



B01 Brandweerman

Module 2 Individuele bescherming



Brandweerkadet

Module 2 Individuele bescherming (deel 1 & 2)

3. Adembescherming

3.0. Doelstellingen

Na het volgen van dit hoofdstuk kan je:

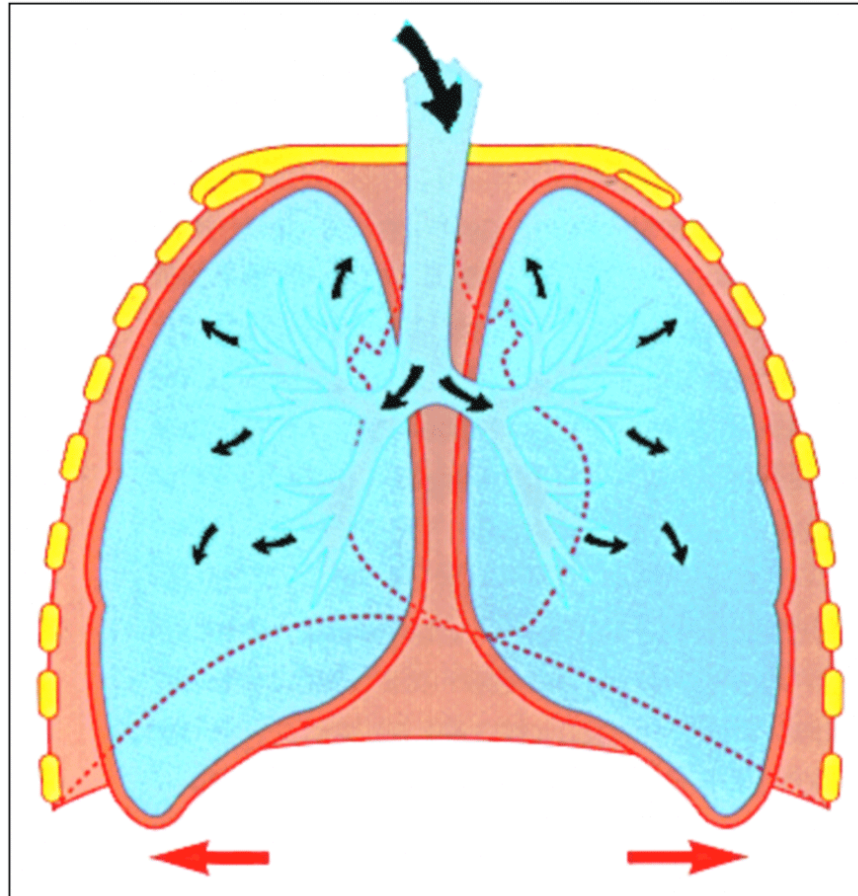
- De werking van het ademhalingsstelsel uitleggen, net als de gevaren van rook en de verstikkings- en vergiftigingsrisico's voor de brandweerlieden, de werking van een ademhalingstoestel (IAT), de gebruiksprocedures ervan en de gevaren van warmte.

3.1. De ademhaling

In de module 'levensreddende handelingen' wordt uitvoerig ingegaan op de fysiologie van onze ademhaling. Voorafgaand aan dit gedeelte over adembescherming lijkt het zinvol om het belang van een goede ademhaling en vooral de functie van zuurstof in ons lichaam kort samen te vatten.

Het belang van de ademhaling

Een ongestoorde ademhaling met lucht van de juiste samenstelling is een eerste levensvoorwaarde. Een mens kan ongeveer drie weken leven zonder eten, ongeveer drie dagen zonder drinken, maar slechts drie minuten zonder zuurstof. Een stoornis in de aanvoer van zuurstof kan al in een korte tijd ernstige gevolgen hebben. De hersencellen zijn bijzonder gevoelig voor een tekort aan zuurstof. Wanneer de hersencellen drie minuten verstoken blijven van zuurstof kunnen er onherstelbare beschadigingen optreden en na vijf minuten zal meestal de dood intreden. Het is dan ook van groot belang er voor te zorgen dat uw ademhaling altijd ongestoord kan verlopen, ook bij brandbestrijding en hulpverlening.



