



RAMPEN MANAGEMENT



ACADEMIEJAAR 2019-2020

Is het aangewezen om per sector een referentie-MUG te voorzien met een strategische stock aan hydroxocobalamine in geval van grootschalige cyanidevergiftiging?

STUDENT: Eechaut Veronique

PROMOTOR: Prof. Dr. De Paepe Peter

Is het aangewezen om per sector een referentie-MUG te voorzien met een stock aan hydroxocobalamine (Cyanokit®) in geval van grootschalige cyanidevergiftiging?

Universiteit Antwerpen – Campus Vesta – Provincie Antwerpen Academiejaar 2019 – 2020
Eindwerk in het kader van het postgraduaat Rampenmanagement
Kandidaat: EECHAUT Veronique
Promotor: Prof. Dr. DE PAEPE Peter

Overname van dit eindwerk is toegelaten mits bronvermelding als volgt: Eechaut V. (2020). Is het aangewezen om per sector een referentie-MUG te voorzien met een stock aan hydroxocobalamine (Cyanokit®) in geval van grootschalige cyanidevergiftiging?

Executive summary

Achtergrond

In mijn beroep als spoedverpleegkundige met MUG-functie ben ik zelf vaak op interventies van heel dichtbij betrokken bij slachtoffers van een woningbrand, incidenten met voertuigen, industriebranden, enz. ... Bij brand is rookinhalatie een veelvoorkomende oorzaak van cyanidevergiftiging met ernstige letsels en de dood tot gevolg. In veel gevallen van rookinhalatie wordt cyanide in toegenomen mate erkend als een belangrijke giftige stof. Cyanide is een krachtig en snelwerkend gif. De symptomen treden reeds op binnen enkele seconden tot minuten na blootstelling aan gemiddelde tot hoge concentraties (Anseeuw K., et al., 2013. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. *European Journal of Emergency Medicine*, 20, 1, 2-9). Naast de woning – en industriebranden, zitten ook heel wat gevaren bij Seveso bedrijven en bij het transport van hoog – risicoproducten over spoor -, water – en autowegen. Een voorbeeld in de Belgische setting is de treinramp bij Wetteren van 4 mei 2013 waarbij een goederentrein ontspoorde en enkele wagons na een explosie in brand vlogen, met lekkage van 300 ton acrylonitril. Daarnaast bestaat een toegenomen terroristische dreiging met een reële kans op een aanslag met chemische middelen.

De diagnose stellen van een cyanidevergiftiging is heel moeilijk en bij het niet herkennen kan dit leiden tot een inadequate of ongepaste behandeling. Net omdat cyanide zo'n krachtig gif is, is heel vlug en snel behandelen dan ook van kritisch levensbelang. De haalbaarheid en veiligheid van een empirische behandeling met hydroxocobalamine voor slachtoffers van een brand, wordt veelvuldig gerapporteerd in de literatuur. Het is veilig in gebruik, heeft amper bijwerkingen en wordt goed verdragen door de slachtoffers. Wanneer hydroxocobalamine intraveneus wordt toegediend, zal het bijna onmiddellijk oplossen in de verschillende weefselcompartimenten en het gif neutraliseren. Omdat cyanide zo'n krachtig en snelwerkend gif is, is het heel belangrijk dat de toediening van een antidotum reeds prehospitalaal gebeurt (Anseeuw K., et al., 2013. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. *European Journal of Emergency Medicine*, 20, 1, 2-9).

Een stelling in verband met de ontplooiing van het monodisciplinaire Medisch Interventieplan (MIP) is dat *“elk van de slachtoffers een aangepaste hulp moet krijgen”* (FOD Volksgezondheid, VVVL, 2017. Het Medisch Interventieplan, <https://www.health.belgium.be/nl/het-medisch-interventieplan-mip>). Hieruit vloeit de vraag of de Belgische Dringende Geneeskundige Hulpverlening (DGH) klaar is voor chemische incidenten waarbij heel wat potentiële slachtoffers kunnen vallen?

Onderzoek

Vlaamse MUG-diensten hebben onvoldoende antidota aan boord om grootschalige chemische incidenten het hoofd te kunnen bieden. Vaak hebben zij slechts een beperkte hoeveelheid medicatie en antidota bij om één (uitzonderlijk 2) patiënten te kunnen behandelen. Bij blootstelling is het immers van kritisch levensbelang dat de slachtoffers zo vlug mogelijk en bij voorkeur reeds prehospitalaal, het juiste antidotum toegediend krijgen. Deze antidota dienen dan ook in de MUG-voertuigen zitten zodat ze bij grootschalige incidenten ook onmiddellijk op het terrein beschikbaar zijn. Momenteel is het CBRNe Medical Team (MT) van defensie, de enige MUG-dienst in België met CBRNe capaciteit. Gezien de aanzienlijke aanrijtijden in geval van een ernstig incident, kwam de bedenking of het dan niet aangewezen is om een soortgelijk

middel in te richten onder de noemer van een referentie-MUG. Al dan niet in dezelfde configuratie als de CBRNe MT. Echter voldoende medische kennis, ervaring bij het gebruik en toediening ervan is eveneens een vereiste. Het gaat met andere woorden ook niet alleen om antidota ter plaatse te brengen, maar ook de kennis om hier adequaat mee om te gaan.

Om aanzienlijke aanrijtijden te vermijden zoals tot op heden bij de CBRNe MT het geval is, kan ook bekeken worden om een referentie-MUG per sector in te richten.

Om het begrip “sector” te definiëren dient te worden gekeken naar de manier waarop de huidige MUG-diensten kunnen erkend worden (KB 10/08/1998, Koninklijk besluit houdende vaststelling van de normen waaraan een functie "mobiele urgentiegroep" (MUG) moet voldoen om te worden erkend). Alle ziekenhuizen die beschikken over een gespecialiseerde spoedgevallendienst, die de financiële en menselijke middelen hebben en afhankelijk van hun ligging (al dan niet in ruraal gebied of in de nabijheid van een andere erkende MUG-dienst), kunnen een aanvraag voor een MUG-dienst doen.

Daar de vraagstelling of de Belgische DGH klaar is voor chemische incidenten een heel brede focus heeft, werd de probleemstelling vernauwd tot de onderzoeksvraag: Is het aangewezen om per provincie een referentie-MUG te voorzien met een stock aan hydroxocobalamine (Cyanokit®) in geval van grootschalige cyanidevergiftiging?

Om deze onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden werd geopteerd voor een kwalitatieve literatuurstudie waarbij gezocht werd op nationale en internationale literatuur aangaande prehospital toediening van hydroxocobalamine.

Naast literatuurstudie werd eveneens contact opgenomen met enkele sleutelfiguren van discipline 2 en andere partners binnen de hulpverlening. Hun bedenkingen, expert opinion en aanvullende theoretische inzichten werden neergeschreven in dit onderzoekswerk en vormden een grote meerwaarde.

Er werd eveneens afgetoetst of de Vlaamse MUG-diensten op dit moment reeds hydroxocobalamine aan boord hebben. Om de bestaande procedures en werkwijzen binnen België internationaal af te toetsen werd gezocht naar bestaande procedures binnen de hulpverlening in Nederland en de Verenigde Staten.

Verder werd een vragenlijst verstuurd naar verschillende Emergency Services (EMS) in 14 verschillende staten van de VS met een response rate van 98%. Ook hebben een aantal Fire Chiefs hun prehospital procedures en staande orders voor de toediening van hydroxocobalamine, doorgestuurd. De resultaten hiervan werden mee opgenomen in dit onderzoekswerk.

Als casus werd de treinramp bij Wetteren van 4 mei 2013 van naderbij bekeken.

De analyse van alle bestaande procedures en werkwijzen, met hun sterktes en zwaktes, vormt de basis van de conclusies en de aanbevelingen van dit eindwerk.

Resultaten

De meerwaarde van dit onderzoekswerk situeert zich op meerdere niveaus. Zonder de ambitie om alle verschillende aspecten en de verschillende antidota afzonderlijk ten gronde te willen behandelen, biedt het onderzoek een inzicht in het snel kunnen uitsturen van de snelste adequate hulp (zijnde de referentie-MUG) en het snel kunnen toedienen van hydroxocobalamine in geval van een grootschalige cyanidevergiftiging.

Naast het CBRNe MT van defensie zijn er slechts een handvol MUG-diensten binnen Vlaanderen die hydroxocobalamine aan boord hebben. Bij de andere diensten die dit niet aan boord hebben, wordt stevast verwezen naar een negatieve kosten-batenanalyse, op basis daarvan werd beslist om dit niet in hun voertuigen te voorzien. Er bestaat eveneens geen wettelijk kader rond de inhoud van welke medicatie er in een MUG-voertuig aanwezig moet zijn, dit terwijl er wel in een ministeriële omzendbrief (2018/DGH-AMU/001) werd vastgelegd wat de minimale inhoud van de ziekenwagens die erkend is binnen de DGH, moet aanwezig zijn.

De mogelijkheid om de ziekenwagens of PIT uit te rusten met hydroxocobalamine stoot dan weer op wettelijke limieten. De hulpverleners-ambulanciers van de ziekenwagen zijn gezien de beperkte BLS – opleiding wettelijk niet bevoegd om medicatie te geven. Een PIT – verpleegkundige met een BBT in de Spoedgevallenzorg mag dan wettelijk gezien wel met standing orders werken die voor een korter therapievrij interval zou kunnen zorgen, in afwachting van de komst van een MUG. Echter bedienen de PIT's nog niet het volledige Belgisch/Vlaams grondgebied en betreft dit strictu sensu nog steeds een pilootproject.

Ook in het Belgisch Handboek Medische Regulatie (BHMR) van de noodcentrale 112 (NC112), staat nergens iets beschreven over het gebruik van hydroxocobalamine of een Cyanokit® en er staan eveneens geen verwijzingen in naar het uitsturen van een mogelijke referentie-MUG. Het uitsturen van een referentie-MUG zou dan ook op een eenvoudige wijze kunnen toegevoegd worden aan de reeds bestaande protocollen.

Waar tot enkele jaren geleden de SIT van het Rode Kruis nog heel wat antidota bij had in de medische koffers, werd dit eveneens verlaten omwille van de negatieve kosten-baten analyse.

Ook het Antigifcentrum heeft geen hydroxocobalamine standaard in hun stock, daarvoor verwijst dit expertisecentrum door naar FOD Volksgezondheid welke eveneens een strategische stock van antidota ter beschikking heeft (Antigifcentrum, 2020. Antidota in België, <https://www.antigifcentrum.be/medische-professionals/antidota/leveranciers>).

De samenstelling, stockage en terbeschikkingstelling van de federale, strategische stock is de verantwoordelijkheid van FOD Volksgezondheid (Advies van de Hoge Gezondheidsraad van 2018 over “De strategische stock van geneesmiddelen in de context van de dreiging voor chemisch, biologisch en radio-nucleair terrorisme”). In geval van nood is het FOD Volksgezondheid die de strategische stock zal vrijgeven en de praktische organisatie van het transport zal regelen. Anderzijds zijn er wel degelijk samenwerkingsverbanden mogelijk tussen bedrijven en de ziekenhuizen, zoals bij de kerncentrale van Doel en het ZNA Middelheim het geval is.

Uit een analyse welke in opdracht van FOD Volksgezondheid werd gemaakt in 2013, werd door het berekenen van QALY's (quality-adjusted life year), berekend dat er jaarlijks 17 mensenlevens en een bijkomende neurologische complicatie gered zouden kunnen worden, wanneer er op nationaal niveau gewerkt zou worden met hydroxocobalamine (Annemans L, et al., 2013. Belgian cost-effectiveness analysis of hydroxocobalamin (Cyanokit) in known or suspected cyanide poisoning. European Journal of Hospital Pharmacy Science and Practice, 20, 161-167).

Discussie

Bij het nemen van de beslissing om referentie-MUG-diensten in het leven te roepen met een strategische stock aan hydroxocobalamine, zijn onvermijdelijk tegenargumenten verbonden. Er is enerzijds de hoge kostprijs om de strategische stock te onderhouden en anderzijds schat men het risico in als zijnde heel laag.

Dit zijn onder andere de 2 hoofdredenen die maken dat ziekenhuizen hydroxocobalamine niet of onvoldoende op stock hebben. Daarnaast is het voortdurend stand-by houden van deze antidota heel duur omdat ze een beperkte houdbaarheid hebben (minder dan 3 jaar) en ze hierdoor vaak niet tijdig kunnen opgebruikt worden.

Naast de vraag of een referentie-MUG een meerwaarde zou zijn, rijst ook de vraag of er dan (net als in Nederland) een Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS) mee op pad moet gestuurd worden.

Deze keuze zou een belangrijke financiële belasting betekenen voor de maatschappij, waar de financiële ruimte op heden reeds beperkt is. Daarenboven zal het veel moeite kosten om voldoende hefboom te vinden in het Belgische politieke landschap om hiervoor het nodige budget vrij te maken; hierbij kan weliswaar de optie van samenwerkingsverbanden met de bedrijven verder geëxploreerd worden.

Conclusie

Als conclusie kan gesteld worden dat het invoeren van een referentie-MUG met een strategische stock aan hydroxocobalamine een echte meerwaarde zou zijn in de dringende geneeskundige hulpverlening. In dat geval zal er verder moeten gekeken worden dan enkel hydroxocobalamine, maar betreft dit eerder een minimale stock aan andere antidota zoals oximes, atropine, benzodiazepines, enz.

Om een referentie-MUG met antidota samen te stellen zal het best gekeken worden naar de reeds bestaande MUG-diensten.

Ook de opleiding tot GAGS dient in België geëxploreerd te worden. Een GAGS zou immers een grote meerwaarde betekenen op het terrein.

Met een minimale aanpassing van enkele bestaande protocollen in het BHMR van de NC112 met bijkomende PAI's, behoort het uitsturen van een referentie-MUG met een tactische stock aan hydroxocobalamine (en bij uitbreiding met verschillende antidota) zeker tot de mogelijkheden.

Vanuit de ziekenhuizen is het belangrijk te weten hoe dit gefinancierd moet worden en welke ziekenhuizen er hiervoor in aanmerking komen. Voorts zullen er dan een soort van conventie moeten opgesteld worden met duidelijke afspraken over de middelen en de SLA waarbij de beschikbaarheid van hydroxocobalamine, de levertijd en de verantwoordelijkheid eveneens dienen besproken te worden.

Het zal steeds een afweging zijn tussen preventie, risico en kosten-baten. Uit de analyse in opdracht van FOD Volksgezondheid van 2013, werd alvast geconcludeerd dat van uit het perspectief van de belastingbetaler, het gebruik van hydroxocobalamine kostenbesparend is.

In tegenstelling tot wat men zou verwachten, zal het vroegtijdig en prehospitaal behandelen van de slachtoffers van een cyanidevergiftiging, zorgen voor een maatschappelijk aanvaarde en kostenbesparende operatie. Om het uitsturen van een referentie-MUG mogelijk te maken zullen echter nog enkele bijkomende bedenkingen dienen geëxploreerd te worden.

Sleutelwoorden

Door gebruik te maken van de volgende sleutelwoorden kan dit eindwerk in een bibliotheek teruggevonden worden door toekomstige gebruikers en lezers.

CBRNe - incidenten
Cyanidevergiftiging
Cyanokit
Hydroxocobalamine
Referentie-MUG

Inhoudsopgave

Executive summary	5
<i>Achtergrond</i>	<i>5</i>
<i>Onderzoek</i>	<i>5</i>
<i>Resultaten</i>	<i>6</i>
<i>Discussie</i>	<i>7</i>
<i>Conclusie</i>	<i>8</i>
Sleutelwoorden	9
1. Probleemstelling en onderzoeksvraag	15
1.1. Probleemstelling	15
1.2. Onderzoeksvraag	16
2. Theoretisch kader	17
2.1. Wat is cyanide?	17
2.2. Cyanidevergiftiging en symptomen	17
2.2.1. Toxisch mechanisme	17
2.2.2. Cyanidevergiftiging	18
2.2.3. Symptomen bij acute blootstelling	19
2.3. Diagnosestelling	20
2.4. Behandeling in de acute fase en keuze antidotum	21
2.4.1. Behandeling in de acute fase	21
2.4.2. Keuze Hydroxocobalamine als antidotum	22
3. Methodologie	25
3.1. Literatuurstudie	25
3.2. Kwantitatief onderzoek	25
3.3. Interviews	26
3.3.1. Respondenten	26
3.3.2. Vraagstelling	26
3.4. Casestudie	27
3.4.1. Case 1: Treinramp Wetteren	27
3.4.2. Case 2: Uitslaande brand van een bewoond gebouw	28
3.4.3. Conclusie	28
4. Wet – en regelgeving	29
4.1. Europese en Belgische wetgeving	29
4.2. Wettelijke minimale inhoud MUG-voertuigen	30
5. Onderzoek en analyse	31
5.1. Nationale aanpak	31
5.1.1. Noodcentrale 112	31
5.1.2. CBRNe Medical Team	32

5.1.3.	MUG-diensten	33
5.1.4.	Ziekenwagen - PIT	34
5.1.5.	Antigifcentrum en samenwerking met FOD Volksgezondheid.....	36
5.1.6.	Rode Kruis.....	38
5.1.7.	Conclusie nationale aanpak	38
5.2.	<i>Internationale aanpak</i>	39
5.2.1.	Nederland	40
5.2.2.	Verenigde Staten	41
5.2.3.	Conclusie internationale aanpak.....	44
5.3.	<i>Kosten - baten analyse</i>	45
6.	Beperkingen van het werk en suggesties voor verder onderzoek	47
6.1.	<i>Beperkingen</i>	47
6.2.	<i>Suggesties voor verder onderzoek</i>	47
7.	Beleidsaanbevelingen en operationele aanbevelingen	49
8.	Eindconclusie.....	51
9.	Lijst met afkortingen	53
10.	Lijst met tabellen en figuren	55
10.1.	<i>Lijst met tabellen</i>	55
10.2.	<i>Lijst met figuren</i>	55
11.	Referentielijst	57
11.1.	<i>Wetenschappelijke literatuur</i>	57
11.2.	<i>Wet – en regelgeving</i>	58
11.3.	<i>Online bronnen</i>	59

1. Probleemstelling en onderzoeksvraag

1.1. Probleemstelling

In België zijn er heel wat dichtbevolkte gebieden met de aanwezigheid van heel wat Seveso bedrijven met het daarbij horend transport van hoog-risicoproducten over spoor -, water – en autowegen (Vlaamse overheid, 2019. Seveso-inrichtingen in Vlaanderen, <https://omgeving.vlaanderen.be/seveso-inrichtingen-in-vlaanderen>).

