



Hulpverlening Duiken

Cursus

Zuurstof toedienen



Inhoud

1. Inleiding	3
2. Wat is zuurstof?	4
3. Nut van zuurstoftoediening	5
4. Verschillende systemen voor zuurstoftoediening	6
5. Overzicht van de zuurstofflessen en maskers	9
6. Wanneer dienen we nu zuurstof toe?	13
7. Flowchart duikongevallen.....	14

Duiken.
Vlaanderen



1. Inleiding

De term Basic Life Support (BLS) of “basishulpverlening” verwijst naar een actie waarbij de hulpverlener de ademhalingswegen van het slachtoffer openhoudt en de ademhaling en bloedcirculatie onderhoudt zonder hulp van gespecialiseerd materiaal.

Het gebruik van een automatische externe defibrillator (AED) behoort echter tegenwoordig tot de BLS-handelingen.

Echter, bij hartstilstand en dan al zeker bij deze die optreden bij het duiken is zuurstof van levensbelang.

Ook bij duikongevallen met een andere oorzaak is zuurstoftekort al snel een groot probleem.

In deze cursus leer je hoe je zuurstof moet toedienen aan een slachtoffer.

Basishulpverlening (BLS) alsook het leren gebruiken van een automatische defibrillator (AED), het toedienen van zuurstof en elementaire wondzorg (EHBO) vormen samen met de praktijkmodules ‘rescue’ of redding onderdelen van de cursus “Hulpverlening voor Duikers” of kortweg HVD.

Dit boekje dient enkel voor opleidingsdoeleinden, en dat enkel en alleen binnen

Duiken.Vlaanderen. Het doel ervan is je goed voor te bereiden op de praktijksessies die door je duikclub worden georganiseerd.

Veel succes!

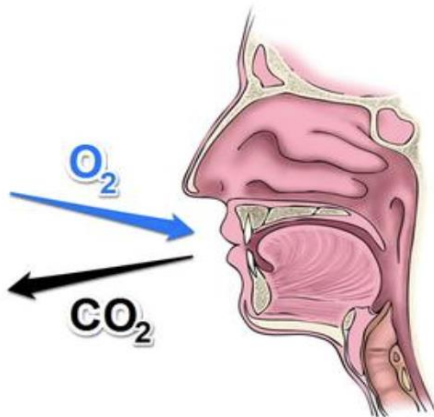
De Commissie Opleidingen & Medische Commissie

2. Wat is zuurstof?

Zuurstof, met als chemische formule O_2 ("O" van oxygen), is een molecule die we als mens nodig hebben om te kunnen leven. Het komt meestal als gasvorm voor, is geurloos, kleurloos en smaakloos. Het is echter wel oplosbaar in de vloeistoffen van ons lichaam. Deze zuurstofmoleculen worden gebruikt om de energierijke moleculen af te breken waarbij water, koolzuur (CO_2) en ATP vrijkomt. Het is dat ATP (adenosine-tri-phosphate) dat onze cellen in staat stelt arbeid te leveren (zoals spiercel contractie, of zoals het onderhouden van de permanente cel- en weefsel- en lichaamsfuncties).

Het O_2 aanwezig in de lucht, komt in ons lichaam via de longen, waar het ter hoogte van de longblaasjes in de longbloedvaten wordt opgenomen. Vervolgens pompt het hart dit zuurstofrijke bloed doorheen het lichaam naar de weefsels die de zuurstof nodig hebben om te kunnen werken. Het zijn diezelfde longen die het koolzuur ook weer afvoeren via de uitgeademde lucht, doch ook de nieren spelen een rol in de afvoer van koolzuur.

Concept van inademen van O_2 , uitademen van CO_2 (figuur 1)



Figuur 1

Zuurstof

Chemisch element O, van oxygen. Meestal komt zuurstof voor als dimeer (dit betekent dat 2 zuurstofatomen zich aan elkaar vastklinken).



3. Nut van zuurstoftoediening

Gewone lucht bevat 21% zuurstof (O₂); 79% stikstof (N₂). In de lucht zitten nog een aantal andere moleculen (zoals CO₂), maar in superlage concentraties (<1%).

Om onze weefsels van voldoende zuurstof te kunnen voorzien zodat zij op een normale manier kunnen 'werken' moeten ademhaling (opladen van zuurstof in het bloed) en hartfunctie (rondpompen van het zuurstofrijke bloed) goed werken.

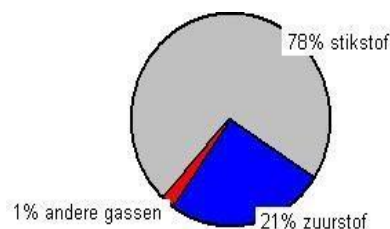
Wanneer nu om de één of andere reden ons lichaam in de problemen komt om die zuurstofverdeling optimaal te laten verlopen (ademhalingsstilstand, hartstilstand), kunnen we als hulpverlener een belangrijke rol spelen om overlijden te voorkomen.

Naast BLS en AED (zie andere cursussen) is het toedienen van zuivere zuurstof een bijzonder zinvol hulpmiddel om de orgaanwerking te verzekeren. We zullen ernaar streven om bij noodgevallen een zo rijk mogelijk zuurstofmengsel aan het slachtoffer toe te dienen. Waar de fractie zuurstof (FiO₂ fraction of inspired oxygen) in gewone lucht 0,21 (of in percentage is dat 21%) is, is de FiO₂ bij zuivere zuurstof 1,00 (of 100%).

Zuurstoftoediening is niet alleen nuttig bij eender welke vorm van long- of hartfalen, maar zeker ook bij duik- en verstikkingsongevallen.

Nut van zuurstof

Onze omgevingslucht bestaat uit 21% zuurstof maar ook uit een aantal andere gassen die wij dagelijks inademen. Zo bevat het ook voor 78% stikstof en 1% overige gassen waaronder argon en koolstofdioxide.



4. Verschillende systemen voor zuurstoftoediening

We maken bij de keuze van het systeem om O₂ toe verschillende overwegingen te maken:

- De handelbaarheid van het systeem: hoe groter hoe moeilijker om mee te nemen.
- De prijs van het systeem: hoe duurder hoe minder het aantal systemen die we beschikbaar kunnen stellen.
- Het gebruiksgemak van het systeem: hoe eenvoudiger hoe minder fouten er worden gemaakt.
- De maximaal bereikbare concentratie die het slachtoffer zal bereiken: hoe meer de 100% concentratie wordt benaderd hoe beter.
- Het onderhoudsgemak van het systeem.
- De beschikbare hoeveelheid zuurstof: een grotere hoeveelheid beschikbaar O₂ is comfortabeler (liefst tot hulpdiensten aankomen).

We kunnen de O₂-systemen opdelen in deze met:

constant debiet : hierbij laten we de zuurstof continu uit de fles ontsnappen aan eenzelfde debiet.

on-demand debiet : hierbij levert de fles enkel zuurstof op het moment dat het slachtoffer inademt. Bij uitademing valt de toediening stil. Deze on-demand systemen worden dan nog onderverdeeld in (i) een systeem met ontspanner waarbij de uitgedemde lucht gewoon ontsnapt naar de omgeving, en (ii) een rebreather systeem wat de uitgedemde lucht recupereert.

In de duikerij wordt voor hulpverlening (HVD) steeds meer gebruik gemaakt van on-demand debiet zuurstof flessen, hoewel de constant debiet flessen ook prima zijn.

Beide systemen zijn handelbaar, makkelijk in gebruik, geven een hoge FiO₂ af, zijn onderhoudsvriendelijk en hebben voldoende hoeveelheid O₂ aan boord tot de hulpdiensten er zijn. De on-demand systemen zijn iets duurder, maar zijn natuurlijk wel 'zuiniger' in O₂-verbruik.

Systemen voor O₂ toediening

Heel wat systemen zijn ter beschikking om zuurstof te kunnen toedienen.

Van zeer eenvoudige systemen zoals een zuurstoffles met een masker (zie verder in de cursus) tot volledig geautomatiseerde systemen.

De keuze van een systeem moet echter realistisch blijven voor de gebruikers.

Stel een systeem samen waarbij je een compromis vindt tussen:

- Handelbaarheid
- Prijs
- Gebruiksgemak
- FiO₂ zo hoog mogelijk
- Onderhoud
- Beschikbare hoeveelheid zuurstof

Kies niet voor ingewikkelde, hoogtechnologische systemen.

Iedereen van je club moet er mee kunnen werken

4.1. Hoe lang komen we nu toe met die fles O2?

Voorbeeld 1:

Je gebruikt een O2-fles met masker. De inhoud van de fles is 5 liter en ze is gevuld tot 200 bar. We dienen 10 liter/minuut O2 toe. Als we dit berekenen kunnen we ons slachtoffer 100 minuten of 1,6 uur zuurstof toedienen. We berekenen dit als volgt:

5 liter x 200 bar = 1000 liter
1000 liter / 10 liter/minuut = 100 minuten
100 minuten / 60 = 1,6 uur

Voorbeeld 2:

Je gebruikt een on-demand systeem met een O2-fles van 5 liter en gevuld tot 200 bar. Ons slachtoffer ademt 15 keer per minuut. Per inademing, ademt deze een halve liter zuurstof in (dit heten we het getij-volume of "tidal volume"). Kan je nu berekenen hoe lang deze fles zal meegaan? We berekenen dit als volgt:

15 x 500 milliliter = 7500 milliliter (= 7,5 liter)
5 liter x 200 bar = 1000 liter
1000 liter / 7,5 liter/minuut = 133,3 minuten
133,3 minuten / 60 = 2,2 uur.

Dit voorbeeld wil enkel duidelijk maken dat je met een zelfde O2-fles volume, met een on-demand systeem langer toekomt in vergelijking tot een constant debiet systeem, maar een constant debiet fles is normaal gezien ruim voldoende om de tijd tot professionele hulp toekomt te overbruggen.

Hoe lang komen we nu toe met die fles zuurstof?

Het is steeds handig te weten hoe lang je toekomt met een fles O2. Hieronder enkele voorbeelden hoe je dit kunt berekenen. De berekening is sterk afhankelijk van welk systeem wordt gebruikt. Als gekozen wordt voor een constant debiet (bv. O2-fles met masker) kun je de duur van de O2-toediening exact berekenen:

Volume fles x Flesdruk

Aantal liters/minuut je toedient

Als gekozen wordt voor een on-demand systeem (bv. O2-fles met ontspanner) dan is de berekening in de praktijk iets moeilijker. Je kunt nooit weten hoeveel O2 het slachtoffer precies inademt, tenzij dit elektronisch gemeten wordt. De volgende berekening geeft je een idee hoe je dit eventueel wel zelf kunt berekenen.

Tidal volume = het volume van 1 inademing, Minuutvolume = het aantal liter O2 we per minuut inademen

Stap 1: Frequentie x Tidal volume = Minuutvolume

Stap 2: Volume fles x Flesdruk = BarL

Stap 3: BarL / Minuutvolume = aantal minuten zuurstof

Als je wilt weten hoeveel uur dit is: deel de uitkomst nogmaals door 60

4.2. Aandachtspunten en mythes over zuurstof

Het omgaan met zuurstof is niet zonder gevaar.

We moeten er dan ook op letten dat er geen vuurhaarden aanwezig zijn zoals sigaretten of andere. Bij contact met vetten kan door de hoge concentratie O₂ zelfs een spontane ontbranding ontstaan.

Verder dient men te letten op volgende veiligheidsmaatregelen.

- Zet de O₂-fles nooit in de zon
- Zet de O₂-fles nooit bij een brandende verwarming
- Rook niet wanneer je met de O₂-fles werkt
- Zorg dat de O₂-fles niet kan vallen (leg deze daarom altijd neer, net als je duikfles)
- De O₂-fles wordt elke 5 jaar gekeurd



Twijfel nooit om zuurstof te geven of toe te dienen bij een duikongeval.

5. Overzicht van de zuurstofflessen en maskers

5.1. Spontaan ademend slachtoffer.

Een slachtoffer dat spontaan ademt hoeft evident niet beademd te worden, doch kan wel in zuurstof nood zijn.

Als we zuurstof willen geven hebben we nodig:

- Een zuurstoffles met ontspanner en manometer
- Een systeem met een leiding voor overbrengen van O₂ naar het slachtoffer.

De zuurstoffles is afhankelijk van de leverancier 3-5 liter groot en bevat 100% zuivere zuurstof op 150-200 bar. De ontspanner vermindert de druk naar de omgevingsdruk zodat het slachtoffer deze comfortabel kan inademen.

Zoals we eerder uitlegden gebruiken we in de duikerij enkel constant debiet zuurstofflessen voor hulpverlening.

Weet echter dat er ook systemen bestaan met een on-demand systeem of rebreather-systemen, die langer meegaan, maar ook veel duurder zijn.

Het systeem om de zuurstof van de fles naar het spontaan ademende slachtoffer te brengen kan ook verschillend zijn.

- Een neusbrilletje
- Een open masker
- Een gesloten masker
- Een gesloten masker met zak (non-rebreathing)

Met een **neusbrilletje** (zie figuur 2) is het debiet te beperkt om de nodige debieten in acute situaties te kunnen geven. De FiO₂ is altijd minder dan 100% door de grote bijmenging van ademlucht. Wij gebruiken dit dus niet.

Met een **openmasker** (zie figuur 2) kun je hogere debieten krijgen, maar mengt het slachtoffer ademlucht met zuurstof waardoor de FiO₂ nooit 100% is. Het is wel beter dan een neusbril, het is ook comfortabel voor het slachtoffer. Het is wel een optie in de duikerij.

O₂-fles met masker

Er bestaan verschillende mogelijkheden om zuurstof aan een slachtoffer te geven.

Dit masker wordt ook wel non-rebreathing-mask genoemd.
Het is zeer efficiënt in acute situaties waarbij hoge concentraties zuurstof nodig zijn. Er kan tot 15 liter O₂/min mee worden gegeven.

Wanneer het masker met reservoir gebruikt wordt, geef dan minimaal 10 liter/minuut! Indien minder wordt gegeven, zou het reservoir zich onvoldoende kunnen vullen.
Indien het reservoir zich toch onvoldoende zou vullen dient men het debiet te verhogen.



Neusbril



Open masker



Gesloten masker



Masker met zak

Figuur 2

Hulpverlening Duiken

Het **gesloten masker** (zie figuur 2) geeft nog hogere debieten, maar kan erg benauwend zijn voor het slachtoffer omdat bij maximaal debiet van de zuurstof fles onvoldoende volume wordt aangereikt om een comfortabele ademteug te kunnen nemen. Wij gebruiken dit niet.

Het vierde systeem is een **gesloten masker met zak**. **Wij raden dit systeem aan voor de HVD opleiding bij een spontaan ademend slachtoffer.**

Werking van de zuurstoffles met masker en met zak: Je sluit eerst het slangetje van het masker aan op de ontspanner.

Daarna stel je het debiet in op het maximum (meestal is dit 10 à 15 liter/minuut). Vervolgens sluit je met de vingers het klepje onderaan het masker af tot de zak is opgeblazen. Tot slot plaats je het masker met volle zak over neus en mond van het slachtoffer.

Het grote voordeel van het gebruik van masker met reservoir is dat het slachtoffer uit het reservoir bij elke adem-beweging (+/- 500-750 cc per inadembeweging van ongeveer 1 seconde) voldoende zuurstof binnenkrijgt wat zonder reservoir niet wordt gehaald (10-15 L/min is ongeveer 160-250 cc zuurstof per seconde = te weinig om 1 ademteug 'te vullen').

Bij inademing ademt het slachtoffer bovendien de 100% zuurstof uit de zak in. Op voorwaarde dat het masker goed aansluit krijgt hij een FiO₂ van (bijna) 100% in de longen. Bij uitademing verdwijnt zijn ademlucht door de kleppen aan de zijkant van het masker (daarom noemen we het non-rebreathing mask).

Je kunt het debiet eventueel wat verminderen, maar let erop dat de zak voor de volgende inademing steeds voldoende gevuld geraakt is.

Op die manier gaat de zuurstofvoorraad langer mee.

Het systeem van fles met masker met zak is handelbaar, goedkoop, gemakkelijk in gebruik, geeft een hoog FiO₂ af, is onderhoudsvriendelijk en heeft een voldoende hoeveelheid beschikbaar O₂ aan boord tot de hulpdiensten er zijn.