3.1.1. Het principe van de stofwisseling

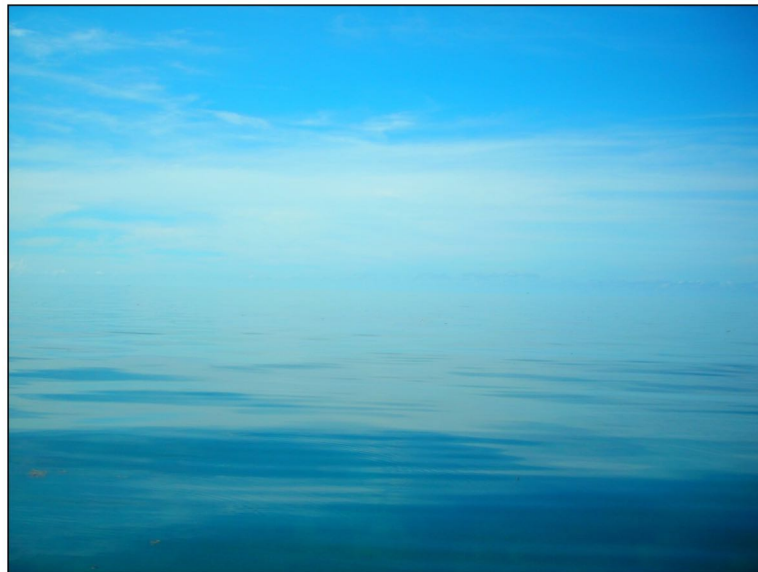
Stofwisseling

De zuurstof die wordt ingeademd, wordt via de longblaasjes opgenomen in het bloed. De zuurstof is nodig om het voedsel langzaam maar volledig te verbranden: dit wordt de 'stofwisseling' genoemd. Deze stofwisseling vindt plaats in alle cellen van het lichaam. Bij de stofwisseling komen warmte en energie vrij. De warmte wordt benut om het lichaam op de juiste temperatuur te houden en de energie is nodig voor het doen functioneren van organen en spieren. Zoals bij iedere verbranding komen er andere stoffen vrij. In het lichaam wordt het voedsel met zuurstof onder andere omgezet in kooldioxide en water. Het bloed zorgt er voor dat het benodigde voedsel en de zuurstof alle cellen bereiken en dat na de stofwisseling in de cellen het vrijgekomen water en de kooldioxide weer worden afgevoerd. De benodigde zuurstof is in de ons omringende lucht aanwezig. Deze lucht bestaat in hoofdzaak uit de gasen stikstof (78%) en zuurstof (21%).

De luchtwegen

De ingeademde lucht stroomt via de neusholten en de keelholte naar de luchtpijp die zich halverwege het borstbeen splitst in een linker- en een rechtertak. Deze takken splitsen zich in de longen steeds verder. De kleinste vertakkingen worden de longblaasjes genoemd (zie figuur).

Het slijmvlies in neus- en keelholten is zeer gevoelig voor vreemde stoffen. Bij het inademen van bijvoorbeeld prikkelende dampen zal een hevige hoestreflex ontstaan. Ook is het mogelijk dat de stembanden, die zich in het strottenhoofd bevinden, ten gevolge van het inademen van prikkelende dampen, zoals ammoniak, zich als reactie sluiten, waardoor het onmogelijk wordt om in of uit te ademen.



3.1.2. Samenstelling van de lucht

De stikstof wordt niet door het lichaam gebruikt en wordt dus alleen in- en uitgeademd. Van de zuurstof in de ingeademde lucht wordt maar een deel door de longen opgenomen voor de stofwisseling. Deze zuurstof wordt met voedsel omgezet in kooldioxide en water. Het niet gebruikte deel van de zuurstof wordt dan ook weer uitgeademd. Het belangrijkste verschil in de samenstelling van de ingeademde en uitgeademde lucht is een verminderd zuurstofpercentage, waarvoor een even groot percentage kooldioxide in de plaats is gekomen en tevens wat waterdamp (zie onderstaand schema).

Slechts 4 % van de ingeademde zuurstof wordt gebruikt voor de verbranding. Een daling van het percentage zuurstof in de ingeademde lucht zal al snel ernstige gevolgen hebben: bij een

3.2.1. De gevaren van rook

De meeste branden gaan gepaard met veel rookontwikkeling. Rook is altijd gevaarlijk (giftig, verstikkend ...). De samenstelling van rook is afhankelijk van de brandende stof, maar de rook bevat altijd gasvormige, vloeibare en vaste deeltjes. Rook betekent op velerlei manieren een gevaar voor de brandweerman.

Rook is warm en ondoorzichtig

Rook is onder meer gevaarlijk omdat de temperatuur van de rook (bvb bij binnenbrandbestrijding) zeer hoog kan oplopen. Niet alleen het ontstekingsgevaar dat daaruit voortvloeit, maar ook de temperatuur zelf is een gevaar voor de brandweerman. Door zijn ondoorzichtigheid kan rook bovendien de werkzaamheden ernstig bemoeilijken en aanleiding geven tot paniek. Rook kan het vorderen en het lokaliseren van de vuurhaard en van de slachtoffers bemoeilijken.