Een calamiteit in elk van deze settings kan resulteren in een chemisch incident. Een chemisch incident wordt gedefinieerd als: *“een gebeurtenis of gevaarlijk verschijnsel resulterend in de ontsnapping van chemische agentia die op korte of langere termijn schadelijk zijn voor de menselijke gezondheid en/ of het milieu.”* (Verbeek RAM, Van Kesteren RG, Wulterkens TW, 2013. Handboek spoedeisende geneeskunde, 31, 309 – 311).

De chemische agentia kunnen van allerlei aard zijn, zoals irriterende gasen (bijv. chloor, ammoniak, enz.), asfyxiërende stoffen (bijv. waterstofcyanide, koolmonoxide, enz.), corrosieve stoffen (zoutzuur, zwavelzuur, ...), neurotoxines (bijv. Sarin, parathion, enz.), en andere.

Daarnaast kennen we jaarlijks heel wat ernstige woning- en industriebranden en wordt door het Coördinatieorgaan voor de dreigingsanalyse (OCAD) een terroristische dreiging met een reële kans op een ernstig chemische aanslag niet uitgesloten (Nationaal Crisiscentrum, 2020. Terroristische dreiging, <https://crisiscentrum.be/nl/inhoud/terroristische-dreiging>).

Bij brand is rookinhalatie een veelvoorkomende oorzaak van cyanidevergiftiging met ernstige letsels en de dood tot gevolg. Cyanide is een krachtig en snelwerkend gif waarbij de symptomen reeds optreden binnen enkele seconden tot minuten na blootstelling (Anseeuw K., et al., 2013. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. European Journal of Emergency Medicine, 20, 1, 2-9).

De diagnose stellen van een cyanidevergiftiging is heel moeilijk en bij het niet herkennen kan dit leiden tot een inadequate behandeling. Net omdat cyanide zo’n krachtig gif is, is heel vlug en snel behandelen dan ook van kritisch levensbelang. Het is dan ook heel belangrijk dat de toediening van een antidotum reeds prehospitalaal gebeurd.

Voor deze antidota is het belangrijk dat zij in de MUG-voertuigen zitten en bijgevolg op de plaats van de interventie beschikbaar zijn, omdat tijdige toediening een belangrijk effect op de uitkomst kan hebben.

Momenteel is het CBRNe Medical Team van defensie, de enige MUG-dienst in België met CBRNe capaciteit. Zij kunnen op heden enkel via de NC112 van Brussel worden opgeroepen. Indien er zich een chemisch incident zou voordoen in een andere provincie, dan gaat er belangrijke tijd verloren alvorens wordt beslist om dit team uit te sturen en dienen aanzienlijke aanrijtijden mee in rekening te worden genomen. Zijzelf zijn echter geen vragende partij om uitgestuurd te worden over het volledige Belgische grondgebied.

Een volgende probleemstelling is dat er geen wettelijk kader bestaat over welke medicatie er in een DGH erkend MUG - voertuig aanwezig moet zijn. Er bestaat enkel een KB (10/08/1998, Art.15/Art.16) die vastlegt welk draagbaar materieel aanwezig moet zijn in de voertuigen. Over welke medicatie er minimaal aan boord moet zijn, zegt dit KB in Art. 16: *“De Minister kan een lijst opstellen van de geneesmiddelen die zich aan boord van het voertuig moeten bevinden”*. Deze lijst is er echter momenteel niet. Elke MUG-dienst kan met andere woorden zelf beslissen welke medicatie zij al dan niet in hun voertuigen plaatsen.

1.2. Onderzoeksvraag

De hoofdonderzoeksvraag voor deze studie is:

Is het aangewezen om per sector een referentie – MUG te voorzien met een strategische stock aan antidota in geval van een CBRNe – incident?

Gezien de brede focus van deze onderzoeksvraag, werd deze afgebakend voor één specifiek antidotum en type incident.

Hierbij werd gekozen voor grootschalige cyanidevergiftigingen, gezien acute blootstelling aan cyanide volgens de World Health Organization (WHO) als één van de meest voorkomende doodsoorzaken wordt beschouwd bij woning – en industriebranden, huishoudelijke en industriële incidenten en bij chemische oorlogsvoering of terroristische aanslagen (Prof. Petrova FS., Bulgaria S., Dr. Fishbein L., Geneva 2004. Hydrogen cyanide and cyanides: human health aspects. World Health Organization, Con Int Chem Ass Doc 61, 1-32).

Hierdoor wordt de onderzoeksvraag vernauwd naar:

Is het aangewezen om per sector een referentie-MUG te voorzien met een stock aan hydroxocobalamine (Cyanokit®) in geval van grootschalige cyanidevergiftiging?

De specifieke vragen die beantwoord dienen te worden zijn:

- Bestaat er reeds een wettelijk kader hieromtrent?
- Bestaan er reeds procedures hieromtrent in België?
- Zijn er andere opties die kunnen geëxploreerd worden?
- Zijn er goede praktijken bruikbaar uit het buitenland?
- Hoe kan men het begrip “sector” definiëren?
- Hoeveel referentie-MUG-diensten dient men te voorzien?
- Hoe wordt deze referentie-MUG geactiveerd?
- Wie kan deze referentie-MUG activeren?
- Wat mag de maximale aanrijtijd zijn?
- Hoeveel stuks hydroxocobalamine moet deze referentie-MUG bij hebben?
- In hoeverre is een kosten-baten analyse reeds gekend?

2. Theoretisch kader

2.1. Wat is cyanide?

“Cyanide (CN⁻) is het anion van blauwzuur (waterstofcyanide), welke in vele vormen kan voorkomen, als gas (HCN), vloeistof en solide (cyanidezouten). Bronnen van cyanide zijn hoofdzakelijk te vinden in de (metallurgische) industrie en in huishoudelijke producten. Cyanide kan ook vrijkomen bij de verbranding van kunststoffen als polyurethaan en polyacrylonitril en van natuurproducten als wol en zijde” (Grouls R.J.E., et al., 2019. Cyanide/Cyaanverbindingen. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen; 4, 1).

Cyaniden komen voor onder verschillende vormen. Afhankelijk van de vorm zal het de snelheid van de eerste symptomen en de ernst van de intoxicatie bepalen.

Men maakt een onderscheid tussen (Antigifcentrum, 2020. <https://www.antigifcentrum.be/medische-professionals/artikels-voor-medische-professionals/behandeling-van-acute-intoxicaties-en-5>):

- *“HCN (blauwzuur) en zouten ervan zoals KCN, NaCN en calcium- en ammoniumcyanide.*
- *Gehalogeneerde verbindingen zoals chloorcyaan (CNCl) en broomcyaan (CNBr).*
- *Nitriles zoals acetonitrile, acrylonitril, propionitrile en isobutyronitrile. Hier krijgt men in vivo vorming van cyanides door hepatische omzetting met een latentieperiode van meerdere uren (2 - 13 h).*
- *Cyanogene glycosiden van plantaardige herkomst zoals amygdaline, linamarine, prunasine.*
- *CN kan ook vrijkomen bij verbranding van kunststoffen als polyurethaan, maar ook van natuurlijke stoffen zoals wol en zijde.”*

Hierbij dient bijzondere aandacht gegeven te worden aan de nitriles zoals acetonitril en acrylonitril. Deze stoffen hebben slechts een beperkte toxiciteit in kleine dosissen. Echter worden deze stoffen door het lichaam gemetaboliseerd tot cyanide. Bij blootstelling aan deze nitriles zullen als gevolg van de tijd die het lichaam nodig heeft om te metaboliseren naar cyanide, de toxische effecten vertraagd vrijkomen. De symptomen treden meestal pas op na 2 tot 13 uren (Nelson L., 2006. Acute Cyanide Toxicity: Mechanisms and Manifestations. Journal of Emergency Nursing, 32, 8-11).

2.2. Cyanidevergiftiging en symptomen

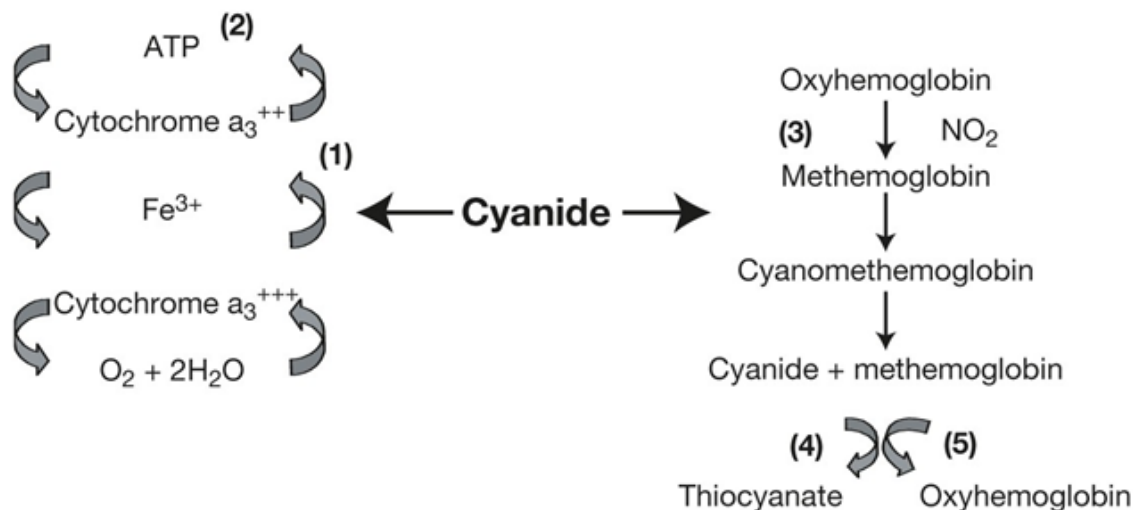
2.2.1. Toxisch mechanisme

Waterstofcyanide is een heel kleine, in vet oplosbare molecule welke na absorptie voor een heel snelle verdeling zorgt over het lichaam en bloed. Cyanide heeft een hoge affiniteit voor erythrocyten en wordt met behulp van het enzym rhodanese (wat aanwezig is in de mitochondriën van nieren en lever) omgezet in thiocynaat. Voor deze omzetting is natriumthiosulfaat noodzakelijk. Hiervan zal een klein deel cyanide met behulp van hydroxocobalamine omgezet worden in cyanocobalamine wat ofwel onmiddellijk renaal zal worden uitgescheiden, ofwel het cyanide langzaam zal afgeven om gemetaboliseerd te worden via rhodanese. Kleine hoeveelheden van vrij cyanide kunnen ook door de longen, zweet, speeksel, stoelgang en urine worden uitgescheiden.

“De voornaamste toxische effecten worden veroorzaakt door de remming van de aerobe stofwisseling op mitochondrieel niveau en overdracht van zuurstof door binding aan en inactivering van cytochroomoxidase” (Grouls R.J.E., et al., 2019. Cyanide/Cyaanverbindingen. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen; 4, 1).

Figuur 1: mechanisme toxiciteit cyanide

(Overgenomen van Grouls R.J.E., et al., 2019. Cyanide/Cyaanverbindingen. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen; 4, 1).



Cyanide bindt aan driewaardig ijzer in het mitochondriale cytochroomoxidase. Hierdoor wordt de de vorming van ATP (adenosinetriphosfaat) geremd waardoor zowel intra- als extracellulair hypoxie ontstaat. Het metabolisme schakelt t.g.v. hiervan over van pyruvaat op de anaerobe lactaat productie. Weefsels met een hoog zuurstofverbruik worden het meest getroffen. Tevens remt cyanide de overdracht van haemgebonden zuurstof naar de weefsels. Binding van cyanide aan cytochroom oxidase in de mitochondriën. Het gevolg is directe onderbreking van de oxidatieve fosforylering.

“Stap 1: Cyanide bindt aan het cytochroom a3 complex.

Stap 2: De elektronentransport keten wordt geremd. Hierdoor wordt het aerobe metabolisme en de vorming van ATP onderbroken.

Stap 3: Natriumnitriet en 4-DMAP reageren met oxyhemoglobine waardoor methemoglobine ontstaat. Dit verdrijft cyanide uit de mitochondriën onder vorming van cyanomethemoglobine.

Stap 4: Cyanomethemoglobine wordt gebonden aan thiosulfaat, waardoor minder toxisch thiocynaat ontstaat, dat via de nieren kan worden uitgescheiden.

Stap 5: Methemoglobine wordt omgezet in oxyhemoglobine door het enzym methemoglobine reductase.” (Grouls R.J.E., et al., 2019. Cyanide/Cyaanverbindingen. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen; 4, 1).

2.2.2. Cyanidevergiftiging

Een cyanidevergiftiging kan optreden na rookinhalatie bij brand (zowel bij huishoudelijke als industriële brand), door opname via de huid, inname van cyanidezouten of ten gevolge van een intraveneuze toediening (Borron et al., 2007. Hydroxocobalamin for severe acute cyanide poisoning by ingestion or inhalation. The AJ of Emerg. Med. 25(5), 551).

In gasvorm heeft cyanide de geur van bittere amandelen, welke reeds kan waargenomen worden bij een luchtconcentratie van 2 – 10 ppm. Echter geeft het waarnemen hiervan onvoldoende signaal dat het om gevaarlijke concentraties gaat. Deze geur wordt ook niet altijd herkend en daarenboven kunnen 20 tot 40% van de mannen deze geur helemaal niet waarnemen als gevolg van genetische variabiliteit (Hydrogen Cyanide – Prehospital Management. Chem. Hazards Em. Management, https://chemm.nlm.nih.gov/cyanide_prehospital_mmg.htm).

Men beschouwt elke concentratie in het bloed als een toxische concentratie. Er bestaan immers geen therapeutische concentraties in het bloed. (Baud FJ et al., 1996. Relation between plasma lactate and blood cyanide concentrations in acute cyanide poisoning. BMJ. 312, 26-7)

Tabel 1: Toxiciteit van cyanide per dosis (Overgenomen van Grouls RJE., et al., 2019. Toxische dosis. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen, versie 4, p1.).

Effect	Dosis
Direct dodelijk	300 mg/m ³ (270 ppm)
Fataal na 10 min	200 mg/m ³ (181 ppm)
Fataal na 30 min	150 mg/m ³ (135 ppm)
Levensbedreigend of fataal na 0.5 – 1 uur of later	120-150 mg/m ³ (110-135 ppm)
20 min – 1 uur getolereerd zonder toxische effecten	50-60 mg/m ³ (45-54 ppm)
Milde symptomen na enkele uren	20-40 mg/m ³ (18-36 ppm)

De snelheid van ontstaan van symptomen is afhankelijk van de manier van blootstelling:

- Inhalatie: bij hoge concentratie kan de dood binnen enkele seconden optreden.
- Ingestie: van cyanidezouten kan in 15-45 minuten dood tot gevolg hebben.
- Dermaal: afhankelijk van pH, concentratie en oppervlak na circa 30 minuten.

2.2.3. Symptomen bij acute blootstelling

De symptomen treden reeds op binnen enkele seconden tot minuten na blootstelling aan gemiddelde tot hoge concentraties aan cyanogene stoffen (Anseeuw K., et al., 2013. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. European Journal of Emergency Medicine, 20, 1, 2-9). Hierbij dienen de eerstehulpverleners bijzondere aandacht te hebben voor het optreden van laattijdige symptomen bij nitriles. In dit geval treden de symptomen meestal pas op na 2 tot 13 uren zoals in de casus met de treinramp in Wetteren in 2013 is beschreven.

Deze symptomen zijn vaak levensbedreigend van aard:

Milde symptomen met hemodynamisch stabiele parameters met een EMV 14-15:

- Amandelgeur van uitgeademde lucht;
- Hoofdpijn en vertigoklachten;
- Mydriatische pupillen;
- Nausea en braken;
- Krachtsverlies.

Matige symptomen met respiratoire of hemodynamische symptomen of EMV 10-13:

- Verwardheid en agitatie;
- Dyspneu, later gevolgd door hypoventilatie;
- Apneu;
- Ritmestoornissen;
- Hypotensie;
- Somnolentie en suffer worden.

Ernstige symptomen met respiratoire of hemodynamische bedreiging of EMV <10:

- Convulsies.
- Coma.
- Hartstilstand.
- Kersrode verkleuring van de huid

Echter is het mogelijk dat in een situatie met meerdere slachtoffers, zoals bij een terroristische aanslag of een chemische ramp, bepaalde panieksymptomen zoals tachypnoe en braken de vroege tekenen van cyanidevergiftiging gaan maskeren. De beste indicatie welke kan duiden op een cyanidevergiftiging, is een veranderde mentale toestand (verwarring en desoriëntatie) en/of mydriasis.

De ernst van de intoxicatie is eveneens sterk afhankelijk van:

- De dosis.
- Het type cyanide.
- De tijdsduur van blootstelling.

2.3. Diagnosestelling

Het stellen van de diagnose gebeurt in de prehospitalsetting met gelimiteerde middelen en is gebaseerd op non-invasieve klinische parameters van het slachtoffer. Anderzijds zal men in specifieke situaties, zoals bij een brand of een incident met toxische gassen, ervan uitgaan dat er cyanide mogelijk is vrijgekomen en op basis daarvan de behandeling opstarten. Bij verdenking van cyanidevergiftiging dient ervoor gekozen te worden om de behandeling meteen op te starten en kan er niet gewacht worden op bevestiging door diagnostische testen (Eckstein M., et al., 2017. Prehospital Recognition and Management of Cyanide Poisoning in Smoke Inhalation Victims. Medscape, <https://www.medscape.org/viewarticle/572017>).