Relatief nadeel is de grootte van de zuurstoffles – makkelijk 3-5 liter.

Figuur 3

In de DAN koffer (Divers Alert Network) zit een volledige set om zuurstof correct te kunnen toedienen



5.2. Slachtoffer adement niet.

Bij slachtoffers die niet ademen, zal beademing (en hartmassage) nodig zijn – zie cursus BLS/AED. We herinneren eraan dat Duiken.Vlaanderen het gebruik van een beademmasker (pocket mask) aanraadt (zie figuur onder). Dat wordt ook tijdens de HVD opleidingen geoefend.

Op dergelijke pocket mask zit een klepje waarlangs je ook constant debiet zuurstof (zonder zak) kunt aansluiten tijdens de beademing via dit masker.

Figuur 4: pocket mask met filter en met onderaan extra klepje waarop een zuurstofleiding kan worden aangesloten



Een efficiënter, maar moeilijker systeem om een slachtoffer te beademen is het gebruik van een beadeballon ('ambu'), al dan niet met een extra zak (zoals hogerop) en altijd met de mogelijkheid om een zuurstoffles op aan te schakelen. Deze techniek vergt oefening en moet regelmatig opgefrist worden. Gebruik dit niet als je deze techniek niet goed beheerst



Figuur 5: beadeballon op pocket mask

Fles met beadeballon

Er bestaan verschillende mogelijkheden om zuurstof aan een slachtoffer te geven. Gebruik de ambu enkel bij bewusteloze en niet ademende slachtoffers.

Indien je over dit hulpmiddel beschikt, oefen dan regelmatig!

Je kunt er zeer goed een slachtoffer mee beademen.

Indien men niet vertrouwd is met de beadeballon of ambu, werk er dan niet mee!

Mond op mond beademing (liefst via pocket mask) is dan zelfs doeltreffender.

Als je de ambu aansluit op een O₂- fles kun je tijdens een beademing een hoger percentage zuurstof toedienen.

Dit is steeds beter dan enkel je eigen uitgeademde lucht.

5.3. Hoe start ik O2 op?

- Laat het slachtoffer bij voorkeur in stabiele zijlig liggen, zitten kan ook als de toestand dit toelaat
- Maak eventueel knellende kleding (wat) los.
- Reinig de neus. Indien mogelijk de neus laten snuiten.
- Controleer de cilinder op de vermelding van zuurstof.
- Sluit de verbindingsslang en het masker aan.
- Draai de cilinderkraan open (naar links)
- Draai de debietregelaar helemaal open (à minstens 10L/min)
- Controleer de zuurstoftoediening door te voelen of er werkelijk zuurstof wordt uitgeblazen, laat de non-rebreathing zak indien aanwezig eerst vollopen (houdt het klepje in het masker even toe).
- Plaats het zuurstofmasker over de neus en mond van het slachtoffer en pas de vorm aan door op het neusbrugje te duwen



5.4. Hoe stop ik de O2 toediening?

- Draai de cilinderkraan dicht.
- Verwijder het toedieningsysteem.
- Controleer de inhoud en laat de O2-fles bijvullen

6. Wanneer dienen we nu zuurstof toe?

Bij elk duikongeval mag je niet twijfelen om SNEL zuurstof toe te dienen.

In je duikopleiding leer je over 3 belangrijke duikongevallen:

- decompressieongeval
- longoverdruk
- immersieoedeem

Het zijn 3 voorbeelden waar snel toedienen van zuurstof aan de orde is.

Dit betekent niet dat er geen andere situaties zijn waar zuurstof aan de orde kan zijn, zoals verstikking of na aspiratie van een vreemd voorwerp in de luchtpijp of zelfs bij onderkoeling. Hierover leer je meer in de basiscursus BLS.

Wanneer dienen we O2 toe?

Twijfel nooit om O2 bij een duiker toe te dienen!

Bij elk decompressieongeval, longoverdruk en immersieoedeem is de situatie steeds ernstig en dient men bovendien professionele hulp te raadplegen (zie ook hyperbaar centrum).

7. Flowchart duikongevallen