Rook is mobiel

Rook is voortdurend in beweging. Afhankelijk van tal van factoren (luchtstroming, temperatuurverschillen, vormen en volumes van het gebouw...) kiest de rook één of meer bepaalde richtingen. De bewegingen zijn moeilijk voorspelbaar en kunnen de reddingswerken of bluswerkzaamheden bemoeilijken.



Ontstekingsgevaar

Na de ontwikkelingsfase van een binnenbrand is de temperatuur voldoende hoog om uit voorwerpen en materialen, in het lokaal aanwezig, brandbare gassen te laten vrijkomen. Bij een juiste verhouding brandbare gassen / zuurstof zal de brand plots alle brandbare materialen in het lokaal aansteken. Dat fenomeen noemen we 'flashover'. Wanneer in de ruimte onvoldoende zuurstof aanwezig is om de brandbare gassen te doen ontbranden, kan bij een plotse zuurstoftoevoer (vb. een gesprongen raam) een explosie plaatsvinden: het verschijnsel van de 'backdraft'.

Toxisch of verstikkend

Rook is rechtstreeks gevaarlijk omdat het toxische stoffen kan bevatten én omdat de kans op de aanwezigheid van het verstikkende CO (koolstofmonoxide) altijd reëel is. Men gaat dus nooit in een brandend gebouw waar veel rookontwikkeling is, zonder aangepaste kledij en adembescherming, alles uiteraard op een correcte wijze gedragen.

Stofdeeltjes

In rook kunnen heel wat stofdeeltjes voorkomen die bij inademing niet onmiddellijk schadelijk zijn maar die op langere termijn zeer gevaarlijk kunnen zijn. De verbrandingsgassen van bijvoorbeeld hout, papier, oliën en vetten bevatten onverbrande koolstofdeeltjes die zich kunnen vastzetten op de longblaasjes. Des te fijner de stofdeeltjes, des te meer kans dat ze in de longen achterblijven, met het risico dat deze worden aangetast. Zowel tijdens het blussen als nadien bestaat er een risico op blootstelling aan deze deeltjes.



3.2.2. Ademgiffen

Giftige stoffen, die via de luchtwegen het lichaam binnendringen, worden ademgiffen genoemd. Het is echter perfect mogelijk een vergiftiging op te lopen met ademgiffen via de huid en de mond. Ademgiffen kunnen voorkomen in de vorm van fijn stof, dampen en gassen. Bij werkzaamheden waarbij veel ademgiffen kunnen vrijkomen moet men steeds adembescherming dragen. Ademgiffen kunnen worden ingedeeld op basis van hun schadelijke werking op het menselijk lichaam.:

- ademgiffen met een verstikkende werking;
- ademgiffen met een prikkelende of bijtende werking;
- ademgiffen die via het bloed op het zenuwstelsel inwerken.



3.2.2.1. Ademgiffen met verstikkende werking

We spreken van verstikking wanneer de aanvoer van zuurstof naar de cellen toe ontoereikend is of wanneer die aanvoer niet in verhouding staat tot de geleverde inspanningen. Wanneer het zuurstofgehalte onder 20 % daalt kunnen hoofdpijn en duizeligheid optreden. Zoals hoger gezegd impliceert een daling onder 17 % direct verstikkingsgevaar. Bij een nog lager percentage zal men bewusteloos raken en treedt de dood zeer snel in. Het tekort aan zuurstof kan een gevolg zijn van de omgevingslucht (bijvoorbeeld: zuurstof verdrongen door een gas) of van een obstructie van de luchtwegen. Tot de groep van ademgiffen met een verstikkende werking behoren onder meer:

- methaan;
- butaan;
- propaan;
- kooldioxide;
- stikstof.

Deze gassen zijn niet toxisch. Hun gevaar komt voort uit het feit dat er bij grote hoeveelheden in de lucht, zuurstof verdrongen wordt. De verstikking komt dan voort uit zuurstofgebrek.



3.2.2.2. Ademgiffen met prikkelende en bijtende werking

Dampen van vloeistoffen die gemakkelijk in vocht oplossen, kunnen een prikkelende of bijtende werking uitoefenen. Het inademen van deze dampen gaat gepaard met hevige hoestbuien en vochttoevoer via de ogen en de neus. Daardoor worden deze dampen snel opgemerkt, maar zelfs dan kunnen ze al schade veroorzaken. Tot de groep van ademgiffen met een prikkelende of bijtende werking behoren onder meer:

- chloor;
- zoutzuur;
- zwavelzuur;
- salpeterzuur;
- ammoniak.

Wanneer zulke dampen doordringen tot in de longblaasjes, dan zullen deze worden aangetast waardoor de stofwisseling niet langer kan plaatsvinden. Vaak kan dit leiden tot onherstelbare letsels of tot de dood, soms zelfs lange tijd na de blootstelling.



3.2.2.3. Ademgiffen die via het bloed op het zenuwstelsel inwerken

De gassen of dampen van sommige stoffen kunnen enerzijds onschadelijk zijn voor de luchtwegen en de longen, maar anderzijds een schadelijke werking hebben op het zenuwstelsel en op bepaalde organen. Zij kunnen actief zijn:

- op het niveau van het bloed waar ze zich vast zetten op de hemoglobine en zuurstof verdringen;
- op het niveau van de cellen waar ze de zuurstoftoevoer verhinderen;
- op het niveau van het centraal zenuwstelsel en meer bepaald door de ademhalingscentra te verlammen waardoor de ademhaling stopt.

Tot de groep ademgiffen, die inwerken op het bloed of het centraal zenuwstelsel, behoren onder meer:

- koolmonoxide (zie ook hierna);
- benzine;

- koolstofdioxide;
- benzeen;
- hydrazine.



3.2.2.4. Koolmonoxide onder de loep

Koolmonoxide of CO, neemt als gas een bijzondere plaats in onder de ademgiffen. Koolmonoxide komt immers bij vrijwel iedere brand voor en kan niet met de zintuigen worden waargenomen. Koolmonoxide is brandbaar en bijna even zwaar als lucht. Het ontstaat uit de onvolledige verbranding van allerlei materialen zoals hout, papier, textiel, oliën, vetten, brandbare gassen ... Bij het blussen van een vuur zal er door de verlaging van de temperatuur bijna altijd onvolledige verbranding voorkomen. De algemene regel luidt dan ook:

Waar vuur is, is koolstofdioxide!

Koolmonoxide kan echter ook ontstaan buiten het scenario van een brand, bijvoorbeeld bij defecte of slecht afgestelde verwarmingstoestellen (steenkoolkachels, boilers ...).

De werking van koolmonoxide

In normale omstandigheden wordt de zuurstof, die van levensbelang is voor de cellen, getransporteerd door ons bloed. Zuurstof is beperkt oplosbaar in vloeistof en daarom gaat de zuurstof een zwakke verbinding aan met de hemoglobine in het bloed. Op die manier ontstaat een nieuwe samenstelling, met name **Oxyhemoglobine**. Koolmonoxide bindt zich echter veel gemakkelijker aan hemoglobine. In het geval er koolmonoxide wordt ingeademd ontstaat een sterke verbinding: Carboxyhemoglobine. Aangezien de verbinding met koolmonoxide en hemoglobine tot 300 keer sterker is dan deze met zuurstof, begrijpen we dat de vergiftigingsverschijnselen zeer snel kunnen optreden.

De verwijdering van deze CO, die vastgehecht is aan de hemoglobine, gebeurt enkel door de natuurlijke vernieuwing van de hemoglobine door ons organisme.



Verschijselen

Het slachtoffer krijgt eerst hoofdpijn en wordt suf. Dan treedt verlamming van de spieren op te beginnen bij de onderste ledematen waardoor het slachtoffer verhinderd wordt om uit de giftige omgeving te ontsnappen of een venster te openen. Langdurige blootstelling zal leiden tot een coma en tot de dood. Door de sterke band tussen hemoglobine en koolmonoxide en het cumulatief effect kan een kleine concentratie al volstaan.



3.2.2.5. Cyanide onder de loep

Een tot op heden miskend gif is ongetwijfeld cyanide. Bij de verbranding van diverse natuurlijke materialen zoals linnen, zijde, koper of van synthetische materialen zoals polyurethaan, die stikstof (N) bevatten, worden giftige concentraties van cyanide geproduceerd. Cyaniden zijn giften die werken op de cellen door de zuurstoftoevoer via het bloed te verhinderen. Deze giften leiden tot zogeheten celverstikking. De symptomen zijn ademnood, gevolgd door stuip trekkingen waarna coma volgt en het slachtoffer tenslotte sterft. Cyanidezuur is een erg agressief en snelwerkend gif. Een concentratie van 100 à 150 ppm (parts per million / zie hierna) heeft de dood tot gevolg binnen het half uur.

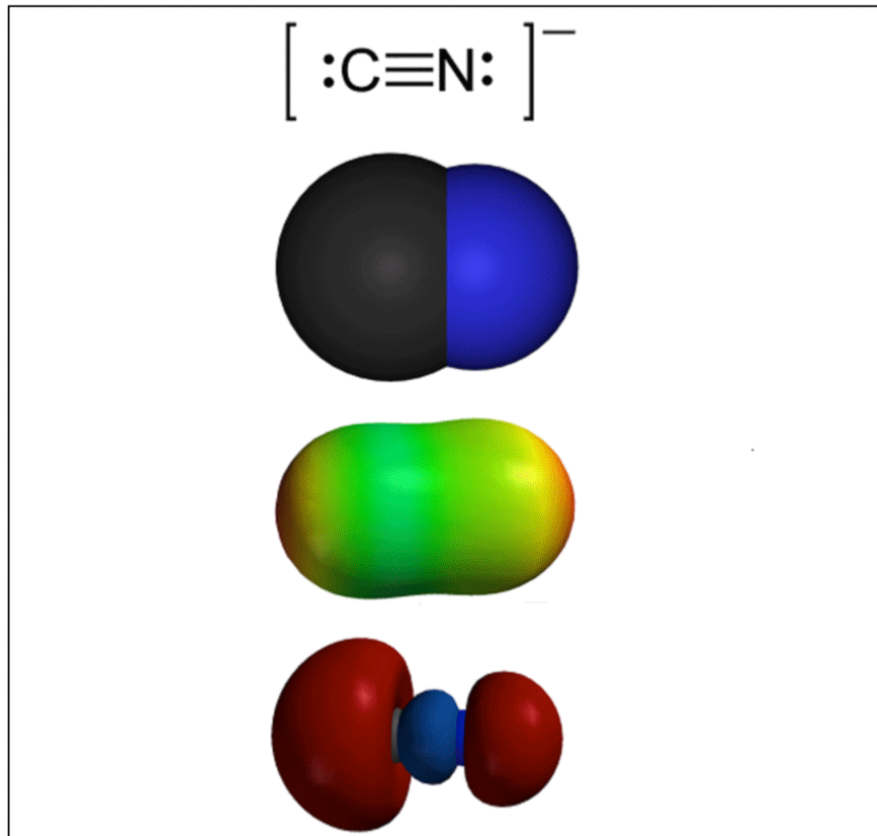
De mate van vergiftiging door ademgiffen hangt af van de giftigheid van de stof en van de duur van inademen (blootstellingstijd).

- de concentratie van een stof (c) in de omgeving wordt uitgedrukt in parts per million (ppm);
- de tijd van het inademen = t;
- de graad van vergiftiging wordt berekend als $t \times c$.

Dit betekent:

- $1 \text{ m}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$ dus $1 \text{ ppm} = 1 \text{ cm}^3 / \text{m}^3$
- $1 \text{ kg} = 1\,000\,000 \text{ mg}$ dus $1 \text{ ppm} = 1 \text{ mg} / \text{kg}$

Het is duidelijk dat het inademen van een lage concentratie gedurende langere tijd even gevaarlijk kan zijn als van een hoge concentratie gedurende een korte periode.



3.3. Adembescherming algemeen

Adembescherming algemeen

Adembeschermende middelen behoren tot de belangrijkste persoonlijke beschermingsmiddelen van de brandweerlieden. De hoofdrol is hier weggelegd voor de ademtoestellen met een open kringloopsysteem waarop we verder in detail zullen ingaan. In dit eerste gedeelte lichten we het onderscheid toe tussen lichte en zware adembescherming en geven we een summier overzicht van de belangrijkste soorten lichte adembescherming.

Adembeschermingsmiddelen worden ingedeeld in lichte en zware middelen:

- Lichte adembescherming**
 Lichte adembescherming maakt gebruik van de bestaande omgevingslucht en is erop gericht eventuele schadelijke stoffen uit de lucht te filteren. Afhankelijk van de aard van de gevaarlijke substanties onderscheiden we stofmaskers, gas/dampfilters of combinatiefilters. We komen daar later op terug. Stofmaskers worden o.a. gebruikt bij het glasmanagement bij de technische hulpverlening.
- Zware adembescherming**
 Zware adembescherming is onafhankelijk van de omgevingslucht. De drager maakt geen gebruik van de omgevingslucht maar onttrekt zijn zuurstof 'elders'. Dat kan via kappen of maskers die via slangen aangesloten zijn op een persluchtnet of via een persluchttoestel dat de gebruiker bij zich draagt.