Het prehospital uitvoeren van bloedtesten met in het bijzonder het plasma-lactaat welke een onrechtstreekse marker is van een cyanidevergiftiging, is in onze contreien immers meestal niet mogelijk omdat de meerderheid van de MUG-diensten in België, dit toestel niet aan boord hebben. Er bestaan hiervoor wel enkele compacte toestellen zoals een draagbaar bloedgastoestel of een Point-of-care (POC) toestel voor lactaatmeting, die in het buitenland wel gebruikt worden. Het grootste nadeel aan deze toestellen is dat deze heel gelimiteerd zijn wat de temperatuurgevoeligheid betreft, met een optimale operationele range tussen de 16°C en 30°C. Bij koudere of warmere buitentemperatuur geven deze toestellen een foutmelding en is geen meting meer mogelijk. Omwille van die reden zijn veel MUG-diensten voorlopig niet bereid

om hierin te investeren (Schober P, et al., 2019. Portable Blood (Gas) Analyzer in a Helicopter Emergency Medical Service, Air Med Journal, v4, 302-304).

Verschillende onderzoeken hebben uitgewezen dat koolstofmonoxide (CO) en cyanide de belangrijkste verbrandingsproducten zijn tijdens een brand. Bij branden komt CO vrij als gevolg van een onvolledige verbranding van koolstof houdende materialen. CO en cyanide spelen een belangrijke rol bij rooktoxiciteit. Hierbij is cyanide soms de primaire doodsoorzaak en lijkt er een beperkte correlatie tussen CO- en cyanideniveaus, echter is het voorspellen van een cyanidevergiftiging op basis van een CO-vergiftiging bijna onmogelijk (Anseeuw K., et al., 2013. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. European Journal of Emergency Medicine, 20, 1, 2-9). In elk geval kan een verhoging van het CO-gehalte wel een aanwijzing zijn van een mogelijke blootstelling aan andere toxische gasen (waaronder cyanide). In dit kader hebben sommige MUG-diensten (zoals in de MUG van het UZ Gent) een draagbaar toestel bij dat het CO-gehalte in de uitgeademde lucht meet. Wanneer een CO-intoxicatie wordt vastgesteld, is de probabiliteit van een cyanidevergiftiging ook zeer hoog (Eckstein M., et al., 2017. Prehospital Recognition and Management of Cyanide Poisoning in Smoke Inhalation Victims. Medscape, <https://www.medscape.org/viewarticle/572017>).

2.4. Behandeling in de acute fase en keuze antidotum

2.4.1. Behandeling in de acute fase

Bij het vermoeden van een intoxicatie is snel handelen van kritisch levensbelang. Als gevolg van de snelle opname van cyanide kan de dood binnen enkele seconden tot minuten intreden. Naast het stoppen van de blootstelling, door het slachtoffer zo vlug mogelijk uit de rode zone te (laten) evacueren, het zonodig verwijderen van resterende contaminerende stoffen en een algemeen ondersteunende behandeling, kunnen in sommige gevallen specifieke antidota zorgen voor het overleven en het sneller of completer functioneel herstellen van het slachtoffer.

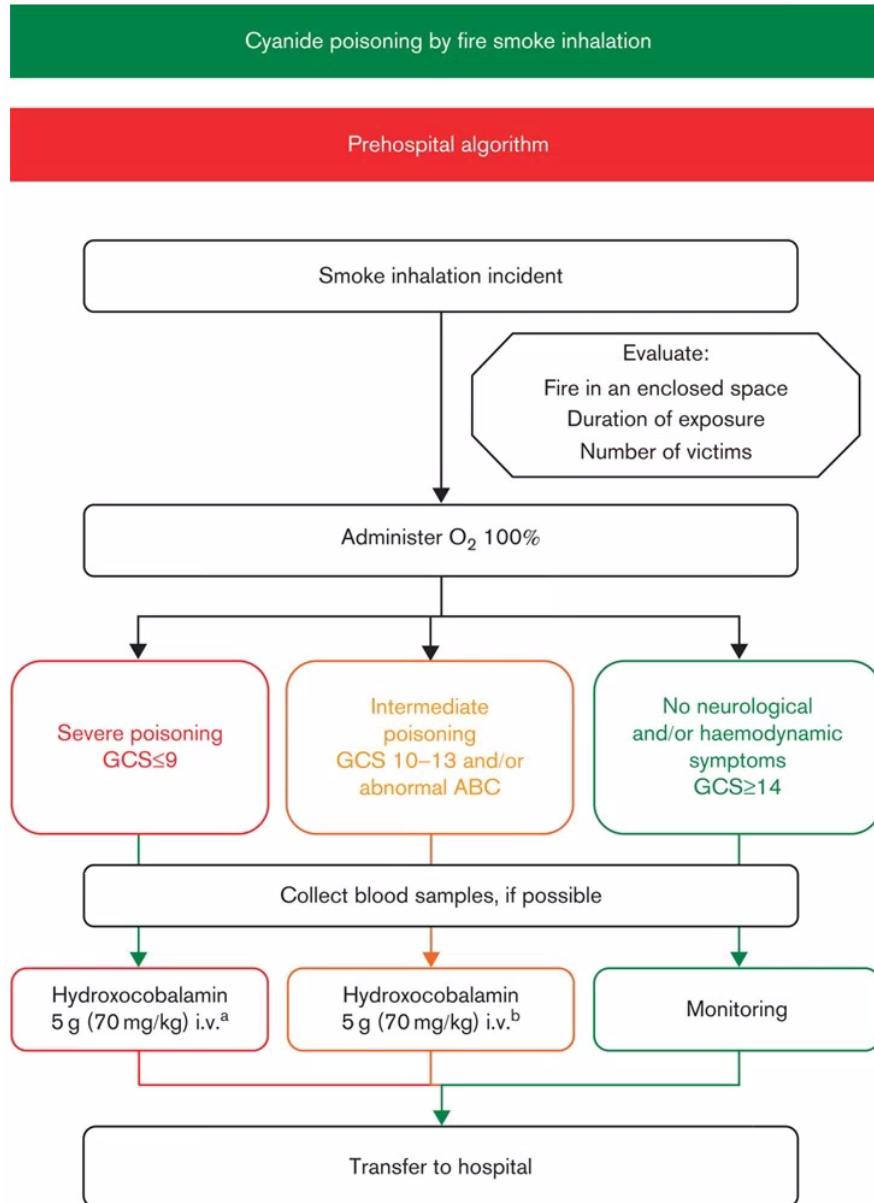
Omdat cyanide zo'n snelwerkend en krachtig gif is, is het heel belangrijk dat een antidotum zo vlug mogelijk en reeds prehospitalaal wordt toegediend. Ondanks dat men in Europa over een zeer goede dringende eerstehulpverlening beschikt, kunnen de eerstehulpverleners ter plaatse verschillen van opleiding en niveau. Het prehospitalaal algoritme, welke ontwikkeld werd door The European Society For Emergency Medicine (EUSEM), is om deze reden opgesteld dat het zowel door paramedics, verpleegkundigen als urgentie-artsen kan gebruikt worden (Tabel 2).

Tabel 2: Prehospitaal algoritme.

GCS, Glasgow Coma Scale.

^a Indien hartstilstand dien 10 g hydroxocobalamine toe. ^b Indien meerdere slachtoffers, begin met 2.5 g en drijf op tot 5 g.

(Overgenomen van Anseeuw K., et al., 2013. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. European Journal of Emergency Medicine, 20, 1, 2-9)



2.4.2. Keuze Hydroxocobalamine als antidotum

Er bestaan verschillende antidota of soms een wordt een combinatie van verschillende antidota gebruikt. Het veiligste en meest effectieve antidotum welke uitermate geschikt voor de prehospitaal behandeling van (of bij vermoeden van) cyanidevergiftiging, is hydroxocobalamine (Eckstein M., et al., 2017. Prehospital Recognition and Management of Cyanide Poisoning in Smoke Inhalation Victims. Medscape, <https://www.medscape.org/viewarticle/572017>).

Niet alleen moet men bij de keuze van het antidotum rekening houden met de effectiviteit, er dient eveneens rekening gehouden te worden met de veiligheid in gebruik en mogelijke bijwerkingen van het product. Hydroxocobalamine intraveneus geniet hierdoor de voorkeur op natriumthiosulfaat welke eveneens veilig in gebruik en effectief is, maar een vertraagde werking heeft. De meest gerapporteerde bijwerkingen van hydroxocobalamine zijn roodverkleuring van de huid en urine. (Mégarbane B, et al., 2003. Antidotal Treatment of cyanide poisoning, J Chin Med Assoc., 4, 193-203)

Tabel 3: Doseerschema geneesmiddelen (Overgenomen van Grouls RJE., et al., 2019. Doseerschema geneesmiddelen. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen, versie 4, p5).

geneesmiddel	leeftijd (in jaren)	Dosering	Bijzonderheden
Hydroxocobalamine	Volwassenen	5 gram intraveneus in 15 min, zo nodig vervolgens 5 gram in 15 min. – 2uur (eventueel nog een keer herhalen).	Oplossen in 200 ml Natriumchloride 0,9%. Alleen wanneer dit niet beschikbaar is, mag ook Ringerlactaat of glucose 5% oplossing voor injectie worden gebruikt.
	Kinderen	70 mg/kg (max. 5 gram) in 15 min, zo nodig vervolgens 70 mg/kg (max. 5 gram) in 15 min. – 2uur (eventueel nog een keer herhalen)	
Natriumthiosulfaat intraveneus	Volwassenen	50 ml inj. vloeistof 250 mg/ml (snelheid 2,5 - 5 ml/minuut)	Natriumthiosulfaat niet binnen enkele minuten toedienen via dezelfde naald of infusieplaats die gebruikt is voor hydroxocobalamine. Natriumthiosulfaat bindt aan hydroxocobalamine en kan het hierdoor inactiveren.
	Kinderen	1,6 ml/kg of 400 mg/kg in 10 minuten	
Natriumthiosulfaat oraal	Volwassenen	500 ml natriumthiosulfaat 5%	Bereiden uit 100 ml inj. vloeistof 250 mg/ml verdunnen met water tot 500 ml

3. Methodologie

3.1. Literatuurstudie

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden werd geopteerd voor kwalitatieve literatuurstudie waarbij voornamelijk gezocht werd op nationale en internationale literatuur aangaande prehospitaal toediening van hydroxocobalamine.

Ik heb me voor het zoeken van literatuur vooral toegespitst op PUBMED (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) en Google Scholar. Er werd gebruik gemaakt van volgende MESH-termen in verschillende combinaties: “Cyanide poisoning”, “cyanide”, “EMS antidotes”, “prehospital hydroxocobalamin”, “CO”, “out-of-hospital”, “mass-casualty stockpiles” en “QALY”. Daarnaast werden via de methode van het sneeuwbal effect, werken geselecteerd via de literatuurlijst die verdere informatie gaven omtrent de thematiek van dit eindwerk.

Websites van Europese en Belgische overheden en organisaties werden geraadpleegd en gebruikt om stellingen toe te lichten of te staven.

Ook werden de onderzoekswerken van medestudenten van het postgraduaat rampenmanagement uit de voorbijaande jaren geraadpleegd met in het bijzonder hun referentielijsten.

3.2. Kwantitatief onderzoek

Om de bestaande procedures en werkwijzen binnen België internationaal af te toetsen werd gezocht naar bestaande procedures binnen de hulpverlening in Nederland en de Verenigde Staten (VS).

In dit kader werd eveneens een enquête verstuurd naar 62 verschillende EMS – services in 14 verschillende staten van de VS. Hiervan zijn 61 antwoorden van verschillende ervaren paramedics teruggekomen, met een response rate van 98%. 1 EMS -supervisor heeft niet gereageerd omwille van op pensioenstelling.

In de enquête werd gevraagd naar:

- Jaren ervaring
- Beroeps of vrijwilliger
- Graad van opleiding
 - EMT - basic
 - EMT - intermediate
 - EMT - Paramedic
- Dienst
- Staat
- Stad
- Hebben jullie hydroxocobalamine in de voertuigen?
- Zo ja, in welke voertuigen?
- Hoeveel hydroxocobalamine zitten er aan boord?
- Wie draagt de kosten?

Naast het beantwoorden van de enquête hebben een aantal Fire Chiefs hun prehospitaal procedures en staande orders voor de toediening van hydroxocobalamine, doorgestuurd.

De analyse van alle bestaande internationale procedures en werkwijzen, met hun sterktes en zwaktes, en de resultaten van deze enquête worden verder in dit onderzoekswerk beschreven.

3.3. Interviews

Naast de literatuurstudie werd eveneens contact opgenomen met sleutelfiguren binnen voornamelijk discipline 2. Hun bedenkingen, meningen en aanvullende theoretische inzichten werden neergeschreven in dit onderzoekswerk en vormden een grote meerwaarde.

3.3.1. Respondenten

Dhr. Geert ARNO – Teamleader Incident & Crisismanagement, Cel Terreinwerking Dringende Hulpverlening FOD VVVL

Dhr. Bart DE MOL – Ploegleider – aangestelde NC112 OVL

Dr. Marieke Dijkman – Wetenschappelijk Onderzoeker – Toxicoloog UMC Utrecht

Dr. Winne HAENEN – Federaal gezondheidsinspecteur Antwerpen, Cel Terreinwerking Dringende Hulpverlening FOD VVVL

Mevr. Liesbeth HUYS – Ziekenhuisapotheker UZ Gent

Dr. M.G. Vledder – Traumachirurg Erasmus MC, heli – MMT-arts Lifeliner 2

Prof. Dr. Patrick VANDEVOORDE – Stafid Urgentiegeneeskunde Spoedgevallendienst UZ Gent en Dir Med NC112

Adj. Maj. Jan VAES - Spoedverpleegkundige en Hoofd Crisiscel MHKA

Dhr. Davy VAN CAUWENBERGHE – Verantwoordelijke ziekenwagendienst Rode Kruis Gent

Dhr. Michel VAN GEERT – Federaal coördinator operaties Dringende Hulpverlening FOD VVVL en provincieverantwoordelijke Hulpdienst Rode Kruis OVL

3.3.2. Vraagstelling

De telefonische, persoonlijke en schriftelijke interviews werden ingeleid aan de hand van de probleemstelling en doelstelling van het onderzoek. Door middel van open vragen naar ervaring en suggesties betreffende het onderwerp werden heel wat relevante informatie aangereikt.

Volgende vragen werden gesteld:

- Wat is uw huidige functie?
- Wat is uw ervaring op het terrein met betrekking rampengeneeskunde?
- Bent u reeds betrokken geweest bij een grootschalig chemisch incident?
- Hoe denkt u over het inrichten van een referentie-MUG en in welke configuratie zou u dit dan willen zien?
- Hebt u reeds een situatie meegemaakt waarbij een referentie-MUG soelaas had kunnen bieden? Of waarbij antidota nodig waren?
- Acht u dit aangewezen of niet? En waarom?
- Hebt U weet van goede praktijken in het binnen – of buitenland?
- Hoe denkt U dat dit financieel kan gedragen worden?

Deze informatie was vaak heel verschillend van natuur. Het ging dan voornamelijk over relevante artikels, cijfermateriaal, eigen artikels of referenties van andere mogelijke respondenten die gehoord dienden te worden.

Naast de interviews vonden ook veel gesprekken plaats met andere partners in de hulpverlening waaronder noodplancoördinatoren van ziekenhuizen, preventie-adviseurs van de hulpverleningszones, apothekers, antigifcentrum... waarbij resultaten van analyse en vaststellingen uit de literatuurstudie kort besproken werden en meningen afgetoetst werden.

3.4. Casestudie

3.4.1. Case 1: Treinramp Wetteren

Bij de treinramp bij Wetteren van 4 mei 2013 is een goederentrein ontspoord en zijn enkele wagons met 300 ton acrylonitril na een explosie in brand gevlogen. Hierbij zijn verschillende giftige dampen vrijgekomen, onder andere acrylonitrildampen en waterstofcyanidedampen. Daarnaast heeft het blus – en rioleringswater ook gezorgd voor een verdere verspreiding van de gassen. Bij dit incident viel één dodelijk menselijk slachtoffer (alook zijn hond) en werden 438 slachtoffers die symptomen vertoonden, onderzocht over 11 verschillende spoeddiensten. In deze casus bleek onvoldoende hydroxocobalamine beschikbaar te zijn waardoor men dringend op zoek diende te gaan naar andere stocks.

De diagnose van een cyanidevergiftiging werd in de ziekenhuizen bevestigd door hoge lactaat waarden en met hoge concentraties cyanide (Colenbie S, et al., 2016. Biomarkers in patients admitted to the emergency department after exposure to acrylonitrile in a major railway incident involving bulk chemical material. *Int J Hyg Environ H*; 220, 261-270). Een bijkomend probleem was dat acrylonitril door het lichaam gemetaboliseerd wordt tot cyanide. Als gevolg van de tijd die het lichaam nodig heeft om dit te metaboliseren naar cyanide, kwamen de toxische effecten vertraagd vrij. Door de giftige dampen welke zich konden verspreiden via het rioleringswater en op deze manier de huizen binnenkwam, zag men verspreid over een tijdspanne van enkele dagen verschillende pieken in de ziekenhuisopnames. De eerste piek was kort na het incident, met een tweede piek op dag 3. Om te besparen op hydroxocobalamine werd voor de minder erg geïntoxiceerde slachtoffers gekozen om natriumthiosulfaat toe te dienen. Door bijkomstig gebruik te maken van een variabele case definition is het aantal hydroxocobalamine dat gebruikt is geweest alsnog zeer beperkt gebleven.

Uit het interview met Dhr. Geert Arno (12 jan. 2020. Teamleader Incident & Crisismanagement, Cel Terreinwerking Dringende Hulpverlening FOD VVVL) blijkt dat in deze casus, alle omliggende ziekenhuizen toen aangesproken werden waarvan er onmiddellijk 5 stuks hydroxocobalamine vrijgesteld konden worden. Aangezien dit onvoldoende was om het grote aantal slachtoffers te kunnen behandelen werd via de FGI van FOD Volksgezondheid, de federale strategische stock aangesproken. Op die manier heeft men toen de volledige stock vrijgegeven wat resulteerde in 120 stuks hydroxocobalamine. In deze casus met 438 slachtoffers met symptomatische klachten, werden in totaal ongeveer 125 stuks hydroxocobalamine gebruikt. De kosten hiervan werden integraal gedragen door FOD Volksgezondheid.

Bij het opstarten van een Medisch Interventie Plan (MIP), waarbij steeds minimaal 3 MUG-diensten ter plaatse komen, zou in deze casus een referentie-MUG mogelijks een centrale rol kunnen gespeeld hebben. Net omdat cyanide zo'n krachtig en snelwerkend gif is, is het toedienen van hydroxocobalamine aan de slachtoffers van cruciaal en voornamelijk van tijd kritisch belang. Indien bij de eerste 3 uitgestuurde MUG-diensten reeds een referentie-MUG

aanwezig was, had men onmiddellijk de initiële behandelingen kunnen opstarten zonder enige vertraging. In deze casus was bijstand van andere referentie-MUG-diensten eveneens aangewezen geweest. Wanneer er per sector 1 referentie-MUG beschikbaar is, was het mogelijk geweest om nog enkele andere referentie-MUG-diensten uit andere omliggende sectoren naar daar uit te sturen in bijstand. De gecombineerde aantallen hydroxocobalamine hadden vermoedelijk reeds voldoende kunnen zijn om alle slachtoffers te behandelen. Bijkomend had het in deze casus erg gunstig geweest mocht elke andere reguliere MUG-dienst een kit aan boord gehad hebben om 1 à 2 slachtoffers te kunnen behandelen.

3.4.2. Case 2: Uitslaande brand van een bewoond gebouw

Informatie bekomen door ploegleider Dhr. Bart De Mol werkzaam bij de NC112 van OVL:

In januari 2020 was er in het Gentse een uitslaande brand in een bewoond gebouw, waarbij de aangestelde van de NC112 bij de vooraanmelding van de oproep aan de uitgestuurde MUG-dienst reeds kon meegeven, dat er minimum 2 en mogelijks nog 5 andere personen aanwezig waren. Zoals de regels het voorschrijven, werd hierop de snelst adequate MUG-dienst uitgestuurd.

Deze MUG-dienst had geen hydroxocobalamine aan boord en wanneer zij de aard van de oproep hoorden, heeft dit team zelf toestemming gevraagd aan de NC 112 (en gekregen) om nog vlug te mogen terugkeren naar hun standplaats om 2 stuks hydroxocobalamine op te halen. Deze 2 dosissen werden op dat moment ook effectief aan de 2 slachtoffers toegediend. Er bleken gelukkig geen andere personen meer in het gebouw aanwezig te zijn.

Wanneer de aangestelde van de NC112 bij de oproep de mogelijkheid had gehad om op dat moment direct een referentie-MUG uit te sturen in plaats van een reguliere MUG-dienst, dan was heel wat kostbare tijd gewonnen geweest. In deze casus kon de betrokken MUG-verpleegkundige bevestigen dat er 20 minuten zijn over gegaan tussen het terugkeren naar de standplaats en opnieuw aanrijden naar de interventieplaats. Ook wanneer de overheid een minimum-medicatielijst had gedefinieerd voor reguliere MUG-diensten, had dit kunnen vermeden worden.

3.4.3. Conclusie

Uit deze 2 casussen blijkt opnieuw dat de noodzaak aan een referentie-MUG er wel degelijk is. In de eerste plaats zijn deze MUG-diensten altijd beschikbaar, is er de snelheid welke nodig is om slachtoffers te redden en de haalbaarheid om dit te verwezenlijken. Er blijkt eveneens uit beide casussen dat er een noodzaak is aan duidelijke richtlijnen vanuit de overheid, wat de minimum aanwezige medicatie in een reguliere MUG dient te zijn.

4. Wet – en regelgeving

4.1. Europese en Belgische wetgeving

Om te bekijken of het samenstellen van een referentie-MUG voor specifieke CBRNe incidenten (met in het bijzonder de chemische calamiteiten) eventueel wettelijk beschreven zou staan, werd de Europese en Belgische wetgeving er op nagelezen. Het opzoeken gebeurde via enkele officiële zoekmachines van de Europese en Belgische overheden.

In de Europese wetgeving staat op geen enkele manier beschreven hoe men specifieke CBRNe incidenten op prehospitalvlak dient aan te pakken. Volksgezondheid is immers nooit een Europese bevoegdheid geworden. Dat betekent ook dat er geen Europese bevoegdheid is om inzake deze materie adviezen te formuleren. Wat wel beschreven staat in een mededeling van de commissie aan het Europees parlement en de raad op datum van 24/06/2009, inzake de aanscherping van de chemische, biologische, radiologische en nucleaire beveiliging in de Europese Unie – een CBRN-actieplan voor de EU, is dat de *lidstaten* in eerste instantie zelf verantwoordelijk zijn voor hun eigen actieterrain. Elke lidstaat is verantwoordelijk voor het beschermen van hun eigen burgers tegen CBRN-dreigingen. Het zijn dan ook de eigen nationale diensten voor ordehandhaving, civiele bescherming en medische zorgverlening die als eerste op de plaats van een incident zullen verschijnen. De lidstaat is eveneens op de eigen ziekenwagens, ziekenhuizen en voorraden aan bestrijdingsmiddelen aangewezen voor zowel medische noodhulp als nazorg.

België moet dus zelf instaan voor de organisatie van de DGH en er is geen Europese verplichting of richtlijn om een specifiek medisch hulpmiddel met strategische stocks antidota in te richten die kan uitgestuurd worden in geval van een chemische calamiteit.

Naast bovenstaande zijn er voornamelijk veel mededelingen, raadgevingen en besluiten betreffende het medisch dringend hulpbeleid voor wereldwijde EU respons en humanitaire hulpacties.

Op nationaal vlak zijn er enkele Belgische Koninklijke Besluiten (KB's) en omzendbrieven waar wel aandacht geschonken wordt aan de CBRNe incidenten in het kader van het medische interventieplan (MIP) en noodplanning. Echter werd geen specifieke wetgeving over het uitsturen van een specifiek medisch hulpmiddel via de NC112 voor chemische incidenten weerhouden.

In het KB van 11/06/2018 betreffende de vaststelling van het nationaal noodplan en de aanpak van een crimineel incident of een terroristische aanslag waarbij chemische, biologische, radiologische en nucleaire agentia worden gebruikt (CBRNe) staat beschreven dat: *“de lokale dringende geneeskundige hulpverlening dient zich vertrouwd te maken met de diagnose en behandeling van agentia uit het gamma lokale risicoproducten. Goede medische praktijk veronderstelt dat een initiële voorraad aan antidota wordt aangelegd.”*

Er staat met andere woorden beschreven dat het aan de lokale DGH diensten zelf is om een minieme voorraad aan antidota aan te leggen. Er staat echter niet in vermeld welke antidota dit dan zijn en wat er verstaan wordt onder een *“initiële voorraad”*.

Volgens het KB van 17/10/1991 en de herziening van het KB van 15/02/2019 betreffende het ziekenhuisnoodplan, zouden alle ziekenhuizen met een dienst voor gespecialiseerde spoedgevallen, moeten voorbereid zijn op de opvang van kleine incidenten met 1 à 2 slachtoffers.

Om het begrip “sector” te definiëren, werd gekeken naar de manier waarop de huidige MUG-diensten kunnen erkend worden (KB 10/08/1998, Koninklijk besluit houdende vaststelling van

de normen waaraan een functie "mobiele urgentiegroep" (MUG) moet voldoen om te worden erkend). Alle ziekenhuizen die beschikken over een gespecialiseerde spoedgevallendienst, die de financiële en menselijke middelen hebben en afhankelijk van hun ligging (al dan niet in ruraal gebied of in de nabijheid van een andere erkende MUG-dienst), kunnen een aanvraag voor een MUG-dienst doen.

4.2. Wettelijke minimale inhoud MUG-voertuigen

Er bestaat geen wettelijk kader rond de inhoud van welke medicatie er in een MUG voertuig aanwezig moet zijn, dit terwijl er wel in een ministeriële omzendbrief (2018/DGH-AMU/001) werd vastgelegd wat de minimale inhoud van de ziekenwagens die erkend is binnen de DGH, moet aanwezig zijn. Er bestaat enkel een KB (1998-08-10, Art.15/Art.16) die vastlegt welk draagbaar materieel aanwezig moet zijn in de voertuigen. Over welke medicatie er minimaal aan boord moet zijn, zegt dit KB in Art. 16: *“De Minister kan een lijst opstellen van de geneesmiddelen die zich aan boord van het voertuig moeten bevinden.”* Deze lijst is er echter momenteel niet. Elke MUG-dienst kan met andere woorden zelf beslissen welke medicatie zij al dan niet in hun voertuigen plaatsen.

5. Onderzoek en analyse

5.1. Nationale aanpak

5.1.1. Noodcentrale 112

De dringende geneeskundige hulpverlening is in België heel goed georganiseerd. Volgens het KB van 8 juli 1964 (KB betreffende de dringende geneeskundige hulpverlening) heeft de DGH drie essentiële opdrachten:

- *“het onmiddellijk verstrekken van aangepaste hulp”*;
- *“het vervoer naar een adequate ziekenhuisdienst”*;
- *“de opvang in deze adequate ziekenhuisdienst”*.

De aangestelde van de noodcentrale 112 (NC112) kan volgens dezelfde wet hiertoe beroep doen op de opvordering van een arts (bij uitbreiding een MUG) en de opvordering van een ziekenwagendienst.

Het uitsuren van de MUG, eventueel als aanvulling op een ziekenwagen of een PIT, wordt bepaald door de aangestelde van de NC112 en dit op basis van een aantal indicatoren die zijn vastgelegd in het medisch regulatiehandboek (BHMR 4.0; Belgisch Handboek voor de Medische Regulatie 2020 V1.1). Dit handboek biedt een verzameling aan medische protocollen die het beantwoorden van de dringende geneeskundige oproepen gemakkelijker en efficiënter moeten maken voor de aangestelde van de NC112. De medische protocollen vormen een goede ondersteuning en bieden ruime informatie en medische aanbevelingen.

Wanneer een oproep van een mogelijke intoxicatie binnenloopt, zal de aangestelde navraag doen of er een indicator is welke een potentiële intoxicatie kan bevestigen (inname, inhalatie of blootstelling aan toxische producten). Hierop verwittigt de aangestelde de hulpdiensten en neemt telefonisch contact op met het antigifcentrum zoals het stroomschema in het BHMR het voorschrijft.

Er zijn er verschillende protocollen in het BHMR die kunnen gebruikt worden om een inschatting te maken van een eventuele cyanidevergiftiging:

- Protocol 010, p. 14, Ademhalingsmoeilijkheden
In dit protocol staan in de pre-arrival instructies (PAI) geen enkele verwijzing naar een mogelijke intoxicatie. De aangestelde zal bij deze telefonische aanmeldklacht dus niet automatisch aan een intoxicatie denken.
- Protocol 006, p. 36, Brandwonde – Brand
In dit protocol zal de aandacht van de aangestelde d.m.v. PAI gevestigd worden op een mogelijke CO - en cyanidevergiftiging.
- Protocol 024, p. 33, CO - intoxicatie
In dit protocol wordt bij de PAI geen verwijzing gemaakt naar een mogelijke cyanidevergiftiging. De aangestelde zal bij deze telefonische aanmeldklacht dus niet automatisch aan een cyanidevergiftiging denken.
- Protocol 023, p.60, Intoxicatie huishoudelijke, landbouw - of industriële producten.
In dit protocol zal de aandacht van de aangestelde d.m.v. de PAI gevestigd worden op een mogelijke gecombineerde intoxicatie (waaronder cyanide).
- Protocol 022, p.62, Intoxicatie medicatie

In dit protocol zal de aandacht van de aangestelde d.m.v. PAI gevestigd worden op een mogelijke intoxicatie met medicatie. Er wordt geen melding gemaakt van mogelijke cyanidevergiftiging.

- Protocol 026, p. 81, Onwel zonder duidelijke reden

In dit protocol staan in de PAI geen enkele verwijzing naar een mogelijke intoxicatie. De aangestelde zal bij deze telefonische aanmeldklacht dus niet automatisch aan een intoxicatie denken.

Er staat in het BHMR 4.0 nergens iets beschreven over het gebruik van hydroxocobalamine of een Cyanokit® en er staan eveneens geen verwijzingen in naar het uitsturen van een mogelijke referentie-MUG. Het uitsturen van een referentie-MUG zou dan ook op een eenvoudige wijze kunnen toegevoegd worden aan bovenstaande protocollen.

Bij mondelinge navraag over de wijze van uitsturen van de juiste middelen aan ploegleider Dhr. Bart De Mol werkzaam bij de NC 112 van OVL en bij Prof. Dr. Patrick Van de Voorde, Dir - Med van NC112 OVL, blijkt dat nergens wordt bijgehouden welke MUG-diensten hydroxocobalamine (en de hoeveelheid) aan boord hebben.

5.1.2. CBRNe Medical Team

De informatie in verband met het CBRNe MT is bekomen door een interview met Adj. Maj. Vaes, J. (2019. Stafmedewerker Militair Hospitaal Koningin Astrid Neder – Over - Heembeek).

De Medische Component van de Belgische defensie, biedt niet alleen medische ondersteuning tijdens militaire operaties en nationale hulpacties. In eigen land vormt deze component een aanvulling op de burgerlijke geneeskunde, zowel in de eerstelijnszorg als in bepaalde ziekenhuisspecialisaties.

Na de aanslagen van 22 maart werd in oktober 2016 de CBRNe-MUG (nu CBRNe MT) en ziekenwagen opgericht in samenwerking met het militair hospitaal Koningin Astrid in Neder - Over - Heembeek. Deze MUG en ziekenwagen worden ingeschakeld in de reguliere DGH - werking ten gunste van de burgerbevolking van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest en de provincie Vlaams-Brabant en staan elk in voor ongeveer 2000 interventies per jaar.

De CBRNe capaciteit is steeds onmiddellijk beschikbaar voor de DGH, er staat immers steeds een extra voertuig klaar waarin alle PBM-pakken en antidota zitten. In het voertuig zitten enkele gevalideerde antidota voor het volledige CBRN verhaal (met de focus op C en R). Er zijn 2 specifieke koffers met een capaciteit per koffer van ongeveer 10 zwaar geïntoxiceerde patiënten. Omwille van veiligheidsredenen maakt men liever niet bekend welke antidota en hoeveel zij er ter beschikking hebben. Zij beschikken echter niet over een reserve stock, daarvoor verwijst men door naar FOD Volksgezondheid.

Het direct kunnen omvormen van een MUG en ziekenwagen naar een CBRNe MT is een exclusieve capaciteit die nergens anders in Europa op deze manier wordt uitgevoerd of aangeboden. Momenteel is dit eveneens de enige MUG-dienst in België die CBRNe capaciteit heeft. De trigger om het CBRNe MT uit te sturen is vastgelegd in de PAI van de aangestelde van de NC112 Brussel. Zij zijn immers de hoofddispatching om de CBRNe MT uit te sturen. FOD Volksgezondheid gaat hiervoor binnenkort een omzendbrief opstellen zodat deze werkwijze ook gehanteerd zou kunnen worden door de andere noodcentrales van België.

In afwachting van deze omzendbrief, kunnen zij enkel via de NC112 van Brussel worden opgeroepen. Indien er zich een chemisch incident zou voordoen in een andere provincie, dan

gaat er op die manier heel veel tijd verloren alvorens men beslist om dit team uit te sturen en dient er eveneens rekening gehouden te worden met soms aanzienlijke aanrijtijden.

Op de vraag of een referentie-MUG per sector met hydroxocobalamine (en met uitbreiding andere antidota) aan boord een oplossing zou kunnen bieden, is Adj. Maj. Vaes er rotsvast van overtuigd dat dit een absolute meerwaarde zou kunnen bieden. Zijzelf zijn immers geen vragende partij om uitgestuurd te worden over het volledige Belgische grondgebied. Al geeft hij wel aan dat dit daarom niet in dezelfde configuratie moet zijn als de CBRNe MT, maar wel met een minimale stock aan verschillende antidota. Hierbij maakt hij zich echter wel de cruciale bedenking wie dit allemaal zal betalen.

5.1.3. MUG-diensten

Elke MUG-dienst is bij wet gevestigd in een ziekenhuis met een spoeddienst die erkend is als gespecialiseerde spoedgevallenzorg (KB 10/08/1998 Houdende vaststelling van de normen waaraan een functie MUG moet voldoen om te worden erkend). Gezien een MUG-dienst uit een gespecialiseerde spoedgevallendienst moet vertrekken, zou het logisch zijn dat de MUG-diensten die uit een expertisecentrum vertrekken, ook als referentie-MUG zou kunnen ingezet worden.

Een MUG-team bestaat uit een verpleegkundige met bijzondere beroepstitel in de spoedgevallen en intensieve zorgen (BBT) en een arts gespecialiseerd in de urgentiegeneeskunde. Bij een oproep begeven zij zich naar de plaats van de interventie in een speciaal uitgerust voertuig om het slachtoffer dringende medische zorgen te kunnen toedienen om het slachtoffer te stabiliseren alvorens hem te vervoeren naar het ziekenhuis.

In het geval dat bij de initiële oproep reeds zou aangegeven worden dat het om een ernstig incident gaat met (een groot aantal) slachtoffers met cyanidevergiftiging, dan heeft de operator van NC112 op dat moment geen andere optie dan onmiddellijk de dichtstbijzijnde beschikbare MUG uit te sturen. Of deze MUG al dan niet één of meerdere dosissen hydroxocobalamine aan boord heeft, is niet geweten. Er ontbreekt tot op heden een wettelijk kader rond de volledige uitrusting van de MUG. Hierdoor heerst er op dit moment geen uniformiteit en zijn er vaak grote verschillen wat de inhoud van het voertuig betreft.

Een rondvraag bij alle 51 Vlaamse MUG-diensten leert dat slechts 8 MUG-diensten minimum één dosis hydroxocobalamine aan boord hebben. Dit betreft dan voornamelijk alle universitaire ziekenhuizen met MUG-dienst en het Ziekenhuisnetwerk Antwerpen (ZNA). Voor deze laatste is de voornaamste reden de aanwezigheid van vele Seveso-bedrijven in het Antwerpse havengebied. Het ZNA Middelheim zou in dit kader ook een samenwerkingsafspraken hebben met de kerncentrale van Doel (2019. Dhr. Van Geert M., Federaal coördinator operaties Dringende Hulpverlening FOD VVVL en provincieverantwoordelijke Hulpdienst Rode Kruis OVL).

Alle andere Vlaamse MUG-diensten hebben dit niet aan boord en overwegen ook niet om dit in de toekomst aan te schaffen. Als reden geven deze diensten een negatieve kosten-batenanalyse aan.

De meeste Vlaamse MUG-diensten geven evenwel aan, dat men steeds een beperkte hoeveelheid medicatie en antidota bij heeft om één (uitzonderlijk 2) patiënten te kunnen behandelen na een intoxicatie met organofosfaten (Atropine®) of opiaten (Narcan®).

Figuur 2: SWOT analyse inzet MUG-dienst als referentie-MUG

Sterktes • Snelheid • Haalbaarheid • Altijd beschikbaar • Expertise • Zowel verpleegkundige als arts aan boord • Stellen van levensreddende handelingen – ALS voertuig	Zwaktes • Beperkte hoeveelheid medicatie bij • Niet elke MUG-dienst heeft dezelfde expertise • Geen wettelijk kader rond minimaal aanwezige medicatie in MUG • Geen PAI in het BHMR welke aangestelde van de NC112 kunnen helpen met het gericht uitsturen ikv cyanidevergiftiging • Niet alle artsen zijn vertrouwd met de diagnosestelling en behandeling van de verschillende toxische agentia.
Kansen • Inzet MUG-diensten optimaliseren • Inzetbaar om intra-hospitaal hulp te bieden • Minimale inhoud medicatie reguliere MUG-diensten bepalen • Nog meer expertise opbouwen • Extra opleidingen • Samenwerkingsverbanden met andere diensten en instellingen • Aanpassen PAI in het BHMR van de NC112 ikv gericht uitsturen	Bedreigingen • Kostprijs onderhoud MUG en bevoorrading medicatie

5.1.4. Ziekenwagen - PIT

Er wordt in de literatuur naar 2 modellen gerefereerd in de prehospital hulpverlening. Het Franco-Germaanse model waarbij men zich voornamelijk richt op de medische behandeling ter plaatse (door een arts en een verpleegkundige) en men het slachtoffer tracht te stabiliseren alvorens te transporteren naar het ziekenhuis (“stay and play”) en het Anglo-Amerikaans model waarbij men een BLS of ALS opgeleid team zal uitsturen (ambulancier/ paramedic) die het slachtoffer zo vlug mogelijk naar het ziekenhuis zullen trachten te transporteren (“scoop and run”). (Dick WF., 2003. Anglo-American vs. Franco-German emergency medical services system. Prehospital and Disaster Medicine. 18, 29-35)

Gezien in België volgens het Franco-Germaanse model wordt gewerkt wat de DGH betreft, en vele andere landen (waaronder de VS en Nederland) volgens het Anglo-Amerikaanse model, werd in dit kader de mogelijkheid onderzocht om de ziekenwagen of paramedisch interventieteam (PIT) uit te rusten met antidota en dan in het bijzonder hydroxocobalamine. Zijn onze hulpverleners op de ziekenwagens voldoende opgeleid hiervoor? Al dan niet met het gebruik van een standing order?

Een ziekenwagen die uitgestuurd wordt door de NC112, heeft minstens twee hulpverlener-ambulanciers aan boord. De handelingen die een hulpverlener-ambulancier mag uitvoeren zijn vastgelegd in het KB van 21 februari 2014 en het KB nr. 78 van 10 november 1967 betreffende de uitoefening van de gezondheidszorgberoepen. Een hulpverlener - ambulancier is opgeleid

voor het toedienen van de eerste dringende zorgen aan de patiënt in nood en mag volgens de wet geen medicatie opstarten, ook niet wanneer er een staand order zou zijn (FOD Volksgezondheid, VVVL, 2016. Ambulances, <https://www.health.belgium.be/nl/ambulances>).

Dan rijst de vraag of het eventueel een optie zou zijn, om de ziekenwagens uit te rusten met enkele dosissen hydroxocobalamine, met de bedoeling om hen als een soort sateliervoertuig te gebruiken voor de toelevering op de rampsite in geval van noodzaak. Het toedienen hiervan zal dan echter nog steeds moeten gebeuren door bevoegde personen in opdracht van een arts, welke dan nog met een MUG-voertuig zal aankomen.

Figuur 3: SWOT analyse inzet ziekenwagen als bevoorradingsmiddel

Sterktes • Snelheid • Haalbaarheid • Altijd beschikbaar • Stellen van levensreddende handelingen – BLS voertuig • Vlug extra dosissen hydroxocobalamine beschikbaar	Zwaktes • Geen medicatie bij • Geen expertise • Geen bevoegdheden om medicatie toe te dienen of op te starten • Onvoldoende opleiding • Moeten wachten tot arts ter plaatse is • Wie ziet toe op de voorraad?
Kansen • Inzet ziekenwagen optimaliseren • Extra opleidingen voor ambulanciers • Samenwerkingsverbanden met andere diensten	Bedreigingen • Kostprijs bevoorrading medicatie • Wettelijke bevoegdheden

De NC112 kan volgens de gegeven indicatoren en aan de hand van het BHMR, eveneens een PIT uitsuren. Strictu sensu betreft dit echter nog steeds een pilootproject en bedient zeker nog niet het volledige Belgische of Vlaamse grondgebied. De bemanning van een PIT is samengesteld uit ten minste een hulpverlener-ambulanceier en een verpleegkundige die over een BBT in de intensieve zorg en spoedgevallenzorg beschikt. De PIT-verpleegkundige mag technische verpleegkundige prestaties B1 uitvoeren, die specifiek zijn voorbehouden aan houders van de BBT, op voorwaarde dat deze worden beschreven in een procedure en werden opgedragen op grond van standing orders (KB 78 van 10/11/1967, het KB van 18/06/1990 en zijn bijlage IV en de MO van 19/07/2007 bij het KB van 18/06/1990).

Een PIT kan een kort mogelijk therapievrij interval bewerkstelligen en kan een aanvaardbare oplossing bieden om het wachten op een MUG op te vangen. Naast het basismateriaal voor een ziekenwagen moet een PIT al het materiaal bevatten dat nodig is voor de uitvoering van de inhoud van de Federale Handleiding van de standing orders (FOD Volksgezondheid, VVVL, 2016, <https://www.health.belgium.be/nl/pit-paramedical-intervention-team>).

In deze Federale handleiding van de Standing Orders van de PIT, die voornamelijk als richtlijn dienen voor de PIT-diensten, staan 2 standing orders beschreven waarbij men mits een aanpassing zou kunnen verwijzen naar de toediening van hydroxocobalamine. Het gaat om standing order (SO) nr. 4 (Brandwonden) en SO nr. 16 (CO-intoxicaties). Afzonderlijke standing orders over CBRNe-incidenten of intoxicaties staan hier niet in beschreven (FOD Volksgezondheid, VVVL, 25 februari 2008. Federale handleiding van de standing orders van de PIT, Versie 20).

Ondanks het feit dat PIT-verpleegkundigen meer handelingen mogen stellen en er gewerkt kan worden met dienst gebonden standing orders, werd er bij navraag in 5 verschillende PIT-diensten (PIT Deinze, PIT Lokeren, PIT Waregem, PIT Ieper en PIT UZA) enkel in geval van opiaat - en CO - intoxicaties met een standing order gewerkt. Er is geen enkele van deze PIT - diensten die een dosis hydroxocobalamine bij heeft of hiervoor werkt met een standing order.

Figuur 4: SWOT analyse inzet PIT als satelietvoertuig

Sterktes • Snelheid • Korter therapievrij interval • Haalbaarheid • Stellen van levensreddende handelingen – ALS voertuig • Bevoegd om medicatie te geven door gebruik van standing orders	Zwaktes • Geen bevoegdheden om zelfstandig medicatie toe te dienen of op te starten die niet in standing orders verwerkt zijn • Bedienen nog niet het volledige grondgebied • Momenteel nog steeds een pilootproject • Nog geen federaal standing order om hydroxocobalamine te mogen toedienen • Geen PAI in het BHMR welke aangestelde van de NC112 kunnen helpen met het gericht uitsturen ikv cyanidevergiftiging • PIT-verpleegkundige is onvoldoende vertrouwd met de diagnosestelling en behandeling van de verschillende toxische agentia.
Kansen • Inzet PIT optimaliseren • Extra opleidingen voor de verpleegkundigen • Samenwerkingsverbanden met andere diensten • Aanpassen PAI in het BHMR van de NC112 ikv uitsturen	Bedreigingen • Kostprijs bevoorrading medicatie • Wettelijke bevoegdheden

5.1.5. Antigifcentrum en samenwerking met FOD Volksgezondheid

Sommige antidota zijn slechts in heel beperkte mate beschikbaar. Van zodra er op een rampsite duidelijkheid is dat er een groot aantal slachtoffers een cyanidevergiftiging hebben, zal men het Antigifcentrum en de federale gezondheidsinspecteur (FGI) hiervan op de hoogte dienen te brengen om te overleggen wat de beste te volgen strategie is.

Om tijdverlies te vermijden, houdt het Antigifcentrum (welke steeds 24/7 beschikbaar is) een kleine noodvoorraad antidota ter beschikking en zorgen zij eveneens voor het transport naar het ziekenhuis wanneer dit zou nodig zijn (Antidota in België, <https://www.antigifcentrum.be/medische-professionals/antidota-belgi>).

Het Antigifcentrum heeft volgende antidota steeds in voorraad:

- Akineton® (Biperiden)
- Anticholium Amp® (Phyostigmine)
- Digifab® (Digoxine antitoxine)

- Fomepizole (4-methylpyrazole)
- Contrathion® (Pralidoxime)
- Antidotum Thallii Heyl® (Pruisisch blauw)
- Calcium Edetate de Sodium®
- Dimaval® (DMPS)
- Metalcaptase® (Penicillamine)
- Succicaptal® (DMSA)
- BAL® (Dimercaprol)
- Legalon-SIL® (Silibinin)
- Viperfav® (Viper antitoxine)

Er is eveneens een samenwerkingsverband met een 20-tal ziekenhuizen verspreid over het hele land die een grotere voorraad van andere antidota in hun bezit hebben. In sommige gevallen kan het Antigifcentrum doorverwijzen naar deze expertisecentra.

Tabel 4: Antidota beschikbaar in de ziekenhuizen (Overgenomen van <https://www.health.belgium.be/nl/het-ziekenhuisnoodplan-znp>, een leidraad CBRN: Meest relevante antidota beschikbaar in een groot aantal ziekenhuizen)

Voor sommige intoxicaties zijn specifieke middelen nodig, dan wel vaker gebruikte middelen in veel hogere dan gebruikelijke doses.

Zuurstof	CO, cyanides, azides, H ₂ S
Hyperbare zuurstof	Ernstige CO, ernstige cyanide intoxicatie
Methyleen Blauw	Methemoglobinaemie, aniline, nitraten, CH ₃ CL
Amylnitriet	Cyanide en sulfide intoxicatie
Natrium nitriet	Cyanide en Sulfide intoxicatie
Hydroxocobalamine	Cyanides (1 ^{ste} keus)
Obidoxim	Organofosfaten vóór aging
Atropine	Organofosfaten (symptomen)
Calcium gluconaat	Waterstof fluoride intoxicatie (syst): IV en lokaal

Het Antigifcentrum heeft geen hydroxocobalamine standaard in hun stock (Antigifcentrum, 2020. Antidota in België, <https://www.antigifcentrum.be/medische-professionals/antidota/leveranciers>), daarvoor verwijst dit expertisecentrum door naar FOD Volksgezondheid welke eveneens een strategische stock van antidota ter beschikking heeft (FOD Volksgezondheid, VVVL 2016, Strategische voorraden, <https://www.health.belgium.be/nl/gezondheid/organisatie-van-de-gezondheidszorg/dringende-hulpverlening/dringende-geneeskundige#middelen>).

De samenstelling, stockage en terbeschikkingstelling van de federale, strategische stock is de verantwoordelijkheid van FOD Volksgezondheid (Advies van de Hoge Gezondheidsraad van 2018 over “De strategische stock van geneesmiddelen in de context van de dreiging voor chemisch, biologisch en radio-nucleair terrorisme”).

In geval van een terroristische aanslag zal het crisiscentrum van de regering worden geactiveerd. Daarin zetelt een vertegenwoordiger van de FOD Volksgezondheid die de cel medische bewaking zal contacteren voor de vrijgave van de strategische stock en de praktische organisatie van het transport.

In geval van een CBRNe-incident dat geen terroristische aanslag is, zal de FGI de situatie evalueren en de dienst dringende hulpverlening contacteren die op hun beurt contact zullen opnemen met de cel medische bewaking voor de vrijgave van de strategische stock en de praktische organisatie van het transport. Welke antidota en de hoeveelheid FOD Volksgezondheid op voorraad hebben, kan omwille van nationale veiligheidsredenen niet worden vrijgegeven (12 jan. 2020. Dhr. Geert Arno, Teamleader Incident & Crisismanagement, Cel Terreinwerking Dringende Hulpverlening FOD VVVL, interview).

5.1.6. Rode Kruis

Het Belgische Rode Kruis maakt deel uit van de algemene nood- en interventieplanning van de medische, sanitaire en psychosociale hulpverlening en nemen bij een ramp belangrijke taken op zich: medische hulpverlening, vervoer van gewonden en psychosociale ondersteuning. Het Rode Kruis van België behoort als zodanig tot discipline 2 (D2).

Zij beschikken over middelen die permanent ter beschikking worden gehouden en specifiek voor D2 kunnen ingezet worden bij rampsituaties.

Het Snelle Interventie Team (SIT) brengt alle materiaal ter plaatse om snel een medische post te kunnen opbouwen. Elk SIT-team bestaat uit een SIT-LOG en een SIT-MED en wordt er eveneens een personele omkadering georganiseerd door het Rode Kruis (Rode Kruis Vlaanderen, 2020. Rampenhulpverlening, <https://www.rodekruis.be/provincie/west-vlaanderen/wat-doen-we/rampenhulpverlening/>).

Het SIT MED welke grote hoeveelheden gestandaardiseerd medisch materiaal bevat zoals draagberies, medische koffers met verbandmateriaal, EHBO-materiaal, medicatie en infuusmateriaal. Tot enkele jaren geleden, bevatten deze medische koffers nog een uitgebreide lijst aan verschillende medicatie waaronder ook antidota, dit onder het beheer van het Rode Kruis (2019. Dhr. Van Geert M., Federaal coördinator operaties Dringende Hulpverlening FOD VVVL en provincieverantwoordelijke Hulpdienst Rode Kruis OVL).

Volgens Dhr. Davy Van Cauwenberghe (2020. Verantwoordelijke ziekenwagendienst Rode Kruis Gent), gebeurde de bewaring van deze medicatie in suboptimale omstandigheden en werd van deze medicatie vaak niets opgebruikt waardoor alles stevast kwam te vervallen met bijkomende financiële kosten er bovenop. Hierdoor heeft men beslist om enkel nog de meest noodzakelijke reanimatiemedicatie in deze noodkoffers te steken. Hydroxocobalamine en andere antidota horen daar niet meer bij.

Het SIT LOG zorgt voor de specifieke aanvoer van gestandaardiseerd niet-medisch materiaal zoals dekens, signalisatiemateriaal, opblaasbare tenten, stroomgenerators, enz. ...

5.1.7. Conclusie nationale aanpak

We beschikken in België over een zeer goed georganiseerd netwerk voor dringende medische hulp. Er wordt op nationaal niveau gewerkt met tactische stocks voor antidota die 24/7 via het

Antigifcentrum en FOD Volksgezondheid kunnen aangesproken worden. In het geval van hydroxocobalamine zullen de tactische stocks via de FGI moeten aangesproken worden, wat heel wat kostbare tijd zal kosten.

Waar tot enkele jaren geleden de SIT van het Rode Kruis nog heel wat antidota bij had in de medische koffers, werd dit verlaten omwille van de negatieve kosten-baten analyse.

Het CBRNe MT heeft een exclusieve CBRNe capaciteit die nergens anders in Europa op deze manier wordt uitgevoerd. Echter is het CBRNe MT zelf geen vragende partij om uitgestuurd te worden over het volledige Belgische grondgebied.

De mogelijkheid om de ziekenwagens of PIT uit te rusten met hydroxocobalamine stoot dan weer op wettelijke limieten. De hulpverleners-ambulanciers van de ziekenwagen zijn gezien de beperkte BLS – opleiding wettelijk niet bevoegd om medicatie te geven. Een PIT – verpleegkundige met een BBT in de Spoedgevallenzorg mag dan wettelijk gezien wel met standing orders werken die voor een korter therapievrij interval zou kunnen zorgen, in afwachting van de komst van een MUG. Echter bedienen de PIT's nog niet het volledige Belgisch/ Vlaams grondgebied en betreft dit strictu sensu nog steeds een pilootproject. Bovendien zijn er geen nationale standing orders beschikbaar en zou men zich dan ook de vraag kunnen stellen of de PIT-verpleegkundige voldoende vertrouwd is met de diagnosestelling en behandeling van de verschillende toxische agentia.

Bij calamiteiten zijn de MUG-diensten vaak als eerste ter plaatse, met in het geval van een afkondiging van een MIP minimaal 3 MUG-diensten. Het toedienen van hydroxocobalamine is een onmiddellijk levensreddende handeling en is van tijdskritisch belang. De vereiste expertise bij toediening (o.a. indicaties) en feit dat bij calamiteiten toch steeds meerdere MUG-diensten worden opgevorderd, maakt dat reeds 1 referentie-MUG een meerwaarde zou kunnen betekenen op het terrein. Zeker wanneer bij een hoog aantal slachtoffers een combinatie van verschillende referentie-MUG-diensten mogelijk zou zijn.

Het samenstellen van een referentie-MUG is naar mijn inziens op praktisch vlak een haalbare kaart indien men voor de keuze zou kijken naar de reeds bestaande MUG-diensten, met in het bijzonder de MUG-diensten die vertrekken vanuit een expertisecentrum. Dit betreft dan voornamelijk de centra die beschikken over grotere stocks aan verschillende antidota, en een meer specifieke interesse en expertise hebben wat de diagnosestelling en behandeling van intoxicaties betreft. Deze expertisecentra beschikken in-hospitaal meestal over de middelen en de infrastructuur om de opvang te verzekeren van grotere aantallen slachtoffers na een grootschalig chemische calamiteit.

Met een minimale aanpassing van enkele bestaande protocollen in het BHMR van de NC112 met bijkomende PAI's, behoort het uitsturen van een referentie-MUG met een tactische stock aan hydroxocobalamine (en bij uitbreiding met verschillende antidota) zeker tot de mogelijkheden.

5.2. Internationale aanpak

In het kader van dit onderzoek is het belangrijk om te weten hoe de dringende medische hulpverlening in het buitenland werkt en wat de verschillen of gelijkenissen zijn. Werken zij met een medisch team met een arts aan boord die ter plaatse gaat zoals bij ons de MUG? Werken ze met verpleegkundigen op een ziekenwagen die met standing orders werken zoals bij ons de

PIT? Bestaat de hulpverlening enkel uit het uitsuren van een ziekenwagen met twee ambulanciers aan boord? Bestaan er andere bruikbare praktijken waarbij voertuigen uitgestuurd worden met noodzakelijk materiaal of medicatie aan boord?

5.2.1. Nederland

Gezien de Covid-19 crisis is een gepland interview met de verantwoordelijke van het Witte Kruis Zeeland, Dhr. Alma G., in Nederland niet kunnen doorgaan. Hierdoor kon dit deel van mijn onderzoek niet ten gronde uitgevoerd worden.

De informatie in verband met de verschillen in werking met België, wat betreft het uitsuren van gepaste medische hulp, is bekomen door een interview met Dr. M.G. Vledder, een trauma-arts van het Nederlandse Mobiel Medisch Team (MMT) Erasmus MC Rotterdam.

Het uitsuren van dringende (para) medische hulp in Nederland wordt centraal geregeld door de Meldkamer Ambulance (MKA) wat vergelijkbaar is met de NC112 in België, voornamelijk dan wat de DGH betreft. Bij een incident dient men naar het alarmnummer 112 te bellen waar de coördinatie gebeurt voor het uitsuren van de ziekenwagens en het MMT.

Ziekenwagens worden in Nederland bemand door een ambulancechauffeur en een ambulanceverpleegkundige die meestal een vergelijkbare opleiding hebben gevolgd als de verpleegkundigen met BBT in de spoedgevallen en intensieve zorgen in België. De bemanning op een ziekenwagen in Nederland is m.a.w. te vergelijken met de bemanning van een PIT in België. In Nederland hanteert men op het ganse grondgebied één uniform protocol nl. de “Landelijke Protocol Ambulancezorg” (LPA). Het biedt ondersteuning aan de verpleegkundigen bij het nemen van beslissingen. Het toedienen van hydroxocobalamine 5g IV staat beschreven in deze LPA, Rookinhalatie/ CO-intoxicatie (juni 2016, 8.1, 10.8, 64).

Men dient de toediening van een Cyanokit® te overwegen wanneer men dit ter beschikking heeft en er sprake is van een matige tot ernstige rookinhalatie waarbij het slachtoffer een Glasgow Coma Scale (GCS) heeft van 13 of minder.

In principe zal men enkel instabiele patiënten behandelen en moet men eveneens overwegen of een prehospitaal interventie beter is dan het interveniëren onder gecontroleerde omstandigheden in het ziekenhuis. Echter, zoals mijn verschillende gesprekken met de ambulancebroeders – en verpleegkundigen reeds aangaven, hebben heel wat ziekenwagendiensten dit niet aan boord en zal deze overweging dus niet gemaakt hoeven te worden. De ambulanceverpleegkundigen mogen het protocol zonder overleg uitvoeren, of er met goede reden van afwijken zonder overleg met een arts.

Het MMT is vergelijkbaar met de MUG in België en bestaat uit een drietal personen. Een trauma-arts, een verpleegkundige en een piloot in geval het om de MMT-heli gaat.

In tegenstelling tot België waar 98 MUG-teams over het gehele Belgische grondgebied beschikbaar zijn, werken de MMT's vanuit de elf traumacentra in Nederland (FOD Volksgezondheid, VVVL, 2020. MUG-diensten, <https://www.health.belgium.be/nl/mug-diensten-25-08-2017>).

Vier van deze traumacentra (Amsterdam, Rotterdam, Nijmegen en Groningen) beschikken over een MMT-heli, ook HEMS (Helicopter Emergency Medical Service) genoemd.

Het MMT is net als in België 24/7 inzetbaar als aanvulling op de ziekenwagen, al volgt het MKA andere inzetcriteria voor het uitsuren van deze MMT dan in België voor het uitsuren van de MUG. De ambulanceverpleegkundigen op de ziekenwagen in Nederland zijn immers hoger opgeleid dan de hulpverlener-ambulanciers in België en zijn bevoegd om meer handelingen zelfstandig op te nemen. Het MMT gaat bij daglicht per helikopter en 's nachts,

in de grootsteden of bij slechte weersomstandigheden, met een wagen. De MMT-wagen heeft grotendeels dezelfde uitrusting als de helikopter. En ze hebben beiden één dosis hydroxocobalamine aan boord. Volgens Mevr. Dr. Marieke Dijkman (2020. Wetenschappelijk Onderzoeker – Toxicoloog UMC Utrecht, schriftelijke mededeling), moet men in geval van een groot chemisch incident, de voorraden aangespreken via het Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum (NVIC). Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) organiseert vervolgens het prioritair transport. Transport- en geneesmiddelenkosten worden doorgerekend aan het ziekenhuis die dit op hun beurt doorrekenen aan het slachtoffer.

In tegenstelling tot in België waar we enkel de Adviseur Gevaarlijke Stoffen (AGS) van de brandweer kennen, kan men in Nederland beschikken over 20 Gezondheidskundig Adviseurs Gevaarlijke Stoffen (GAGS). De GAGS kan worden ingezet tijdens (vermoedelijke) CBRNe incidenten en is 24/7 beschikbaar en bereikbaar via de MKA. Hij/zij geeft informatie over de te verwachten gezondheidseffecten na blootstelling aan een stof op korte en lange termijn, adviseert medisch personeel over gezondheidsrisico's voor de bevolking en de te nemen maatregelen, over de bescherming van hulpverleners en zij dragen eveneens bij aan de publieksvoorlichting.

5.2.2. Verenigde Staten

Waar hydroxocobalamine reeds sinds 1980 in Europa in gebruik werd genomen, werd dit in de VS pas sinds 2006 goedgekeurd door de Food and Drug Administration (FDA). Ondanks deze goedkeuring heersen er nog twijfels over het prehospital gebruik. Men baseert zich voornamelijk op studies vanuit Frankrijk om de noodzaak van gebruik bij de prehospital setting in kaart te brengen. (Purvis MV, et al. 2017. Prehospital hydroxocobalamin for inhalation injury and cyanide toxicity in the United States – analysis of a database and survey of ems providers. *Ann Burns Fire Disasters*. 30, 126-128).

Het prehospital gebruik van hydroxocobalamine is zeker nog niet veralgemeend en de financiële tussenkomst is afhankelijk van staat tot staat. In sommige staten is dit op stedelijk of provinciaal niveau geregeld, in andere staten zijn er speciale fondsen voor opgericht en in nog andere staten dient het dan weer door het slachtoffer zelf bekostigd te worden.

In de VS wordt in het geval van noodplanning met een groot aantal slachtoffers of in geval van noodzaak, een tactische stock aan geneesmiddelen bijgehouden onder toezicht van het Center for Disease Control and Prevention (CDC) en toegepast door het Strategic National Stockpile (SNS). (El Sayed M, et al., 2016. Description of Medication Administration by Emergency Medical Services during Mass-casualty Incidents in the United States. *Prehospital and Disaster Medicine*. 31, 141-149)

Na eigen deelname aan een aantal buitenlandse brandweerstages (FD Nashville in 2013 en FD Mobile in 2015) kan ik uit eigen ervaring beschrijven hoe het uitsturen van gepaste medische hulp in de VS gebeurt.

Het 911 emergency call service is vergelijkbaar met onze NC112. Het is eveneens het officiële noodnummer voor zowel politie, brandweer als (dringende) medische hulp.

De Emergency Medical Services (EMS) worden dan uitgestuurd wanneer een medische noodoproep binnenkomt. Net zoals in België bestaan er vrijwillige teams, teams die aangestuurd worden vanuit een privé-dienst of vanuit een brandweerdienst. Het grootste verschil met de Belgische werking bestaat er voornamelijk uit dat de EMS het het Anglo - Amerikaans model volgt waarbij men de patiënt naar het ziekenhuis brengt. In België werken

we m.b.v. onze MUG-diensten omgekeerd, het ziekenhuis wordt naar de patiënt gebracht. Dit heeft dan ook meteen een weerslag op hoe de EMS werken.

Enkel op de Medevac helicopters werken een handvol artsen die ter plaatse medische hulp kunnen bieden. Het is dan ook heel ongewoon dat een arts een medische noodoproep zou beantwoorden.

De bemanning op een ziekenwagen in de VS is vaak heel divers in opleiding. De basis opleiding is een “Emergency Medical Technician” (EMT-basic), wat vergelijkbaar is met een hulpverlener-ambulancier in België. Zij mogen geen behandelingen starten en mogen enkel BLS uitvoeren. Wanneer je 2 EMT-basics op een ziekenwagen hebt dan worden zij als BLS-ziekenwagen uitgestuurd. Zij hebben geen medicatie aan boord.

In sommige staten zijn hierop nog variaties waarbij men eveneens aangeleerd wordt om te defibrilleren en om een intraveneuze lijn te plaatsen. Zij worden de EMT-intermediates genoemd. Daarnaast heb je nog de paramedics (EMT - paramedic). Dat zijn hoog opgeleide EMT's die bedreven zijn in alle ALS handelingen, wat vergelijkbaar is met een PIT-verpleegkundige in België en die met standing orders werken. In sommige staten zijn dit omgeschoolde spoedverpleegkundigen. Zij hebben heel wat medicatie aan boord, waaronder in heel veel gevallen ook hydroxocobalamine. Wanneer er minimum één paramedic aan boord zit, wordt dit een ALS-ziekenwagen genoemd.

Omdat men vanuit het 911 callcenter niet altijd op voorhand kan inschatten wat de opleidingsgraad is van de bemanning op een bepaalde ziekenwagen is en door de goede spreiding van de kazernes, wordt bij een medische oproep vaak de brandweer mee uitgestuurd. Het brandweerpersoneel in de VS moet immers minimaal opgeleid zijn tot EMT-basic en vaak moet er ook minimaal 1 brandweerman in het voertuig zitten die gekwalificeerd is voor EMT-paramedic. Om die reden zit er in sommige staten eveneens een tas voor ALS met medicatie (waaronder hydroxocobalamine) in een brandweervoertuig.

Er rijdt ook steeds een EMS- supervisor rond die alle meest (levens)bedreigende interventies voor zijn rekening neemt. Dit zijn de leidinggevenden en meer ervaren paramedics. Ook zij beschikken over heel wat medicatie om bijstand te kunnen verlenen aan een ALS of BLS voertuig.

Via een uitgebreid netwerk aan connecties binnen het brandweermilieu in 14 staten in de VS, werd een enquête verstuurd naar 62 verschillende Emergency Services (EMS) in deze staten, met een response rate van 98%. Er werd vanuit alle 14 staten geantwoord door 61 verschillende ervaren paramedics en EMS - supervisors. 1 EMS -supervisor heeft niet gereageerd omwille van op pensioenstelling.

Tabel 5: Samenvattende tabel enquête 14 staten in de VS

X : aanwezig

/ : afwezig

-: niet gekend

	Staat	Hydroxocobalamine aanwezig							Bekostigd door
		Grootsteden				Kleinere steden			
		EMS SV	ALS/BLS	BW	Air Ambu	EMS SV	ALS/BLS	BW	
1	Alabama	X	/	/	X	X	/	/	City / County
2	Californië	X	X	/	X	X	/	/	Special funded program
3	Colorado	X	/	/	/	X	/	/	Patient
4	Florida	X	X	X	X	X	/	X	City / County
5	Georgia	/	/	/	/	/	/	/	-
6	Indiana	X	/	/	X	X	/	/	City / County
7	Maryland	X	X	/	X	X	/	/	City / County
8	Massachusetts	/	/	/	/	/	/	/	-
9	Minnesota	/	/	/	/	/	/	/	-
10	Nevada	X	/	/	/	X	/	/	City / County
11	New Hampshire	X	X	/	X	X	X	/	City / County
12	Oregon	X	X	/	/	X	/	/	Patient
13	Tennessee	X	X	X	X	/	/	X	City / County
14	Texas	X	X	/	X	X	X	/	City / County

Uit de enquête kan geconcludeerd worden dat zowel in de grootsteden (79%) als in de kleinere steden (71%) heel wat EMS supervisors één en sommigen twee dosissen hydroxocobalamine bij hebben. Ook 58% van de Air Ambulances hebben over het algemeen één dosis hydroxocobalamine bij. In de grootsteden heeft ongeveer 50% van de ziekenwagens dit aan boord, in de kleinere steden ongeveer 14%.

Dit is enerzijds te verklaren door het feit dat de overgrote meerderheid van de EMS supervisors een hydroxocobalamine aan boord hebben en anderzijds het verschil in dichtheid van bevolking tussen de grootsteden en kleinere steden en bijhorende industriële activiteiten.

De ziekenwagens die hydroxocobalamine aan boord hebben, hebben hiervoor standing orders ter beschikking. Om deze te mogen gebruiken, dient men echter wel steeds telefonisch te overleggen met een arts in het ziekenhuis. In 14% van de gevallen geeft men aan dat er eveneens hydroxocobalamine in de brandweervoertuigen zitten.

Een aantal Fire Chiefs hebben in dit kader dan ook hun prehospitaal procedures en standing orders voor de toediening van hydroxocobalamine, doorgestuurd ter inzage. Zo staat o.a. in het Florida Regional Common EMS Protocols (2017. Section 5, Drug Section, 5.18), dat men hydroxocobalamine 5g IV mag toedienen wanneer er een bewezen of een vermoeden van cyanidevergiftiging is. Ook het Metro Regional EMS Consortium vermeldt hetzelfde protocol (2019, 20.145, <https://dochub.clackamas.us/documents/drupal/2fdcae28-9411-48e5-8fd3-675136de8f98>).

In tegenstelling tot in Nederland en België dienen de paramedics in de VS een arts in het ziekenhuis te raadplegen alvorens men een bepaald geneesmiddel wensen toe te dienen, vervolgens handelt men zoals de protocollen het voorschrijven.

Bij navraag bestaan er in de VS, naar analogie met het CBRNe MT in België, geen voertuigen van defensie die een soortgelijke werking kennen.

Er wordt door heel wat vooraanstaande wetenschappers in de VS getwijfeld aan de paraatheid van de Amerikaanse medische hulpverlening. Mede omdat deze heel gecompliceerd is door o.a. de verschillen tussen de staten, de verschillen in subsidiëring en door het gebrek aan voldoende prehospitaal beschikbare hydroxocobalamine om op een adequate wijze de slachtoffers van een cyanide - ramp te kunnen behandelen (Sauer SW, et al. 2001. Hydroxocobalamin: Improved Public Health Readiness for Cyanide Disasters. Ann Emerg Med. 37, 635-641).

5.2.3. Conclusie internationale aanpak

Ondanks de beperking dat er slechts van 3 landen informatie werd verzameld, kan gesteld worden dat er reeds een groot verschil is in de aanpak van de (para) medische hulpverlening. Algemeen zijn er eigenlijk 2 categorieën: een medisch gestuurd team van arts verpleegkundige (Franco-Germaans model) en een team van 2 ambulanciers / EMT's of paramedics (Anglo-Amerikaans model). Het uitsenden van medische hulp zoals wij ze in België kennen onder de vorm van een MUG is vaak een uitzondering op andere landen.

In de VS vertonen de opleiding en kwalificaties voor de hulpverleners in de DGH vaak grote verschillen. Het is in de VS heel ongewoon als een arts een medische noodoproep zou beantwoorden. Er bestaan in de VS, naar analogie met het CBRNe MT in België, geen voertuigen die een soortgelijke werking kennen.

Het zijn echter enkel de paramedics op een ALS-ziekenwagen (evenwaardig aan de PIT – verpleegkundigen in België) die m.b.v. standing orders (en met toestemming van een arts in het ziekenhuis) hydroxocobalamine kunnen en mogen toedienen. Ook de subsidiëring van hydroxocobalamine verschilt van staat tot staat. In sommige staten is het op stedelijk of provinciaal niveau geregeld, in andere staten zijn er speciale fondsen voor opgericht en in nog andere staten dient het dan weer door het slachtoffer zelf bekostigd te worden. De tactische stock aan geneesmiddelen staat in de VS onder toezicht van het CDC.

In Nederland kan men, naar analogie met een MUG in België, beschikken over een MMT. Echter zijn er maar 4 MMT's voor het ganse Nederlandse grondgebied in vergelijking met de 89 MUG-diensten voor het Belgische grondgebied. Het overgrote aandeel van de interventies worden er dan ook uitsluitend uitgevoerd door een ambulanceteam dat bestaat uit een hulpverlener-ambulanceverpleegkundige, welke vergelijkbaar is met de bemanning van een PIT in België. De ambulanceverpleegkundigen werken er met de LPA waaronder een protocol waarin de toediening van hydroxocobalamine beschreven staat. Echter blijkt dat geen enkele ziekenwagen hydroxocobalamine aan boord heeft waardoor dit protocol niet kan uitgevoerd worden.

Er bestaan in Nederland eveneens geen specifieke voertuigen die ingeschakeld kunnen worden in geval van een grootschalig chemisch incident. In tegenstelling tot in België kan men in dat geval wel een beroep doen op een Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen (GAGS).

Er bestaat zowel in Nederland als in de VS geen medische referentie-voertuigen met tactische stocks aan hydroxocobalamine (en bij uitbreiding verschillende antidota).

5.3. Kosten - baten analyse

Naast het financiële aspect (kosten voor het onderhoud van de stock, behandelkosten voor de patiënt, invaliditeitsuitkering) dienen de positieve en negatieve gezondheidseffecten (morbiditeit en mortaliteit), de waarde van een mensenleven, de impact op de familiale omgeving van de slachtoffers, enz. mee in rekening worden genomen. Uit een onderzoek van het Federaal Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg (KCE) in opdracht van het RIZIV (2014), bleek dat volgens een meerderheid van de respondenten, een medische behandeling vooral de levenskwaliteit van de patiënt moet verbeteren. Indien men wil meten wat een patiënt kan winnen dankzij een medische behandeling op vlak van levensverwachting en/of levenskwaliteit, dan kan de QALY (quality-adjusted life year) gebruikt worden. Om de kostprijs van een QALY te berekenen, wordt gebruik gemaakt van een andere indicator: de ICER (Incremental cost effectiveness ratio). Dat is de verhouding tussen de netto kostprijs van een behandeling en de doeltreffendheid ervan op het vlak van QALY. De financiële grenswaarde van een QALY, is in België ongeveer €40.000. Dit is echter geen officieel cijfer, in werkelijkheid variëren de financiële grenswaarden op grond van prevalentie van de ziekte, aantal betrokken patiënten, enz.

Tot in 2013 kon geen enkele studie teruggevonden worden die de effectiviteit van de toediening van hydroxocobalamine kon relateren aan een positieve of negatieve kosten – baten analyse. De enige analyse die hieromtrent werd teruggevonden is van Prof. Dr. Lieven Annemans en co., hoogleraar in de gezondheidseconomie aan UGent (Belgian cost-effectiveness analysis of hydroxocobalamin (Cyanokit®) in known or suspected cyanide poisoning. *Europ. Journ. of Hosp. Pharm. Science and Pract.*, 20, 161-167). Er werd een gezondheid economische analyse uitgevoerd met een vergelijking van de kosten en de gezondheidsresultaten indien een slachtoffer met een cyanidevergiftiging, al dan niet met hydroxocobalamine behandeld zou worden. Om deze analyse te kunnen uitvoeren maakte men gebruik van 2 beslissingsbomen; 1 voor een vermoedelijke intoxicatie en 1 voor een bewezen cyanidevergiftiging. Elke beslissingsboom werd vervolgens nog eens opgedeeld in 2 behandelstrategieën: 1 waarbij men hydroxocobalamine aan de standaardbehandeling toevoegde (toediening van 100% zuurstof en advanced life support met orgaanondersteuning) en 1 waarbij het slachtoffer enkel de standaardbehandeling kreeg. De resultaten van deze analyse toonde aan dat het gebruik van hydroxocobalamine meer kosten-efficiënt en kostenbesparend is dan degenen die enkel de standaardbehandeling kregen.

Men berekende dat er over een periode van 1 jaar bij een behandeling met hydroxocobalamine, er een toegenomen kost was van €772/ patiënt met een gezondheidswinst van 0,08 QALY. De berekende ICER is €9921/ QALY, wat aanzienlijk lager ligt dan de financiële grenswaarde in België en bijgevolg kostenbesparend is voor de maatschappij. Hierbij werd berekend dat wanneer er op nationaal niveau gewerkt zou worden met hydroxocobalamine, er op jaarlijkse basis 17 mensenlevens gered zouden kunnen worden en 1 extra neurologische complicatie. De conclusie van deze analyse was dat van uit het perspectief van de belastingbetaler, het gebruik van hydroxocobalamine kostenbesparend is in vergelijking met een standaardbehandeling (Annemans L, et al., 2013. Belgian cost-effectiveness analysis of hydroxocobalamin (Cyanokit®) in known or suspected cyanide poisoning. *European Journal of Hospital Pharmacy Science and Practice*, 20, 161-167).

Volgens de analyse van Prof. Dr. Lieven Annemans wordt de incidentiegraad op een cyanidevergiftiging in België geschat op < 5/10.000 inwoners (ongeveer 207 gevallen/jaar). Daarenboven wordt hydroxocobalamine zowel in de ambulante zorg als in hospitaal via een derdebetalersregeling terugbetaald door het RIZIV sinds 01-04-2012 (KB 13/03/2012, inzake de tegemoetkoming van de verplichte verzekering voor geneeskundige verzorging en uitkeringen in de kosten van farmaceutische specialiteiten).

Onder de voorwaarden dat het toegediend werd “aan een rechthebbende die intensieve zorgen heeft ontvangen ten gevolge van een intoxicatie of een overdosering in het kader van de behandeling van gekende of vermoede cyanidevergiftiging en wanneer de aanvraag en het attest werd ondertekend door een geneesheer-specialist met bijzondere bekwaamheid in de urgentiegeneskunde, een geneesheer-specialist in de acute geneeskunde of een geneesheer-specialist in de urgentiegeneskunde” (RIZIV, 01/04/2020. Vergoedbare geneesmiddelen, <https://www.riziv.fgov.be/nl/toepassingen/Paginas/farmaceutische-specialiteiten.aspx>).

Wanneer er wordt uitgegaan van 1 referentie-MUG per provincie (met de CBRNe MT in de provincie Vlaams Brabant) en elke referentie-MUG uitgerust zou worden met 10 stuks hydroxocobalamine, dan zou er op nationaal niveau naast de centrale strategische stock eveneens een stock van 100 stuks moeten onderhouden worden. In geval van noodplanning kunnen 1 of meerdere referentie-MUG's gecombineerd worden met de centrale strategische stock.

1 dosis hydroxocobalamine kost €646.20. Om te allen tijde 100 stuks paraat te hebben zou dit €6462 kosten. Bij niet-gebruik dient deze stock alle 3 jaar vervangen te worden, wat betekent dat dit een verlieslatende post zou zijn. Echter zal het stockeren en het verbruik wel gecentraliseerd worden, waardoor de kans dat hydroxocobalamine wel gebruikt wordt groter is. Wanneer het first-in first-out principe gehanteerd wordt, zal deze stock misschien minder vervallen producten tellen dan wanneer overal apart enkele flacons bewaard worden. Bij gebruik zal dit bedrag evenwel worden betaald door het RIZIV.

Wanneer er overigens zoals in de analyse van Prof. Dr. Annemans geconcludeerd wordt, rekening wordt gehouden met het economisch en maatschappelijk kostenbesparend effect bij het toedienen van hydroxocobalamine en de winst dat hieruit gemaakt wordt door het redden van een mensenleven, dan zal naar mijns inziens hierdoor een groot deel van de kosten voor het onderhoud en de bevoorrading van een referentie-MUG zichzelf terugverdienen.

6. Beperkingen van het werk en suggesties voor verder onderzoek

6.1. Beperkingen

Uit dit onderzoek zijn enkele beperkingen naar voor gekomen die het niet eenvoudig maken om er allesomvattende conclusies uit te kunnen trekken.

Zo zijn heel wat instellingen en overheden terughoudend omwille van de hoge kostprijs om een strategische stock te onderhouden en schatten zij het voorkomen van een cyanideramp heel laag in. Ondanks dat de cijfers toch wel melding maken van 207 gevallen/ jaar en er een positieve kosten-baten analyse werd gemaakt. Dit betreft dan vaak individuele gevallen en geen grootschalige incidenten, echter is ook het behandelen van deze slachtoffers even belangrijk. Uit rondvraag bij de respondenten blijkt dat de optie om meer hydroxocobalamine beschikbaar te hebben op het terrein, reeds eerder in overweging werd genomen maar dat men steeds op het financiële kostenplaatje botsten.

Wanneer zich een incident met cyanide zou voordoen, denken de hulpverleners ter plaatse initieel vaak niet onmiddellijk aan de aanwezigheid van cyanide en/ of hoe uitgebreid de blootstelling is. Er bestaat momenteel nog geen sneltest voor cyaniden op bloed. Wel is lactaatbepaling een gevoelige test, welke door middel van een POC-toestel ter plaatse zou kunnen gemeten worden, echter is deze test eerder specifiek omdat bij afwezigheid van een lactaatsijging een ernstige cyanidevergiftiging kan uitgesloten worden. Omwille van temperatuurgevoeligheid van deze huidige POC-toestellen en opnieuw een laag-risico inschatting heeft momenteel geen enkele MUG – dienst dit standaard in de voertuigen zitten. Wanneer de referentie-MUG een draagbaar toestel bij zou hebben dat het CO-gehalte in de uitgedemde lucht meet, is het voorspellen van een cyanidevergiftiging op basis van een CO-vergiftiging bijna onmogelijk. Een verhoging van het CO-gehalte is enkel een aanwijzing van een mogelijke blootstelling aan andere toxische gassen.

De huidige MUG-diensten hebben (naast de CBRNe MT) onvoldoende hydroxocobalamine bij om een grootschalige cyanideramp aan te kunnen en daarnaast hebben ook de ziekenhuizen onvoldoende voorraden op stock. Dit terwijl er niet kan gewacht worden om reeds prehospitaal hydroxocobalamine toe te dienen bij een vermoeden of bewezen cyanidevergiftiging gezien uitstel van behandeling potentieel kan resulteren in een dodelijke uitkomst.

6.2. Suggesties voor verder onderzoek

Dit onderzoek heeft naast enkele beperkingen ook heel wat bijkomende vragen opgeroepen. Daarnaast kon er nog, op enkele eerder gestelde vragen, geen antwoord geformuleerd worden. Zoals:

- Hoe kan men het begrip “sector” definiëren?
- Hoeveel referentie-MUG-diensten dient men te voorzien per sector?
- Wat mag de maximale aanrijtijd zijn?
- Hoeveel stuks hydroxocobalamine moet deze referentie-MUG bij hebben?

In eerste instantie moet de keuze gemaakt worden tussen het enten van de referentie-MUG op een bestaande MUG-licentie of dient er gekozen te worden om een apart voertuig (of 2^{de} MUG functie) in te schakelen. In de eerste optie bestaat immers het risico dat de referentie-MUG ook zal worden ingezet voor de reguliere MUG-interventies, waarbij de kans bestaat dat zij net op

interventie zijn wanneer zich een oproep voor een ernstig chemisch incident aanbiedt. In de tweede optie vertrekt deze referentie-MUG uitsluitend bij een 2^{de} vertrek of bij een ernstige calamiteit. Gezien de hoge kostprijs om een MUG-dienst te onderhouden is het mijn persoonlijke mening om de referentie-MUG in te bedden in de bestaande MUG programmatie.

De volgende vraag is of de referentie-MUG moet opgericht worden onder de vorm van een MUG-voertuig zoals we deze momenteel kennen al dan niet in de configuratie als het CBRNe MT, of dient men eerder te gaan naar een middel dat extra medicatie of medisch materiaal kan aanleveren, waaronder hydroxocobalamine. Dit zal er toe leiden dat er een betere en efficiëntere toewijzing is van personele middelen, er is dan immers geen verplichting om een verpleegkundige en arts mee te zenden, maar dat er anderzijds alsnog snel vertrokken kan worden met een voertuig dat mogelijk kleiner en dus wendbaarder is in het verkeer.

Bij de mogelijkheid om de expertisecentra te laten instaan voor het invullen van een referentie-MUG, kan men zich eveneens de vraag stellen of zij dan ook niet kunnen instaan voor de aanvulling van de antidota in de andere ziekenhuizen.

De artsen die werkzaam zijn in de DGH hebben allemaal een basiskennis wat betreft de risico-agentia en meest gebruikte antidota. Echter voldoende medische kennis, ervaring bij het gebruik en toediening ervan is eveneens een vereiste. Zo zou het aangewezen zijn om in deze situaties beroep te kunnen doen op een toxicoloog waar men op zou kunnen terugvallen. Het gaat met andere woorden ook niet alleen om antidota ter plaatse te brengen, maar ook de kennis om hier adequaat mee om te gaan. De vraag rijst dan ook, of het naar analogie met Nederland, niet aangewezen zou zijn om een GAGS permanentie op te zetten voor de referentie-MUG. Gezien de zesjarige opleiding in België zouden de meeste MUG-artsen in de toekomst capabel moeten zijn om met de situatie om te gaan indien advies telefonisch beschikbaar is. De mix aan spoedartsen in België maakt dat wat moeilijker, maar er zou wel een soort basiscursus CBRN (al dan niet geïntegreerd in de basisopleiding) kunnen georganiseerd worden, waarbij de GAGS als superspecialist telefonisch bereikbaar zijn.

Deze hoog gespecialiseerde opleiding bestaat momenteel enkel in Nederland. Ook wanneer men zou starten met deze opleiding, zullen er slechts een heel beperkt aantal artsen deze opleiding volgen waardoor het nog vele jaren zal duren alvorens een echte permanentie zou kunnen uitgebouwd worden. Men zou naar het CBRNe-MT kunnen verwijzen als ervaringsdeskundigen, echter is uit het persoonlijk contact gebleken dat het CBRNe-MT geen kandidaat is om de functie van GAGS op zich te nemen. Men heeft echter geen bezwaar om deel uit te maken van een netwerk van experts.

Om het nodige budget vrij te maken kan de optie van samenwerkingsverbanden met de Seveso-bedrijven verder geëxploreerd worden. Zij hebben er immers ook alle baat bij dat bij incidenten gepast gehandeld kan worden.

7. Beleidsaanbevelingen en operationele aanbevelingen

Alvorens een aantal aanbevelingen te formuleren wordt eerst bondig teruggekomen op het belangrijkste doel van dit onderzoekswerk.

Cyanide is een heel krachtig en snel werkend gif. Na blootstelling aan cyanogene stoffen treden reeds binnen enkele seconden tot minuten, symptomen op die bij het niet herkennen kunnen leiden tot een ongepaste behandeling met de dood tot gevolg. Het is dan ook heel belangrijk dat de toediening van een antidotum reeds prehospitaal gebeurt. Dit antidotum hebben de meeste MUG-diensten echter niet bij, maar is wel van kritisch levensbelang voor de slachtoffers.

Vandaar was het belangrijkste doel van dit onderzoekswerk om te bekijken of het aangewezen zou zijn om per sector een referentie-MUG te voorzien met een stock aan hydroxocobalamine. Uit dit onderzoek blijkt dat er voornamelijk heel veel pro's zijn naast de contra's. Het verwezenlijken van een referentie-MUG is aangewezen en behoort zeker tot de mogelijkheden mits aan volgende aanbevelingen voldaan zou worden:

- Het vormen van een wettelijk kader over welke (bestaande) MUG-diensten als referentie-MUG kunnen ingezet worden. Er zal bij voorkeur naar de MUG-diensten moeten gekeken worden die vertrekken vanuit een expertisecentrum.
- Het vormen van een wettelijk kader over welke antidota en de hoeveelheid (niet enkel hydroxocobalamine maar ook actieve kool, naloxone, atropine, glucagon, benzodiazepine en oximes), bijkomende toestellen (POC lactaatmeting en een toestel voor CO-meting uitgedemde lucht) er in een DGH erkende referentie-MUG aanwezig moeten zijn.
- Het vormen van een wettelijk kader onder welke voorwaarden een referentie-MUG kan functioneren en uitgestuurd worden.
- Het aanpassen van het monodisciplinair Medisch Interventieplan aan de gevormde wettelijke kaders wat de referentie-MUG betreft.
- Een dialoog aangaan met de universiteiten die de discipline “Urgentiegeneeskunde” inrichten, dit in kader van de organisatie van een basiscursus CBRN (al dan niet geïntegreerd in de basisopleiding) en naast de interuniversitaire postgraduaatopleiding rampenmanagement ook een bijkomende bijscholingsmodule voor de reeds afgestudeerde artsen.
- Een dialoog aangaan met de hogescholen die verpleegkunde inrichten, dit in kader van een eventueel bijkomende opleidingsmodule met toespitsing in de verschillende antidota en mogelijke chemische calamiteiten (met in het bijzonder de hogescholen die de huidige BBT voor spoedgevallen en intensieve zorgen verzorgen).
- Een exploratie over het inrichten van een universitaire opleiding tot GAGS met een eerste aanzet over hoe men deze GAGS kan inzetten in het werkveld.
- Het maken van duidelijke afspraken met de ziekenhuizen in kader van financiering met het opstellen van een Service Level Agreement (SLA). In dit kader is het ook wenselijk dat er gesprekken gevoerd zullen worden met de farmaceutische sector en de Seveso-bedrijven dit met het oog op mogelijke samenwerkingsverbanden.

- Het aanpassen van het BHMR van de NC112 met met bijkomende PAI's, waarbij het uitsturen van een referentie – MUG een mogelijkheid wordt voor de aangestelde van NC112.

8. Eindconclusie

In eerste instantie werd, op basis van literatuurstudie en bevraging van binnenlandse en buitenlandse praktijkvoorbeelden, de bestaande werking van de dringende medische hulpdiensten in kaart gebracht. We beschikken in België over een zeer goed georganiseerd netwerk voor dringende medische hulp, gericht op het Franco–Germaanse model waarbij de medische hulp naar het slachtoffer wordt gebracht en deze gewoonlijk eerst wordt gestabiliseerd alvorens te transporteren naar het ziekenhuis.

Rookinhalatie is een veelvoorkomende oorzaak van cyanidevergiftiging met jaarlijks ongeveer 207 gevallen in België. Cyanide is een krachtig en zeer snelwerkend gif waarbij de symptomen reeds optreden binnen enkele seconden tot minuten na blootstelling. De diagnose stellen van een cyanidevergiftiging is heel moeilijk en bij het niet herkennen kan dit leiden tot een inadequate behandeling. Net daarom is het heel vlug en snel behandelen dan ook van kritisch levensbelang en is het uitermate belangrijk dat de toediening van een antidotum reeds prehospitalaal gebeurt. Om dit mogelijk te maken moet dit echter aanwezig zijn in de MUG-voertuigen en bijgevolg op de plaats van de interventie beschikbaar zijn. Van hieruit kwam de vraag of een referentie-MUG per sector hier een oplossing aan zou kunnen bieden.

Er werden in dit kader eveneens andere mogelijkheden geëxploreerd:

Kan de ziekenwagen ingezet worden als bevoorradingsmiddel van hydroxocobalamine? Ondanks dat dit hulpmiddel altijd beschikbaar is en heel vlug op de plaats van de interventie is, leek dit heel vlug geen ideale oplossing te bieden omwille van het feit dat de hulpverlener-ambulanciers geen wettelijke bevoegdheden hebben om medicatie toe te dienen, onvoldoende opleiding en expertise hebben en sowieso dienen te wachten tot een arts ter plaatse is.

Kan de PIT ingezet worden als een mogelijk satelietvoertuig met hydroxocobalamine? De bemanning van een PIT is samengesteld uit ten minste een hulpverlener-ambulanceverpleegkundige die over een BBT in de intensieve zorg en spoedgevallenzorg beschikt. De PIT-verpleegkundige mag technische verpleegkundige prestaties B1 uitvoeren, op voorwaarde dat deze worden beschreven in een procedure en werden opgedragen op grond van standing orders. Een PIT kan een korter therapievrij interval bewerkstelligen en kan een aanvaardbare oplossing bieden om het wachten op een referentie-MUG op te vangen. Strictu sensu betreft dit echter nog steeds een pilootproject en bedient zeker nog niet het volledige Belgische of Vlaamse grondgebied. Hierdoor kan de PIT geen structurele oplossing bieden als een satelietvoertuig met antidota.

Dan blijft de inzet van een referentie-MUG met hydroxocobalamine.

Een referentie-MUG is het meest aangewezen hulpmiddel. Niet alleen wat de haalbaarheid betreft, ook de snelheid van het ter plaatse komen, de expertise en het feit dat deze middelen altijd beschikbaar zijn. Het vormen van een referentie-MUG schept nog heel wat andere kansen zoals een mogelijke inzet om andere MUG-diensten of ziekenhuizen te bevoorraden. Op deze manier zal het stockeren en het verbruik gecentraliseerd worden, waardoor de kans dat hydroxocobalamine gebruikt wordt groter is. Wanneer het first-in first-out principe gehanteerd wordt, zal deze stock minder vervallen producten tellen dan wanneer overal apart enkele flacons bewaard worden.

Voor het oprichten van een referentie-MUG is het de meest logische keuze om deze in te bedden in de bestaande MUG programmatie, met in het bijzonder de MUG-diensten die vertrekken vanuit een expertisecentrum waar zij in de meeste gevallen over hogere stocks aan verschillende antidota beschikken, en waar vaak een ruimere kennis wat de diagnosestelling en behandeling

betreft, aanwezig is. Al zal er bij het oprichten van een referentie-MUG dan ook verder moeten gekeken worden naar andere levensreddende antidota dan enkel naar hydroxocobalamine (ook actieve kool, naloxone, midazolam, atropine, glucagon, benzodiazepine en oximes).

Op enkele vragen kon echter geen antwoord geformuleerd worden en zal er nog verdere exploratie nodig zijn:

- Hoe kan het begrip “sector” gedefinieerd worden?
- Hoeveel referentie-MUG-diensten dient men te voorzien per sector?
- Wat mag de maximale aanrijtijd zijn?
- Hoeveel stuks hydroxocobalamine moet deze referentie-MUG bij hebben?

Als conclusie kan gesteld worden dat het invoeren van een referentie-MUG per sector met een strategische stock aan hydroxocobalamine wel degelijk een echte meerwaarde zou zijn in de dringende geneeskundige hulpverlening.

In tegenstelling tot wat men zou verwachten, zal het vroegtijdig en prehospitaal behandelen van de slachtoffers van een cyanidevergiftiging, zorgen voor een economisch en maatschappelijk kostenbesparend effect welke heel wat mensenlevens kan redden. Door de winst dat gemaakt wordt voor het redden van een mensenleven, zal naar mijns inziens een groot deel van de kosten voor het onderhoud en de bevoorrading van een referentie-MUG zichzelf terugverdienen.

Dit onderzoekswerk kan voor diegenen die hierover het maatschappelijk debat gaan voeren, dienen als een nuttig referentiepunt.

9. Lijst met afkortingen

AEMT	Advanced Emergency Medical Technician
AGS	Adviseur Gevaarlijke Stoffen
BBT	Bijzondere Beroepstitel (in de intensieve zorgen en spoedgevallen)
BMHRH	Belgisch Medische Regulatie Handboek
CBRNe	Chemisch Biologisch Radiologisch Nucleair Explosief
CDC	Centre of Disease Control
CO	Koolstofmonoxide
DGH	Dringende Geneeskundige Hulpverlening
DIR-MED	Directeur Medische Hulpverlening
EMS	Emergency Medical Service
EMT	Emergency Medical Technician
EMV	Eye opening, best Motor response, best Verbal response
FDA	Food and Drug Administration
FGI	Federaal Gezondheid Inspecteur
FOD VVVL	Federale Overheid Volksgezondheid, Veiligheid van de voedselketen en Leefmilieu
GAGS	Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen
HEMS	Helicopter Emergency Medical service
ICER	Incremental Cost Effectiveness Ratio
KB	Koninklijk Besluit
KCE	Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg
LPA	Landelijke Protocolen Ambulancezorg
MHKA	Militair Hospitaal Koningin Astrid
MIP	Medisch Interventie Plan
MKA	Meldkamer Ambulance
MMT	Mobiel Medisch Team
MUG	Mobiele Urgentie Groep
NC 112	Noodcentrale 112
NVIC	Nationaal Vergiftigingen Informatie Centrum - Nederland
OCAD	Orgaan voor Coördinatie en de Analyse van de Dreiging
PAI	Pre-Arrival Instructies
PBM	Persoonlijke Beschermingsmiddelen
PIT	Paramedisch Interventie Team
POC	Point-of-care
QALY	Quality-adjusted life year
RIVM	Rijksinstituut Volksgezondheid en Milieu
SIM	Snel Inzetbare Middelen
SIT	Snelle Interventie Team
SIT LOG	Snelle Interventie Team Logistiek
SIT MED	Snelle Interventie Team Medisch
SMUR	Service Medical d' Urgences
SNS	Strategic National Stockpile
SO	Standing Order
UZ	Universitair Ziekenhuis
WHO	World Health Organization

10. Lijst met tabellen en figuren

10.1. Lijst met tabellen

Tabel 1: Toxiciteit per dosis

(Overgenomen van Grouls RJE., et al., 2019. Toxische dosis. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen, versie 4, p1).

Tabel 2: Prehospitaal algoritme.

(Overgenomen van Anseeuw K., et al., 2013. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. European Journal of Emergency Medicine, 20, 1, 2-9)

Tabel 3: Doseerschema geneesmiddelen

(Overgenomen van Grouls RJE., et al., 2019. Doseerschema geneesmiddelen. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen, versie 4, p5).

Tabel 4: Antidota beschikbaar in de ziekenhuizen

(Overgenomen van <https://www.health.belgium.be/nl/het-ziekenhuisnoodplan-znp>, een leidraad CBRN: Meest relevante antidota beschikbaar in een groot aantal ziekenhuizen).

Tabel 5: Samenvattende tabel enquête 14 staten in de VS.

10.2. Lijst met figuren

Figuur 1: Mechanisme toxiciteit cyanide

(Overgenomen van Grouls R.J.E., et al., 2019. Cyanide/Cyaanverbindingen. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen; 4, 1).

Figuur 2: SWOT analyse inzet MUG-dienst als referentie-MUG

Figuur 3: SWOT analyse inzet ziekenwagen als bevoorradingsmiddel

Figuur 4: SWOT analyse inzet PIT als sateliervoertuig

11. Referentielijst

11.1. Wetenschappelijke literatuur

Annemans L, Drieskens S, Fetro C., 2013. Belgian cost-effectiveness analysis of hydroxocobalamin (Cyanokit) in known or suspected cyanide poisoning. *European Journal of Hospital Pharmacy Science and Practice*, 20, 161-167.

Anseeuw K., Delvau N., Burillo-Putze G., De Iaco F., Geldner G., Holmström P., Lambert Y., Sabbe M., februari 2013. Cyanide poisoning by fire smoke inhalation: an European expert consensus. *European Journal of Emergency Medicine*, 20, 1, 2-9.

Baud FJ, Borron SW, Bavoux E, Astier A, Hoffman JR., 1996. Relation between plasma lactate and blood cyanide concentrations in acute cyanide poisoning. *BMJ*, 312, 26-7.

BHMR 4.0, 2020. Tool ter Ondersteuning van de Medische Regulatie, 1.1

Borron SW, Stephen W., Baud, Frédéric J., Mégarbane, Bruno, Bismuth, Chantal, 2007/06/01. Hydroxocobalamin for severe acute cyanide poisoning by ingestion or inhalation. *The American journal of emergency medicine*, 25(5), 551-8.

Borron SW, Stephen W., Baud, Frédéric J., Barriot, Patrick, Imbert, Michel, Bismuth, Chantal, 2007/06/01. Prospective study of hydroxocobalamin for acute cyanide poisoning in smoke inhalation. *Annals Of Emergency Medicine*, 49(6), 794-801, 801.

Colenbie S, Buylaert W, Stove C, Deschepper E, Vandewoude K, De Smedt T, ..., De Paepe P., 2016. Biomarkers in patients admitted to the emergency department after exposure to acrylonitrile in a major railway incident involving bulk chemical material. *Int J Hyg Environ H*, 220: 261-270.

Dick WF., 2003. Anglo-American vs. Franco-German emergency medical services system. *Prehospital and Disaster Medicine*, 18, 29-35.

Eckstein M., Borron SW., Guy, 2017. Prehospital Recognition and Management of Cyanide Poisoning in Smoke Inhalation Victims. *Medscape*, <https://www.medscape.org/viewarticle/57201>.

El Sayed M, Tamim H, Mann NC., 2016. Description of Medication Administration by Emergency Medical Services during Mass-casualty Incidents in the United States. *Prehospital and Disaster Medicine*, 31, 141-149.

Grouls R.J.E., Bindels A., Roos AN., van Rooy G., Kramers C., Workum J., 2019. Cyanide/Cyaanverbindingen. NVZA, Monografie Cyanide – cyaanverbindingen; 4, 1.

Lammers HJW, Grouls RJE, Broeke R ten, Franssen EJF., 08/06/2012. Snelheid geboden bij cyanide intoxicaties. Antidotum hydroxocobalamine effectief en veilig. *Pharmaceutisch Weekblad* 23, 5.

MA Dijkman, de Vries I., 07/09/2018. Calamiteitenvoorraad antidota uitkomst bij acute vergiftiging. Pharmaceutisch Weekblad 36, 4.

M. C. Reade, S. R. Davies, P. T. Morley, J. Dennett, and I. C. Jacobs, 2012. Review article: management of cyanide poisoning. *Emergency Medicine Australasia*, 24, 3, 225–238.

Mégarbane B, Delhay A, Goldgran-Tolédano D, Baud FJ., 2003. Antidotal Treatment of cyanide poisoning. *J Chin Med Assoc.*, 4, 193-203.

Mintegi S, Clerigue N, Tipo V et al., 2013. Pediatric Cyanide Poisoning by fire smoke inhalation. A European Expert Consensus. *Pediatric Emergency Care*, 29, 1234-40.

Nelson L., 2006. Acute Cyanide Toxicity: Mechanisms and Manifestations. *Journal of Emergency Nursing*, 32, 8-11.

Purvis MV, Rooks H, Young Lee J, Longerich S, Kahn SA., 2017. Prehospital hydroxocobalamin for inhalation injury and cyanide toxicity in the United States – analysis of a database and survey of ems providers. *Ann Burns Fire Disasters*, 30, 126-128.

Richard C. Dart, 2008. Hydroxocobalamin for Acute Cyanide Poisoning: New Data from Preclinical Studies; New Results from the Prehospital Emergency Setting. *Clinical Toxicology*, 1, 44.

Sahin S, 2011. Cyanide Poisoning in a Children Caused by Apricot Seeds. *J Health Med Informat*, 2, 1–2.

Sauer SW, Keim ME., Juni 2001. Hydroxocobalamin: Improved Public Health Readiness for Cyanide Disasters. *Ann Emerg Med.*, 37, 635-641.

Schober P, Bossers M., Krage R, De Leeuw A., Lothar, Schwarte A., 2019. Portable Blood (Gas) Analyzer in a Helicopter Emergency Medical Service. *Air Medical Journal*, 4, 302-304.

Verbeek RAM, Van Kesteren RG, Wulterkens TW., 2013. Handboek spoedeisende geneeskunde, 31, 309 – 311

Prof. Petrova FS., Bulgaria S., Dr Fishbein L., Geneva 2004. Hydrogen cyanide and cyanides: human health aspects. World Health Organization, Con Int Chem Ass Doc 61, 1-32.

11.2. Wet – en regelgeving

KB 8 juli 1964 Koninklijk besluit betreffende de dringende geneeskundige hulpverlening.

KB 23 oktober 1964 (Art N1, bijlage A, III, 14°) Koninklijk besluit betreffende de bepaling van de normen die door de ziekenhuizen en hun diensten moeten worden nageleefd, met in het bijzonder de actieplannen om het hoofd te bieden aan grote ongevallen.

KB 2 april 1965 (Art 7, 3°, lid1°) Inzet van de MUG in collectieve

KB nr. 78 van 10 november 1967 betreffende de uitoefening van de gezondheidszorgberoepen

KB 18 juni 1990. Koninklijk besluit houdende vaststelling van de lijst van de technische verpleegkundige verstrekkingen en de lijst van de handelingen die door een arts aan beoefenaars van de verpleegkunde kunnen worden toevertrouwd, alsmede de wijze van uitvoering van die verstrekkingen en handelingen en de kwalificatievereisten waaraan de beoefenaars van de verpleegkunde moeten voldoen

KB 10 augustus 1998. Koninklijk besluit houdende vaststelling van de normen waaraan een functie "mobiele urgentiegroep" (MUG) moet voldoen om te worden erkend.

KB 27 april 1998. Koninklijk besluit houdende vaststelling van de normen waaraan de functie "gespecialiseerde spoedgevallenzorg" moet voldoen om te worden erkend.

KB 16 februari 2006 (Art 11). Koninklijk besluit betreffende de definiëring en taken van discipline 2.

FOD Volksgezondheid, VVVL, 25 februari 2008. Federale handleiding van de standing orders van de PIT, Versie 20

KB 13 maart 2012, inzake de tegemoetkoming van de verplichte verzekering voor geneeskundige verzorging en uitkeringen in de kosten van farmaceutische specialiteiten.

NPU- 1 16 februari 2016. Verdere detaillering van taken van discipline 2.

Omzendbrief DGH/2017/D2/Medisch interventieplan.

Omzendbrief 2018/DGH-AMU/001 betreffende de minimale inhoud van de voertuigen die het vervoer van personen, zoals bedoeld in artikel 1 van de wet van 8 juli 1964 betreffende de dringende geneeskundige hulpverlening (DGH), op zich nemen, BS 20 juni 2018

KB 11 juni 2018. Betreffende vaststelling van het nationaal noodplan betreffende de aanpak van een crimineel incident of een terroristische aanslag waarbij chemische, biologische, radiologische en nucleaire agentia worden gebruikt (CBRNe)

KB 15 februari 2019. Besluit van de Vlaamse Regering houdende wijziging van de bijlage bij het koninklijk besluit van 23 oktober 1964 tot bepaling van de normen die door de ziekenhuizen en hun diensten moeten worden nageleefd, betreffende het ziekenhuisnoodplan

11.3. Online bronnen

Antigifcentrum, 2020. Antidota in België, <https://www.antigifcentrum.be/medische-professionals/antidota-belgi>

Antigifcentrum, 2020. Antidota in België, <https://www.antigifcentrum.be/medische-professionals/antidota/leveranciers>

EUR – lex, zoekmachine Europese wetgeving, <https://eur-lex.europa.eu>

European Parliament, zoekmachine Europese wetgeving, <https://europarl.europa.eu>

Federale overheidsdienst Justitie, zoekmachine Belgische wetgeving,
<http://www.ejustice.just.fgov.be/wet/wet.htm>

Federaal Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg, 18/12/2014. <https://kce.fgov.be/nl/belg-vindt-dat-nieuwe-behandelingen-vooral-levenskwiteit-moeten-verbeteren>

FOD Volksgezondheid, VVVL 27/01/2016, Strategische voorraden, <https://www.health.belgium.be/nl/gezondheid/organisatie-van-de-gezondheidszorg/dringende-hulpverlening/dringende-geneeskundige#middelen>

FOD Volksgezondheid, VVVL, 27/04/2017. Het Medisch Interventieplan, <https://www.health.belgium.be/nl/het-medisch-interventieplan-mip>

FOD Volksgezondheid, VVVL, 04/05/2016. Het Paramedical – Intervention- Team, <https://www.health.belgium.be/nl/pit-paramedical-intervention-team>

FOD Volksgezondheid, VVVL, 04/05/2016. Ambulances, <https://www.health.belgium.be/nl/ambulances>

FOD Volksgezondheid, VVVL, 23/03/2020. MUG – diensten, <https://www.health.belgium.be/nl/mug-diensten-25-08-2017>

Chem. Hazards Em. Management , 17/04/2020. Hydrogen Cyanide – Prehospital Management. https://chemm.nlm.nih.gov/cyanide_prehospital_mmg.htm

Metro Regional EMS Consortium, 2019. Patient Treatment Protocols, 20.145, <https://dochub.clackamas.us/documents/drupal/2fdcae28-9411-48e5-8fd3-675136de8f98>

Nationaal Crisiscentrum, 2020. Terroristische dreiging, <https://crisiscentrum.be/nl/inhoud/terroristische-dreiging>

RIZIV, 01/04/2020, Vergoedbare geneesmiddelen, <https://www.riziv.fgov.be/nl/toepassingen/Paginas/farmaceutische-specialiteiten.aspx>

Rode Kruis Vlaanderen, 2020. Rampenhulpverlening, <https://www.rodekruis.be/provincie/west-vlaanderen/wat-doen-we/rampenhulpverlening/>

Vlaamse overheid, 2019. Seveso-inrichtingen in Vlaanderen, <https://omgeving.vlaanderen.be/seveso-inrichtingen-in-vlaanderen>

Wikipedia, 12/04/2020. https://nl.wikipedia.org/wiki/Quality-adjusted_life_year

