, x-as: min).



### Vergelijking met grenswaarden:

- Wettelijke grenswaarden voor werknemers:<sup>[sco,riv]</sup>
  - o Tijdgewogen gemiddelde (TGG-8u): 0,14 mg/m<sup>3</sup> (0,1 ppm).  
Blootstelling 8 uur per dag, 40 uur per week.
  - o Tijdgewogen gemiddelde (TGG-15min): 0,28 mg/m<sup>3</sup> (0,2 ppm).
- Rampeninterventiewaarden:<sup>[riv]</sup>

Het is interessant om de berekende waarden te vergelijken met de rampeninterventiewaarden, die zijn opgesteld om in te schatten of een kortdurende blootstelling aan stoffen een gezondheidsrisico vormt voor de bevolking, inclusief gevoelige personen. Deze waarden zijn vastgesteld voor éénmalige inhalatieblootstelling gedurende 10 min, 30 min, 1 uur, 4 uur en 8 uur.

Voorlichtingsrichtwaarde (VRW): hinderlijk, mogelijk lichte gezondheidseffecten.  
Alarmeringsrichtwaarde (AGW): ernstige gezondheidseffecten.  
Levensbedreigende waarde (LBW): sterfte of levensbedreigende aandoening.

  - o Er is voor fosfine geen VRW opgesteld.
  - o AGW - 30 minuten: 5,6 mg/m<sup>3</sup>.
  - o LBW - 30 minuten: 10 mg/m<sup>3</sup>.
- Bij inname van 1 tablet komen de berekende concentraties niet boven de TGG uit.  
Er zijn hierbij geen gezondheidseffecten te verwachten.
- Bij inname van 2 tabletten liggen de berekende concentraties wel boven de TGG, maar blijven ze ruim onder de AGW. Mogelijk milde gezondheidseffecten zijn niet uit te sluiten.

### Kanttekeningen:

- Het IPCS document<sup>[who]</sup> geeft aan dat in het proefdieronderzoek niet duidelijk is in welke mate fosfinegas vrijkomt door uitademing (via de longen na absorptie in de bloedbaan), door vorming in het maagdarmkanaal, of vrijkomt vanuit ontlasting in de periode van 12 uur. Er is een casus beschreven waarbij gas zelfs 18 uur na inname rectaal vrijkwam.<sup>[mus]</sup> Tijdens ambulancevervoer (relatief kort na inname) is alleen vrijkomen van gas in uitademingslucht en vanuit oprispingen (direct uit de maag) relevant. Hierdoor zal de daadwerkelijk vrijgekomen hoeveelheid binnen de periode van ambulancevervoer zeer waarschijnlijk lager zijn.
- Door inname van tabletten zal de vorming van gas langzamer op gang komen dan nu gemodelleerd. De uitstoot zal meer verspreid zijn met mogelijk minder nadruk op de eerste periode waarin vervoer plaatsvindt. In de huidige modellering komt een groot deel (25%) in de eerste 30 minuten vrij. Dit is zeer waarschijnlijk een overschatting. Aan de andere kant kan fosfinegas dat zich vormt in de maag ook 'plotseling' door oprispingen vrijkomen, waarmee in de modellering dus als het ware al rekening is gehouden.
- Vergelijking met de alarmeringsgrenswaarde (AGW):  
De AGW (overeenkomend met AEGL-2) is erg conservatief zoals in het IPCS document wordt aangegeven: gebaseerd op een studie waarin 'red mucoid nasal discharge' werd gezien bij ratten blootgesteld aan 13,9 mg/m<sup>3</sup> gedurende 6 uur en een studie waarin ratten geen symptomen ontwikkelden die 'passen bij AEGL-2' na blootstelling aan 4,3 mg/m<sup>3</sup> voor een totale duur van 6 uur per dag, 5 dagen per week, gedurende 13 weken.<sup>[nat]</sup> Er is tenslotte uitgegaan van een onzekerheidsfactor van 10 omdat het lijkt dat kinderen gevoeliger zijn voor fosfinegas dan volwassenen.
- Bij werkers zijn milde klachten gemeld na (herhaalde) blootstelling aan relatief lage waarden vergelijkbaar met de uitkomsten van onze berekening.<sup>[mis]</sup> Concentraties en blootstellingsduur zijn vaak niet precies bekend waardoor deze data niet zijn meegenomen in het opstellen van de rampeninterventiewaarden. Daarnaast is het een discussiepunt of klachten door blootstelling aan relatief lage concentraties bij werknemers (hoewel reversibel) niet toch het gevolg zijn van herhaalde blootstelling gedurende een langere periode.
- Ambulancezorgprofessionals meldden in deze casus geen gezondheidseffecten.

Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum  
UMC Utrecht  
Postbus 85500  
3508 GA Utrecht

Locatie AZU  
Heidelberglaan 100  
3584 CX Utrecht

Tel: 088 755 8561  
[www.nvic.umcutrecht.nl](http://www.nvic.umcutrecht.nl)



UMC Utrecht  
**Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum**