Oxygen First Aid

Medische overwegingen

Technische overwegingen

Algemene aspecten

SCUBA
Courses & Publications

SCUBA
Courses & Publications

Eerste-hulp met zuurstof voor duikers
Scuba Publications – Daniela Goldstein
Jan Oldenhuizing

Alle rechten voorbehouden

Deze uitgave, en alle delen daarvan, is beschermd door de wetgeving op het auteursrecht. Ieder gebruik buiten de grenzen van het auteursrecht is, zonder schriftelijke toestemming van de auteur, niet toegestaan en strafbaar. Daaronder valt in het bijzonder het kopiëren, vertalen of het opslaan en distribueren in elektronische systemen.

De weergave van gebruiksnamen, handelsnamen, logo's of merken, et cetera in dit werk geeft, ook zonder bijzondere markering, niet het recht tot de aanname dat deze in de zin van de wettelijke regelingen voor handelsmerken vrijgegeven zijn en daarom door een ieder gebruikt zouden mogen worden.

Inhoudsopgave

Medische overwegingen 3
Technische overwegingen 21
Algemene aspecten & introductie tot de praktijklessen..... 33

Introductie

Het sportduiken heeft uitstekende veiligheidsstatistieken. Het niveau van kennis van sportduikers en de beschikbare uitrusting maken het mogelijk ziekte en verwondingen voorkomen. Training en uitrusting kunnen echter niet alle risico's elimineren. Duiker zijn betekent dat je een redelijk niveau van risico, dat met de activiteit verbonden is, accepteert.

Wanneer het "fout" gaat, dan is het waarschijnlijk dat de zieke of gewonde duiker hypoxie heeft. Decompressieziekte, overdrukverwondingen aan de longen, bijna verdrinken, koolstofmonoxidevergiftig en andere potentiële consequenties van het onder water zijn en blootgesteld zijn aan drukveranderingen, hebben een invloed op het ademhalingssysteem of de bloedsomloop. Hypoxie is het gevolg. Dit kan het volledige lichaam beïnvloeden of lokaal zijn.

Er is slechts één "medicijn" tegen hypoxie en dat is zuurstof. In sommige gevallen is de zuurstof in de lucht voldoende, maar in andere gevallen dient een hogere concentratie gegeven te worden. Dit maakt het noodzakelijk dat degene die eerste-hulp geeft en levensreddende handelingen verricht een situatie kan herkennen waarin zuurstof een duiker kan helpen. Je moet weten wat de zuurstof in het lichaam van de patiënt doet en zuurstofuitrusting kunnen bedienen op een manier die de hoogst mogelijke concentratie zekerstelt.

Dit boek behandelt de medische en de technische achtergronden van het geven van zuurstof.

Medische overwegingen

In vrijwel alle duikcursussen komt het herkennen van medische noodgevallen aan de orde. De informatie is echter vaak beperkt tot van lijsten met tekens en symptomen. Het lezen (en onthouden) van zulke lijstenstaat je niet toe te begrijpen wat zich in het lichaam van de duiker afspeelt.

Sommige noodgevallen bij het duiken kunnen alleen herkend worden aan enkele punten uit een grote variatie aan mogelijke symptomen. Dit zijn noodgevallen waarbij de zuurstofverzorging in een deel van het lichaam niet meer voldoende is (embolie, decompressieziekte en anderen). De lijst van mogelijke symptomen is gewoon te lang om uit het hoofd geleerd te worden. Wanneer je echter begrijpt wat zich in het lichaam afspeelt, dan kun je als redder uitleggen wat er gebeurt. Het daarvoor benodigde begrip is het onderwerp van dit hoofdstuk.

Beschrijf de betekenis van hypoxie en anoxie.

Hypoxie is een tekort aan zuurstof. De cellen in het menselijke lichaam hebben zuurstof nodig om te functioneren en om in leven te blijven. Zenuwcellen zijn erg gevoelig voor een gebrek aan zuurstof. Schade kan al na 4 tot 6 minuten zonder zuurstof optreden. Anoxie is vergelijkbaar met hypoxie, maar betekent „geen zuurstof“ in plaats van te weinig zuurstof.

Het enige “medicijn” dat kan helpen tegen een gebrek aan zuurstof is zuurstof. Het geven van zuurstof neemt echter geen prioriteit boven beademen en reanimatie. Wanneer je geconfronteerd wordt met een niet-ademende duiker dan dien je eerst levensreddende handelingen te verrichten. Het geven van zuurstof neemt dan ongeveer dezelfde prioriteit in als het behandelen tegen shock.

Beschrijf de tekens en symptomen van hypoxie.

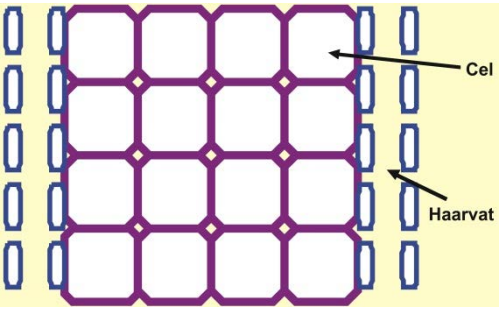
Vrijwel alle aan het duiken gerelateerde medische problemen brengen een bepaald niveau van hypoxie met zich mee. De mate waarin het lichaam hypoxie heeft, hangt af van de aard van het probleem en kan het gehele lichaam betreffen. Het gebrek aan zuurstof kan ook lokaal zijn. Wanneer het gehele lichaam betroffen is, dan krijgt ook de huid te weinig zuurstof. Dit resulteert in tekens die gemakkelijk te herkennen zijn, zoals een blauwe of grijze huidskleur. In zo’n geval kun je gemakkelijk zien dat het slecht gaat met de betroffen persoon en dat het nodig is om eerste-hulp te geven. Zo’n situatie kan resulteren uit bijna verdrinking of een hartstilstand.

Het herkennen van lokale hypoxie is moeilijker. De betroffen persoon kan er op het eerste gezicht volledig gezond uitzien. De huid is niet betroffen en je ziet dus niet meteen dat de persoon een medisch probleem heeft. Wanneer je beter kijkt, dan kun je dingen opmerken zoals mank lopen, lokale pijn,

problemen zich te concentreren en andere. Vele van deze aanwijzingen zijn symptomen in plaats van tekens. Dit betekent dat je voor een deel afhankelijk bent van informatie die de patiënt je geeft. Wanneer je weet waarop je moet letten, dan kun je milde tekens van hypoxie opmerken en reageren door de patiënt vragen te stellen op basis waarvan je je vermoeden kunt bevestigen. Dit is echter alleen mogelijk wanneer je begrijpt wat hypoxie in het lichaam doet en wat je ermee bereikt wanneer je zuurstof geeft. We zullen deze onderwerpen in detail doornemen.

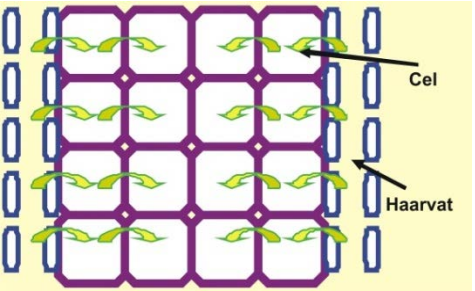
Noem drie belangrijke kenmerken van haarvaten en beschrijf hoe haarvaten zuurstof aan de cellen leveren.

De tekening is een vereenvoudigde illustratie van wat weefsel met twee haarvaten. Normaal is de afstand tussen twee haarvaten verder dan 4 celrijen, maar om te illustreren wat bij hypoxie gebeurt zijn vier rijen voldoende. Je hebt een enorm aantal haarvaten. Hoe groot schat je de kans een naald door de huid te steken zonder dat er bloed uit het wondje komt? Er zijn meer dan vier cel rijen tussen twee haarvaten, maar de afstand tussen twee is toch heel klein.



Er zijn drie dingen die je over haarvaten dient te weten:

- Je hebt er precies genoeg. Wanneer je naar een omgeving met minder zuurstof gaat (bergen) dan neemt het aantal haarvaten in je lichaam toe. Wanneer je naar een omgeving met meer zuurstof gaat, dan neemt het aantal haarvaten af. Wanneer je dikker wordt, dan neemt niet alleen de hoeveelheid vet toe, maar krijg



je ook nieuwe haarvaten die ervoor dienen het nieuwe vet met zuurstof te verzorgen.

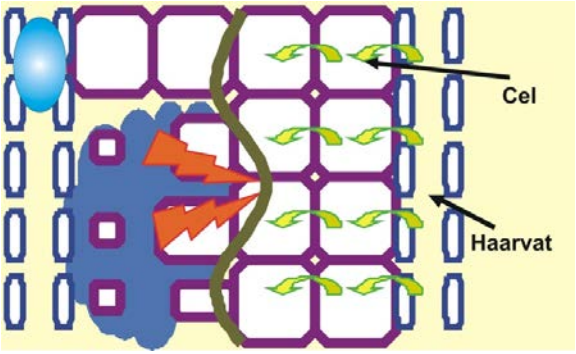
- Haarvaten zijn semipermeabel, wat betekent dat ze zuurstof, stikstof, zout, suiker, water, et cetera doorlaten. De haarvaten zijn ervoor bedoeld om een uitwisseling van verschillende stoffen tussen het bloed en de weefsels mogelijk te maken.
- De wand van haarvaten bestaat uit levende cellen. Ook het haarvat zelf heeft zuurstof nodig om in leven te blijven.

Op land adem je 21% zuurstof in. Je leeft in een omgeving met lucht en je lichaam (en de hoeveelheid haarvaten) is daaraan aangepast. In de tekening verzorgt ieder van de haarvaten de naastliggende twee rijen cellen met zuurstof.

Wanneer de capaciteit van een haarvat voldoende zou zijn om drie celrijen met zuurstof te verzorgen, dan zou het volgende haarvat verder weg zijn. Er is geen membraan tussen de celrijen, maar wanneer een haarvat niet meer zou functioneren, dan hebben de dichtbij gelegen haarvaten niet voldoende capaciteit om de taak van het betroffen haarvat over te nemen en kan een lokale hypoxie ontstaan.

Beschrijf het risico van een blokkade in de circulatie.

De meeste massa van het lichaam is water (vloeistof). Het grootste deel van deze vloeistof bevindt zich in de cellen. Cellen behouden hun stabiliteit door zeker te stellen dat ze volledig gevuld zijn en onder spanning staan. Deze spanning wordt gecreëerd door het zoutgehalte in de cel hoger te houden dan het zoutgehalte in de omringende “vrije” vloeistof. De vloeistof probeert een evenwicht (equilibrium) in het zoutgehalte te creëren, wat betekent dat doorlopend meer vloeistof in de cel binnen probeert te dringen. Door de beperkingen in de flexibiliteit kan dit evenwicht nooit bereikt worden. De poging om



vloeistof toe te voegen geeft de cel voldoende spanning (osmotische druk) om stabiel te blijven.

Cellen die op een onnatuurlijke manier sterven (zoals door hypoxie) geven vloeistof af. De vrijgekomen vloeistof heeft een hoger zoutgehalte dan de vrije vloeistof in het lichaam. Er is nu echter geen celwand meer die als beperkende factor optreed om de hoeveelheid toestromende vloeistof (om een evenwicht in het zoutgehalte te bewerken) te beperken. De toestromende vloeistof veroorzaakt een zwelling of oedeem. Deze zwelling kan symptomen veroorzaken door zenuwen te irriteren: pijn, vermoeidheid, et cetera. Wanneer het haarvat een zenuw met zuurstof verzorgde, dan kan deze zenuw sterven. Dat is neurologische schade, wat symptomen zoals verlamming of het verlies van het vermogen om te lopen, spreken, zien en andere met zich mee kan brengen.

De zwelling kan druk uitoefenen op een volgend haarvat. Hierdoor kan een volgend haarvat geblokkeerd worden (haarvaten hebben een diameter die net groot genoeg is om rode bloedlichaampjes één voor één door te laten. Wanneer het haarvat plat gedrukt wordt dan zullen rode bloedlichaampjes het haarvat blokkeren). Hierdoor ontstaat een sneeuwbaleffect. De zwelling wordt groter.

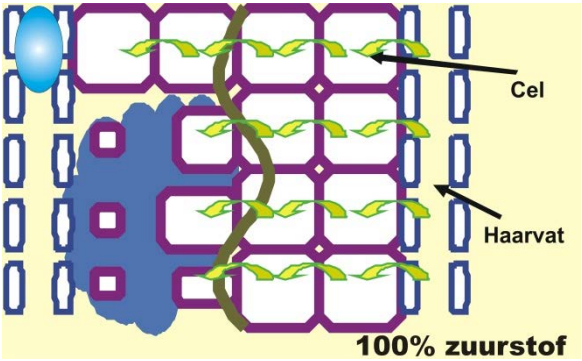
Er zijn vier medische problemen die dezelfde symptomen veroorzaken. De oorzaak verschilt, maar het verdere verloop van de zwelling is gelijk.

- Stikstofbelletjes bij type II decompressieziekte.
- Luchtbelletjes bij een arteriële gasembolie.
- Gestold bloed in een trombose.
- Een geknapt bloedvat bij een beroerte (of een trombose in een slagader die de hersenen met bloed verzorgt).

Noem twee voordelen van het geven van zuurstof.

De afstand tussen twee haarvaten is gebaseerd op een leefomgeving met 21% zuurstof. Wanneer we de patiënt echter 100% zuurstof geven, dan zal ieder haarvat meer zuurstof transporteren (niet 5 keer zoveel vanwege beperkingen van de rode bloedlichaampjes) en daardoor meer weefsel met zuurstof kunnen verzorgen. Een naastgelegen haarvat kan nu de taak van een geblokkeerd haarvat overnemen. Dit brengt zuurstof naar de

geïsoleerde cellen. Wanneer deze nog niet dood zijn, dan kan deze zuurstof ze helpen te overleven.

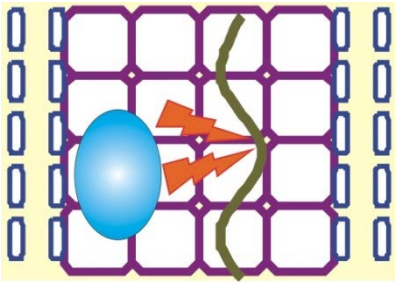


Een zwelling is het gevolg van gestorven cellen. Zuurstof kan deze gestorven cellen niet tot leven wekken. Cellen die nog niet gestorven waren kunnen echter dankzij de extra zuurstof in leven blijven. De zwelling zal zich niet verder ontwikkelen. Het sneeuwbaleffect is gestopt.

Dit verklaart de eerste twee voordelen van zuurstof. Hypoxie wordt verholpen en een zwelling wordt gestopt op het niveau waarop het zich op dat moment ontwikkeld had.

Leg uit decompressieziekte Type I is en beschrijf de gerelateerde symptomen.

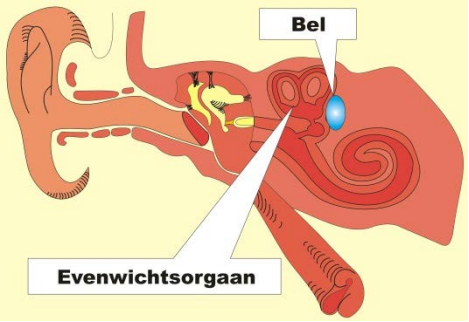
Bij decompressieziekte kunnen de bellen zich ook in het weefsel zelf vormen in plaats van in de bloedsomloop en daar schade veroorzaken. In dit geval wordt de bloedstroom niet geblokkeerd en is de toevoer van zuurstof dus niet in gevaar. De cellen zullen niet sterven door gebrek aan zuurstof. Dit wordt type I decompressieziekte genoemd.



De symptomen worden veroorzaakt doordat zenuwen geïrriteerd worden door de druk van de bel. Wanneer de bel weg is kunnen ook de symptomen verdwijnen. Er is geen neurologische schade en de kansen op volledige genezing zijn goed.

De symptomen kunnen bestaan uit pijn in de ledematen, irritatie, jeuk en andere. Er is in de meeste gevallen geen neurologische schade en er zijn dus ook geen neurologische symptomen, zoals problemen met het zien, praten en lopen of verlamming, et cetera. De patiënt verliest over het algemeen niet het bewustzijn en is aanspreekbaar. Er zijn echter uitzonderingen.

Wanneer de bel zich in de vloeistof in het binnenoor vormt, dan kan het evenwichtsorgaan geïrriteerd worden,



Leg uit wat gebeurt wanneer zich een bel vormt in het binnenoor of het ruggenmerg.

wat extreme duizeligheid met zich meebrengt. Het kan zijn dat de patiënt bij iedere hoofdbeweging moet overgeven. In dit geval is er geen neurologische schade, maar de symptomen kunnen verward worden met die van een neurologische aandoening.

Een bel in het binnenoor is een veel voorkomende vorm van decompressieziekte. Omdat het evenwichtsorgaan geïrriteerd wordt zal de duiker zeer duizelig zijn en moet deze vaak overgeven. Deze vorm van decompressieziekte kan volledig genezen worden, maar de behandeling kan lang duren. Vaak tenminste een week met meerdere behandelingen in de recompressiekamer per dag. De reden daarvoor is het gebrek aan levende cellen in de vloeistof in het binnenoor. Dit zal duidelijk worden wanneer we de volgende twee voordelen van zuurstof op de volgende pagina's behandelen.

Een andere uitzondering is de wervelkolom. Wanneer zich een bel vormt in het weefsel van de wervelkolom, maar niet in de bloedbaan, dan kan deze de circulatie wel blokkeren. Het weefsel in de wervelkolom is

omringd door bot. Er is geen plaats voor een bel. Wanneer zich een bel vormt, dan zal deze proberen weefsel en haarvaten aan de kant te drukken. Vanwege het bot kunnen deze echter niet ontwijken. De druk van de bel zal de haarvaten dan plat drukken, wat de bloedsomloop belemmert. In dit geval riskeren we wel neurologische schade. In eerste instantie zijn de symptomen vergelijkbaar met een hernia, maar in een later stadium kan dit overgaan in verlamming onder de betroffen plaats. De duiker kan mank lopen of volledig de controle over de benen verliezen. De duiker kan ook problemen hebben met het urineren of kan een tintelend gevoel in de benen hebben.

Voor dit soort decompressieziekte kan een spoedbehandeling in een recompressiekamer noodzakelijk zijn. Bij de recompressie wordt de bel onmiddellijk kleiner, wat de weg weer vrij kan maken voor circulatie. De nieuwe aanvoer van zuurstof zou dan neurologische schade kunnen voorkomen of beperken.

Bij decompressieziekte heb je stikstofbellen en bij een embolie luchtbellen. In beide gevallen bestaat de bel voor het grootste deel uit stikstof.

Beschrijf twee verdere voordelen van het geven van zuurstof met behulp van de wet van Henry.

Stikstof is een inert gas en wanneer we lucht ademen, dan zal de bel omringd worden door ongeveer 80% stikstof. Stikstof wordt in het lichaam niet gebruikt en de bel zal dus niet kleiner worden.

Wanneer we 100% zuurstof ademen, dan zal de bel na verloop van tijd door zuurstof omringd zijn. De bel zal dan zuurstof opnemen en stikstof afgeven in een poging om een evenwicht met de nieuwe omgeving te bewerken. Na verloop van tijd wordt de stikstofbel een zuurstofbel.

Zuurstof is een gas dat in het lichaam verbruikt wordt. De levende cellen in

de omgeving van de bel verbruiken doorlopend zuurstof. Er is dus altijd een gebrek aan zuurstof in de weefsels in de omgeving van de bel. De bel zal in deze ontbrekende zuurstof voorzien en zal door het afgeven van zuurstof aan het omringende weefsel kleiner worden. Uiteindelijk is de bel volledig verdwenen. Hoe lang het duurt voordat de bel volledig weg is, hangt af van de snelheid waarmee de omringende cellen zuurstof verbruiken. Wanneer er geen neurologische schade is, dan kunnen de symptomen samen met de bel verdwijnen.

Een verschil in zoutgehalte, druk, spanning of iets anders zal zich periodiek halveren. Hoe lang zo'n periode duurt hangt af van de eigenschappen van het weefsel. De variatie binnen een enkele periode hangt af van het verschil in het zoutgehalte, spanning, druk, et cetera. Het is nauwelijks mogelijk om de eigenschappen van een weefsel te veranderen, maar we kunnen het verschil in druk veranderen.

We willen zoveel mogelijk stikstof uit het lichaam van de duiker elimineren om te voorkomen dat bestaande bellen groter worden en dat nieuwe bellen ontstaan. Met minder stikstof in de weefsels is de kans dat bellen groter worden of dat nieuwe bellen ontstaan beperkt of volledig geëlimineerd.

Laten we aannemen dat een bepaald weefsel aan het einde van een duik een partiële stikstofdruk van 1,6 bar heeft en dat de eigenschappen van het weefsel het halveren van een bestaand drukverschil in 5 minuten (periode) toestaan. Wanneer de duiker lucht ademt, dan is de partiële stikstofdruk in de longen en het bloed in de slagaders ongeveer 0,8 bar. Het verschil in de

partiële stikstofdruk tussen het weefsel en het bloed is nu 1,6 bar t.o.v. 0,8 bar = 0,8 bar. Het verschil in druk zal zich in 5 minuten reduceren tot de helft van het voorgaande verschil. Na 5 minuten zal de partiële stikstofdruk in het weefsel 0,4 bar minder zijn. Dat is dus 1,2 bar.

Het nieuwe verschil in partiële stikstofdruk tussen het weefsel en het arteriële bloed is 1,2 bar t.o.v. 0,8 bar (we ademen nog steeds lucht) = 0,4 bar. Na 10 minuten zal de partiële stikstofdruk in het weefsel dus 1 bar zijn. Wanneer we deze berekening voortzetten, dan zal de partiële stikstofdruk in het betreffende weefsel na 15 minuten 0,9 bar zijn.

Wanneer dezelfde duiker in dezelfde situatie zuivere zuurstof zou ademen, dan zou het oorspronkelijke verschil in partiële stikstofdruk 1,6 bar t.o.v. 0 bar = 1,6 bar zijn (wanneer we zuivere zuurstof ademen, dan zal het stikstofgehalte in de longen en de arteriële bloedbaan nagenoeg nul zijn). Dit betekent dat de partiële stikstofdruk al in de eerste vijf minuten af zal nemen tot 0,8 bar (dit is al lager dan na 3 perioden lucht ademen). Na 10 minuten zijn we op 0,4 bar en na 15 minuten op 0,2 bar. Hoelang een periode voor een bepaald weefsel is hangt af van de dichtheid van het weefsel en de doorbloeding (de afstand tussen twee haarvaten).

Geef een samenvatting van de voordelige effecten van zuurstof voor de zieke of verwonde duiker.

Wanneer je zuurstof geeft aan een zieke of gewonde duiker, dan kan het zorgen dat de duiker zich beter voelt. Daarnaast zijn er twee voordelen welke direct gerelateerd zijn aan het hogere zuurstofgehalte in het ademgas. Je verhelpt hypoxie en de zwelling wordt gestopt.

Wat het duiken een beetje speciaal maakt in vergelijking tot andere medische problemen, is het hogere stikstofgehalte in het lichaam van de duiker na een duik. Deze toestand is zeldzaam en komt alleen voor bij mensen die aan hogere druk blootgesteld zijn geweest (of in ieder geval een hogere partiële stikstofdruk). Als gevolg hiervan heeft een duiker niet alleen baat bij de extra zuurstof in het ademgas, maar ook van de afwezigheid van stikstof. De afwezigheid van stikstof brengt twee voordelen. Stikstofbellen worden zuurstofbellen en worden dan geconsumeerd (verdwijnen). De stikstof in de weefsels wordt sneller geëlimineerd.

Voor een duiker is het dus belangrijk dat het ademgas zo min mogelijk stikstof bevat, maar dit is niet zo belangrijk voor mensen met "normale" medische problemen. We moeten dus kiezen voor de zuurstofuitrusting die het hoogst mogelijke zuurstofpercentage in de longen van de patiënt kan brengen. Het ontwerp van "normale" uitrusting voor het geven van zuurstof houdt niet altijd rekening met de behoeften van duikers. Het zal voorzien in de voordelen van een hoger zuurstofgehalte, maar zal niet het maximum doen met betrekking tot de afwezigheid van stikstof in het ademgas.

We zullen ons daarom concentreren op het zuurstofpercentage dat de verschillende uitrustingen in de longen van de duiker kunnen brengen. Uitrusting die goed is in "normale" situaties is soms minder geschikt voor eerste-hulp voor duikers.

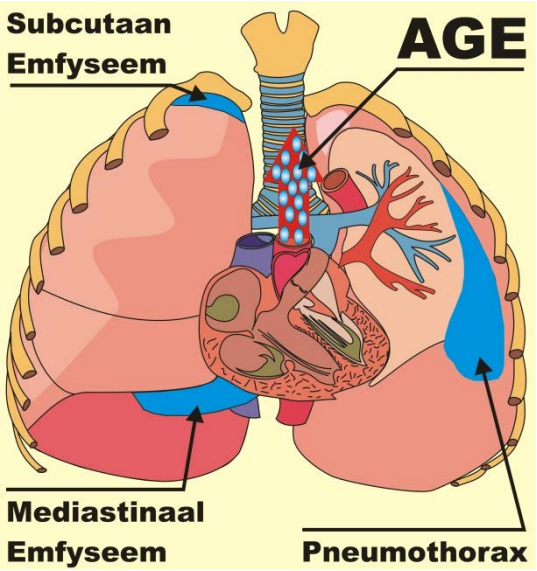
Beschrijf de vier verschillende overdrukverwondingen aan de longen.

Een duiker met een overdrukverwonding aan de longen dient zuurstof te krijgen. Er zijn vier verschillende overdrukverwondingen aan de longen. In drie daarvan verlaat de lucht de lucht houdende ruimte van de long en wordt ingesloten tussen weefsels. De naam van de verwonding verwijst naar de plaats waar de lucht zich verzamelt.

De long is een passief orgaan. Deze kan zich niet zelf bewegen. De long is "ingepakt" in een vacuüm. Beweging van weefsel in de omgeving van de long wordt via dit vacuüm overgebracht, waardoor de long zich beweegt (ademen). Tussen de ademteugen neemt de long weer z'n natuurlijke volume aan (uitgeademd). Wanneer we inademen zet de long uit. De long

zet ook uit wanneer we met ingehouden adem opstijgen. Als de long teveel uitzet, dan kan een overdrukverwonding het gevolg zijn. Als zowel het longweefsel als de vliezen die de long vacuüm omsluiten het begeven, dan resulteert dit in een emfyseem. Wanneer alleen het weefsel of alleen een vlies het begeeft, dan is het gevolg een pneumothorax.

- Subcutaan emfyseem – de lucht verlaat de long en hoopt zich op in de omgeving van het sleutelbeen, aan de basis van de hals.
- Mediastinaal emfyseem – de lucht verlaat de long en hoopt zich op tussen de longen in de omgeving van het hart.
- Pneumothorax – de lucht hoopt zich op tussen het weefsel van de long en het vlies dat de long omringt. In dit geval duwt de ophoping van lucht de long opzij, wat het beschikbare ademvolume beperkt.



Bij het vierde type komt de lucht niet tussen organen of weefsels te zitten. In dit geval komt de lucht in het bloed terecht. Dit kan gebeuren vanwege de drukverhoudingen in het circulatiesysteem en de omgeving. Slagaders hebben een hoge druk (daarom bevinden ze zich diep in het lichaam met veel weefsel er omheen). In de aders (waarvan vele dicht onder de huid lopen) neemt de druk af tot weinig boven de omgevingsdruk. De oorzaak van een embolie is dat het hart bloed uit de bloedvaten in de long zuigt nadat bloed onder hoge druk in de slagaders gepompt is.

Wanneer de bloeddruk hoger is dan de omgevingsdruk, dan zal bij een verwonding bloed uit het bloedvat stromen. Wanneer de bloeddruk geringer is dan de omgevingsdruk, dan zal lucht in het bloedvat gezogen

worden. Op het moment dat het hart bloed aanzuigt daalt de bloeddruk tussen het hart en de longen tot onder de omgevingsdruk. Wanneer een bloedvat rond een longblaasje verwondt raakt, dan wordt lucht in de bloedbaan gezogen (op alle andere plaatsen zou bloed uit de wond stromen) en dan via het hart in de slagaders gepompt.

Omdat lucht lichter is dan bloed zal het ertoe tenderen bij iedere splitsing van slagaders het bovenste bloedvat te volgen. De bellen kunnen zo op het hoogste punt uitkomen, de hersenen. Dat is de slechts denkbare plaats voor een AGE (arteriële gasembolie) is.

Noem de drie verschillende typen van decompressieziekte.

Decompressieziekte is een andere reden om als eerste-hulp procedure zuurstof te geven. Het is niet altijd gemakkelijk om te bepalen of je te doen hebt met een overdrukverwonding aan de longen of decompressieziekte. Dit is de reden waarom (voor het doel van eerste-hulp) we de twee aandoeningen vaak onder een gemeenschappelijke naam samenvoegen. Die gecombineerde naam is decompressieaandoening.

Er zijn drie soorten decompressieziekte. Voor het doel van eerste-hulp maakt dit weinig verschil, omdat de hulp voor alle decompressieaandoeningen gelijk is en omdat een duiker door meer dan één soort betroffen kan zijn.

Type I resulteert meestal uit een lange blootstelling aan stikstof onder druk. Het wordt ook wel mechanische decompressieziekte genoemd. In dit geval vormen de bellen zich in het lichaamsweefsel en oefenen druk op zenuwen uit. De bellen blokkeren de bloedstroom echter niet, dus de weefsels krijgen zuurstof. Er is geen hypoxie en geen neurologische schade. Symptomen zijn bijvoorbeeld pijn of jeuk.

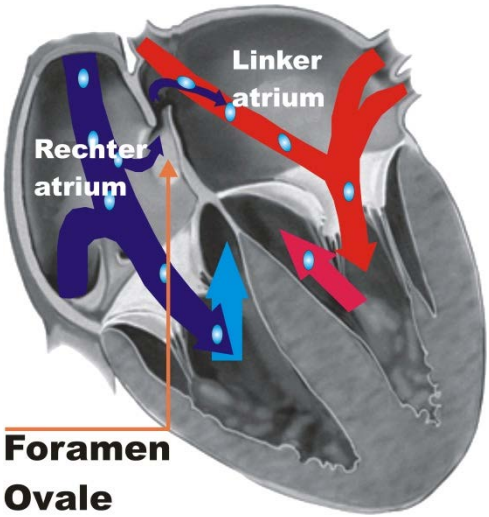
Bij decompressieziekte type II gaat het om bellen in de bloedstroom. Dit is een ernstiger probleem, omdat net als bij AGE, een beroerte en trombose neurologische schade kan ontstaan. Zenuwen die sterven door gebrek aan zuurstof. Neurologische symptomen kunnen bestaan uit gevoelloosheid, problemen bij het zien, horen of spreken, verlamming, et cetera. In tegenstelling tot type I zijn de kansen op een volledig herstel na behandeling

niet zo goed. Een slachtoffer met type II heeft vaak onherstelbare schade opgelopen en zal na behandeling waarschijnlijk met een beperking van de levenskwaliteit om moeten gaan.

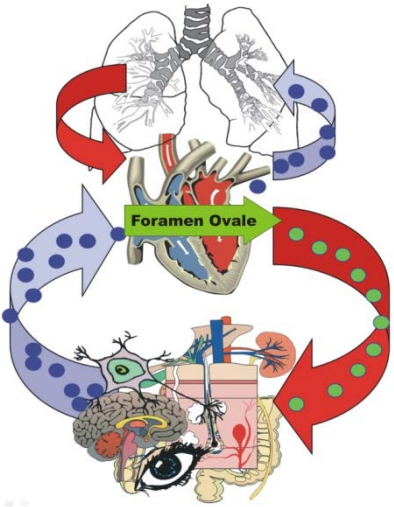
Schade die resulteert uit decompressieziekte, maar die geen onmiddellijke symptomen met zich meebrengt wordt soms type III genoemd. In dit geval zijn er wel bellen in het lichaam, maar deze irriteren geen zenuwen en blokkeren de bloedstroom niet. Er is geen onmiddellijke medische indicatie dat er een probleem is. Op lange termijn kan type III echter wel negatieve gevolgen hebben. Een typisch voorbeeld is necrose. Kraakbeen in de wervelkolom en gewrichten wordt met de tijd slechter.

Theoretisch gezien kan type II helemaal niet gebeuren. De stikstof wordt door de weefsels afgegeven en wordt dus via de aders naar de long getransporteerd waar de stikstof aan de lucht afgegeven wordt. De aders beginnen met een kleine diameter, maar op weg naar het hart wordt de diameter steeds groter. De bellen kunnen dus zonder problemen passeren en blokkeren de circulatie niet. We gaan ervan uit dat de belangrijkste reden waarom bellen in de slagaders terecht kunnen komen (de slagaders nemen op de weg van het hart naar de weefsels in diameter af) het Foramen ovale is. Deze opening tussen de twee helften van het hart kan bellen toestaan met het bloed van de aders naar de slagaders te stromen, zonder de normale weg naar de longen te volgen.

Leg uit hoe het Foramen ovale een rol speelt in de ontwikkeling van Type II decompressieziekte.



Voor je geboorte staat het Foramen ovale open om een gelijkmatige verdeling van zuurstof in het lichaam toe te staan. Het Foramen ovale blijft open door het verschil in bloeddruk (een hogere bloeddruk in de kleine bloedsomloop dan in de grote bloedsomloop). Kort na de geboorte verandert de relatie in bloeddruk. Door het uitzetten van de longen daalt de bloeddruk in de kleine bloedsomloop, terwijl de druk in de grote bloedsomloop stijgt vanwege de zwaartekracht. De nu grotere bloeddruk in de grote bloedsomloop sluit het Foramen ovale. De distributie van bloed en zuurstof wordt zo aangepast aan de nieuwe situatie, waarin van de longen gebruik gemaakt wordt voor de opname van zuurstof. Wanneer de bloeddruk in de kleine bloedsomloop echter opnieuw hoger wordt dan in de grote bloedsomloop, dan kan het Foramen ovale weer openen. Dit kan gebeuren wanneer veel bloedvaten in de longen door bellen geblokkeerd zijn, wanneer je hoest, wanneer je de adem met volle longen inhoud, wanneer je met ingehouden adem een zware last tilt, et cetera. Bij sommige mensen sluit het Foramen ovale nooit volledig.

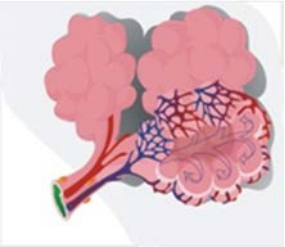


Wanneer het bloed met bellen uit de aders in de slagaders terecht komt, dan zijn de consequenties hetzelfde als bij een arteriële gasembolie (AGE). Een deel van het lichaam krijgt geen zuurstof meer en zenuwen kunnen sterven. Dit is neurologische schade.

Koolstofmonoxide (CO) bindt zich met hemoglobine. De geblokkeerde hemoglobine is niet meer beschikbaar voor het transport van zuurstof. De verminderde transportcapaciteit veroorzaakt hypoxie voor het gehele lichaam. Bij het ademen van zuurstof wordt de transportcapaciteit van het plasma groter. Dit kan het gebrek aan transportcapaciteit van de hemoglobine volledig of gedeeltelijk compenseren en dus de hypoxie beperken of elimineren. Een

Noem andere situaties waarin zuurstof een voordelig effect kan hebben.

koolstofmonoxide vergiftiging kan herkend worden aan een rode verkleuring van de lippen en nagelbedden. Het veroorzaakt ook symptomen van hypoxie, zoals hoofdpijn, duizeligheid, verlies van coördinatie, tunnelblik en (in extreme gevallen) bewusteloosheid.



Na een bijna-verdrinking functioneert de uitwisseling van gassen tussen de longen en het bloed niet meer zoals het hoort. Dit is ook het geval voor een duiker die water heeft ingeademd, maar het zelf weer heeft kunnen uithoesten. Wanneer je zuurstof geeft maak je beter gebruik van de overgebleven capaciteit. Altijd wanneer water in de longen is gekomen is het surfactant betroffen. Medische zorg is dan noodzakelijk.

Voor verwondingen door het onderwaterleven is zuurstof niet noodzakelijk, maar wanneer de symptomen, onder andere, bestaan uit ademproblemen, of problemen met de circulatie, dan zal zuurstof zeker van voordeel zijn. Dit is ook het geval voor “normale” medische problemen die de ademhaling of de bloedsomloop beïnvloeden. In het bijzonder een beroerte of een hartaanval. In alle gevallen waarin de toevoer van zuurstof naar de weefsels betroffen is heeft de patiënt er baat bij wanneer in het kader van de eerste-hulp zuurstof gegeven wordt.

Sommige duikers vragen zich af of het aan te raden is om zuurstof te geven aan een patiënt die tijdens de duik al aan hoge zuurstofconcentraties blootgesteld is geweest. Bijvoorbeeld iemand die een duik gemaakt heeft met Nitrox of een rebreather. Het antwoord is dat ook deze duikers in het kader van de eerste-hulp zuurstof dienen te krijgen. Een patiënt met een aan het duiken gerelateerde aandoening heeft waarschijnlijk hypoxie en het enige wat daartegen helpt is zuurstof.

Leg uit hoe je potentieel problematische situaties kunt herkennen.

Wanneer de hypoxie het gehele lichaam betreft, dan is het niet moeilijk te herkennen dat het niet goed gaat met de patiënt en dat deze zuurstof dient te krijgen. De kleur van de huid is een aanduiding voor het gebrek aan zuurstof en kan blauw of grijs zijn. Het

wordt moeilijker wanneer de hypoxie lokaal is, zoals we dit kennen van decompressieziekte type II en een arteriële gasembolie (AGE). In zulke gevallen kan de patiënt er op het eerste gezicht volledig gezond uitzien.

De tekens en symptomen van decompressieziekte en AGE kunnen in eerste instantie mild zijn. Zich zwak voelen, vermoeidheid of het gevoel hebben dat je griep krijgt, zijn typische voorbeelden. De duiker voelt zich gewoon niet goed, kan een beetje mank lopen, duizelig zijn, een milde pijn voelen of moeite hebben zich te concentreren.

“Goede duikers houden zich aan de nultijden” is iets wat velen in het kader van hun beginnerscursus gehoord hebben. De consequentie daarvan is dat velen het hebben van decompressieziekte vertalen naar “een slechte duiker zijn”. Vanwege deze denkwijze tenderen duikers ertoe de mogelijkheid van decompressieziekte uit te sluiten en te denken dat de oorzaak een andere is en symptomen met de tijd zullen verdwijnen (“Ik heb tijdens het verlaten van het water mijn elleboog gestoten” of “ik denk dat ik zeeziek ben” of “ik heb niet ontbeten”). Doordat de duiker zelf de situatie niet wil inzien ontstaan vertragingen. Statistisch gezien is het voor meer dan 60 procent van alle duikers die in een recompressiekamer behandeld worden een complete verassing. Ze waren van mening dat ze alles, in overeenstemming met hun opleiding, juist gedaan hebben.

Vertraging kan betekenen dat er meer schade ontstaat en dat zwellingen en neurologische problemen zich verder ontwikkelen. Zoveel te eerder zuurstof gegeven wordt, zoveel te beter zijn de kansen op een volledig herstel. Zoveel te gemakkelijker zal de behandeling in het ziekenhuis of de recompressiekamer zijn. Het gebeurt verassend vaak dat een duiker die onmiddellijk zuurstof gekregen heeft bij aankomst in het ziekenhuis helemaal geen verdere behandeling nodig heeft. Dit betekent dat duikers hun buddy’s en anderen na de duik dienen te observeren. Wanneer je onverwacht gedrag of lichaamstaal ziet, stel dan vragen

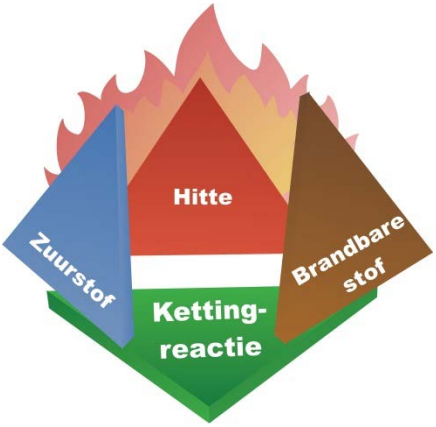
Wanneer je niet zeker weet of een probleem decompressieziekte is of dat je griep krijgt of tegen een ladder gestoten bent, ga er dan vanuit dat je met decompressieziekte te doen hebt.

Het zal intussen duidelijk zijn dat een duiker het meeste voordeel heeft van 100% zuurstof (een ademgas zonder stikstof). Wanneer je van mening bent dat een duiker zuurstof dient te ademen, geef dan de hoogst mogelijke concentratie. Beperk de concentratie niet. Het is beter om de beschikbare zuurstof in hoge concentratie te ademen, dan het percentage te beperken om de voorraad langer mee te laten gaan. In het technische deel van dit boek worden hiervoor technieken behandeld.

Technische overwegingen

Op het eerste gezicht lijken bepaalde automaten voor het geven van zuurstof op de automaten die door duikers gebruikt worden. Daardoor kan de indruk ontstaan dat ze op dezelfde manier gebruikt worden. Dat is niet het geval. Uitrusting voor het geven van zuurstof is zo gemaakt dat een patiënt altijd kan ademen, zelfs wanneer je vergeet de zuurstoffles open te draaien. Door die eigenschap is het gebruik enigszins anders.

Om uitrusting voor het geven van zuurstof op de juiste manier te kunnen gebruiken moet je in staat zijn te herkennen welk model het is. Je moet je bewust zijn van de juiste manier om het te gebruiken. Deze aspecten zijn het onderwerp van dit hoofdstuk.



Beschrijf hoe op een veilige manier zuurstof gegeven kan worden.

Hoge zuurstofpercentages verhogen het risico op vuur en explosie. O_2 zelf brand niet, maar materialen die kunnen branden zullen dit sneller en intenser doen bij een verhoogde partiële zuurstofdruk. Het betekent ook dat bepaalde verontreinigingen in de uitrusting zelf kunnen ontbranden. Een dieselmotor heeft geen bougie nodig om de brandstof in de cilinder te laten ontbranden. Het is voldoende wanneer de cilinder warm is en de met diesel vermengde lucht gecomprimeerd wordt.

Er is geen reden voor irrationele angst. Mensen werken dagelijks met hoge zuurstofconcentraties. Een paar eenvoudige voorzorgen houden het risico binnen acceptabele grenzen.

Zuurstof kan ook gevaarlijk zijn wanneer het onder druk geademd wordt. Bij een partiële druk van 1,6 bar kan zuurstof giftig worden. Om te voorkomen dat een duiker per ongeluk een zuurstoffles neemt om te duiken, hebben zuurstofflessen een andere aansluiting dan de kraan van duikflessen en kan dus geen ademautomaat aangesloten worden.

Om vuur of explosie te voorkomen gebruik je geen vet of siliconenvet op zuurstofuitrusting. Er zijn speciale smeermiddelen voor dit soort uitrusting, maar die worden alleen bij een servicebeurt gebruikt. Tussen de servicebeurten worden helemaal geen smeermiddelen gebruikt.

Een vuur kan beginnen en kan branden wanneer er voldoende zuurstof, hitte en brandbare stoffen zijn. Wanneer één van deze drie ontbreekt, dan zal geen vuur ontstaan of zal het doven. Wanneer we met 100% zuurstof

werken, dan moeten we de andere twee factoren beperken. Hitte en brandbare stoffen.

Hitte kan niet volledig gecontroleerd worden omdat we in een gegeven omgeving moeten werken. Binnen de uitrusting beperken we door reiniging de aanwezigheid van sporen van brandbare stoffen. Tijdens de omgang met het materiaal dien je het risico van besmetting tot een minimum te beperken. Je dient ook met de uitrusting om te gaan op een manier die warmteontwikkeling tot een minimum beperkt.

Je patiënt zal niet alle ingeademde zuurstof verbruiken. Een deel van de zuurstof ontsnapt uit het masker en de patiënt ademt het grootste deel van de ingeademde zuurstof weer uit. Dit resulteert in een ophoping van zuurstof in de omgeving van de patiënt. Vuur in die omgeving zal intenser gaan branden, waardoor andere dingen vlam kunnen vatten. Gebruik dus geen zuurstof naast open vuur.

Zowel voor de veiligheid, als voor het comfort van de patiënt is het beter om zuurstof alleen in een goed geventileerde ruimte te gebruiken. Wanneer je binnen bent is het in de meeste gevallen voldoende om een raam te openen. Draai de kraan langzaam open om een plotselinge opbouw van druk in de automaat te voorkomen. Sommige automaten uit de jaren negentig hebben aluminium delen in de eerste trap. Wanneer je bij zo'n eerste trap de kraan abrupt open draait kan vuur ontstaan.

Stel zeker dat de aansluitingen voor hoge druk niet vervuild worden met vet of ander brandbaar materiaal. Dit kun je doen door de automaat altijd aan de fles aangesloten te laten (als bijkomend voordeel is de zuurstofuitrusting dan in een noodgeval ook onmiddellijke klaar voor gebruik). Bij opslag dien je wel de kraan te sluiten.

In duikuitrusting worden o-ringen gebruikt. Daarnaast is de eerste trap van de automaat met siliconenvet gesmeerd. Het kan verleidelijk zijn om een oude ademautomaat om te bouwen en deze voor het geven van zuurstof te gebruiken, maar dit dien je te laten. Alleen schoonmaken en alle rubberen en siliconen onderdelen verwijderen is niet voldoende. Automaten voor zuurstof hebben een ander ontwerp dan duikautomaten.

Zuurstof wordt niet slecht. De enige beperking voor de opslag is de periodieke herkeuring van de fles (in de meeste gevallen 10 jaar). Wanneer de fles aan de binnenkant zou roesten, dan zal dit drukverlies met zich meebrengen, maar de zuurstof in de fles verandert niet van kwaliteit en kan nog steeds voor eerste-hulp gebruikt worden.

Er zijn diverse merken en modellen van zuurstofuitrusting. Duikongevallen zijn bij vele van die uitrustingen niet bij het ontwerp in overweging genomen. Er zijn diverse redenen om een patiënt zuurstof te geven en het is niet in alle gevallen noodzakelijk dat de patiënt 100% krijgt. In veel gevallen is het voldoende wanneer de patiënt een beetje extra zuurstof krijgt. Hetzelfde is het geval voor het gebruik van zuurstof voor het ademen op grote hoogte.

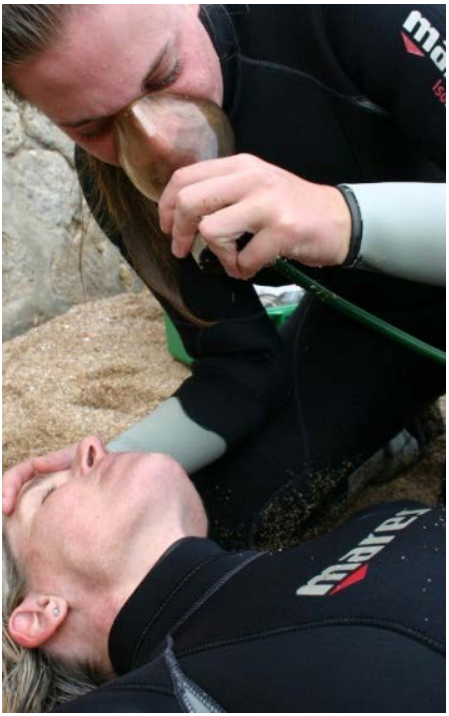
Er zijn drie basistypes van eerste trappen voor zuurstofuitrusting. Als duiker moeten we een bewuste keuze maken voor het type en de prestaties van de eerste trap om het mogelijk te maken 100% zuurstof te geven.

Noem de drie verschillende eerste trappen voor het geven van zuurstof en hun verschillen.

Eerste trappen met een vaste flow hebben een aansluitmogelijkheid voor een dunne zuurstofslang. We kunnen de hoeveelheid zuurstof die per minuut in de slang naar het masker stroomt niet aanpassen, omdat deze door de fabrikant ingesteld is (het model in het midden van de illustratie).

De meeste van dit soort eerste trappen zijn ontworpen om een beetje zuurstof aan het ademgas toe te voegen. Je komt deze bijvoorbeeld tegen in

een vliegtuig voor gebruik door het cabinepersoneel wanneer de cabinedruk wegvalt. Veel van deze apparaten zijn ingesteld om een relatief geringe hoeveelheid zuurstof te geven (slechts 2, 4 of 6 liter per minuut). De gemiddelde hoeveelheid ademgas die per minuut door een mens geademd wordt is 15 liter. Een eerste trap met een geringere flow kan dus niet in de adembehoefte voorzien en kan alleen zuurstof toevoegen aan de lucht die geademd wordt. Om in de behoefte van een duiker te kunnen voorzien moet zo'n eerste trap tenminste 15 liter per minuut flow hebben.



Eerste trappen met een instelbare flow (rechts in de illustratie) staan je meestal toe om een flow in te stellen tot 25 liter per minuut. Dit maakt dit soort eerste trappen beter geschikt dan eerste trappen met een vaste flow, omdat we ons hiermee kunnen aanpassen aan de adembehoefte van de patiënt. Net als de apparaten met vaste flow hebben ze een aansluiting voor een dunne zuurstofslang. Wanneer we eerste-hulp geven wordt de flow in eerste instantie ingesteld op 15 liter per minuut. Wanneer dit de maximum flow van het apparaat is, dan heeft de instelknop nauwelijks nut (je zou deze op het maximum instellen en dan nooit meer aanraken).

Eerste trappen met een middendrukaansluiting (links in de illustratie) staan je toe een middendrukslang aan te sluiten die meestal gebruikt wordt voor een vragend systeem. Het is een eenvoudige eerste trap – middendrukslang – tweede trap samenstelling waar duikers aan gewend zijn. Dit is de uitrusting die de voorkeur heeft voor eerste-hulp met zuurstof. De aansluitingen hebben een éénwegventiel die pas opengaat op het

moment dat een middendrukslang aangesloten wordt. Hierdoor gaat geen zuurstof verloren wanneer geen tweede trap aangesloten is.

Noem de verschillende functies die door een enkele eerste trap vervuld kunnen worden.

Sommige modellen combineren meerdere opties in een enkele eerste trap. De eerste trap in de foto (links) heeft 2 aansluitingen voor middendruk en 1 voor instelbare flow. De knop aan de zijkant kan ingesteld worden van 0 tot 25 liter per minuut. De knop heeft geen invloed op de middendruk; het is alleen de instelling voor de flow naar een dunne zuurstofslang.

Noem de verschillende maskers die gebruikt kunnen worden en geef aan welke optie het beste is voor een patiënt die zelf ademt.

Je kunt van een tweede trap (vragend systeem) gebruik maken wanneer je beschikt over een eerste trap met middendrukaansluitingen. Dit is de beste optie. Het staat je toe zuurstof toe te dienen met een concentratie van nagenoeg 100%. Een tweede trap kan alleen met middendruk werken en heeft het voordeel dat geen zuurstof verloren gaat, zoals dit het geval zou zijn bij een masker dat met een dunne zuurstofslang gebruikt wordt.

De dode ruimte is beperkt en met een goed afdichtend gezichtsmasker en een eerste trap die voldoende zuurstof op middendruk levert om de adembehoefte af te dekken, zal geen lucht van buiten het masker in de longen terecht komen. Je moet echter wel opletten! Voor de veiligheid van de patiënt is dit soort maskers voorzien van een ventiel dat toestaat dat lucht in het masker

binnendringt wanneer niet voldoende zuurstof beschikbaar is. Zelfs wanneer de zuurstoffles gesloten of leeg is zou de patiënt nog steeds kunnen ademen (lucht). Wanneer lucht via dit ventiel in het systeem binnen komt, ademt de patiënt geen zuivere zuurstof meer. Dit betekent dat we de uitrusting doorlopend op een juiste werking moeten controleren.

De aansluitingen voor zuurstofuitrusting zijn gestandaardiseerd. Je kunt vrijwel ieder gezichtsmasker op de tweede trap plaatsen. Een "pocket mask", het masker van een AMBU en vele andere maskers kunnen gebruikt worden. Tenminste één van deze maskers zou goed op het gezicht van de patiënt moeten afsluiten. Voor een patiënt met een extreem grote neus kun je ook een mondstuk van een ademautomaat op de tweede trap plaatsen. In dat geval moet de neus van de patiënt gesloten worden.

Wanneer de eerste trap alleen een aansluiting voor een dunne zuurstofslang heeft (instelbare of vaste flow), dan kun je geen tweede trap gebruiken. In dat geval is een masker met een reservoir je beste keuze. Maskers van dit type zijn ook een alternatief wanneer de patiënt een tweede trap niet tolereert of wanneer de ademhaling van de patiënt te zwak is om een tweede trap te activeren. Wanneer je meerdere duikers tegelijk zuurstof moet geven en wanneer je slechts over één tweede trap beschikt, dan kan het masker met reservoir gebruikt worden voor een tweede duiker (wanneer de eerste trap deze aansluitmogelijkheid heeft).

Mensen ademen ongeveer 15 liter per minuut. Dit wordt gedaan in ongeveer 12 ademteugen, die ieder ongeveer een seconde duren. Gedurende de overige 48 seconden in een minuut ademt de patiënt uit of ademt niet. Wanneer de patiënt dus direct uit de zuurstofslang zou ademen, dan zou de flow tenminste 75 liter per minuut (15 liter in 12 seconden) moeten zijn om op het moment van inademen in de adembehoefte te voorzien. Dit is de functie van het reservoir. In de tijd dat de patiënt uitademt of niet ademt vult het reservoir zich met zuurstof. Op het moment dat de patiënt inademt

is niet alleen de 15 liter per minuut uit de zuurstofslang beschikbaar, maar ook de zuurstof uit het volledig gevulde reservoir. Een ventiel voorkomt dat de patiënt in het reservoir kan uitademen. Het uitgeademde gas ontsnapt via ventielen aan de zijkant van het masker (daarom worden deze maskers ook "non-rebreather masks" genoemd).

De constructie en de afsluiting tegen het gezicht van de patiënt (je kunt hier niet zoals bij een tweede trap verschillende gezichtsmaskers plaatsen) staan toe dat een bepaalde hoeveelheid lucht in het masker binnen kan dringen, waardoor de patiënt een mengsel van zuurstof en lucht ademt. De eerste trap moet ingesteld kunnen worden op een flow van tenminste 15 liter per minuut. Deze maskers zijn nutteloos bij een geringere flow. Wanneer het reservoir zich tussen de inademingen van de patiënt niet volledig vult, dan moet de flow hoger gesteld worden.

Wanneer je de keuze hebt tussen een tweede trap en een masker met reservoir, dan heeft de tweede trap de voorkeur.

Rebreathers voor zuurstof zijn niet gebruikelijk in de duikwereld en daar is goede reden voor. Wanneer je zuivere zuurstof inademt, dan adem je zuurstof, CO_2 en stikstof uit. Op basis van de wet van Henry zoekt je lichaam een evenwicht met de omgeving. De afgifte van stikstof is één van de redenen waarom we zuurstof geven. Een duiker zal na een duik veel meer stikstof uitademen dan een persoon die niet gedoken heeft.

Bij rebreather zuurstofuitrusting ademt de patiënt in het reservoir uit.

Wanneer de patiënt inademt, dan stroomt het uitgeademde ademgas door een houder met ademkalk waar de CO_2 uit het circuit opgenomen wordt. Er wordt net voldoende zuurstof aan het systeem toegevoegd om de geconsumeerde zuurstof te vervangen. Dit kan zo weinig zijn als 0,5 tot 1,5 liter per minuut. Bij de hoogste consumptie (1,5 l/min) zou de zuurstofvoorraad 10 keer zo lang

meegaan dan bij een masker met reservoir (15 l/min).

Het probleem is de stikstof (die niet aan de ademkalk gebonden wordt). Het zuurstofpercentage in het systeem valt sterk af met iedere ademteug van de patiënt, vanwege de uitgeademde stikstof die in het systeem blijft circuleren. Om dit probleem op te lossen moet het systeem regelmatig gespoeld worden en weer met zuurstof gevuld worden. Door dit regelmatige spoelen wordt bijna net zoveel zuurstof gebruikt als bij een gewoon masker. Je behoud dus de nadelen van een rebreather systeem, maar kunt niet van de voordelen profiteren. Het doel is dat de patiënt nagenoeg 100% zuurstof ademt.

In afgelegen gebieden kunnen deze systemen wel nuttig zijn. Wanneer een patiënt de helft van de zuurstofvoorraad met een tweede trap ademt, dan is de afgifte van stikstof al in een ver gevorderd stadium. Wanneer de patiënt daarna overstapt op een rebreather, dan bevatten de uitgeademde ademgassen nauwelijks nog stikstof en zal het rebreather systeem naar behoren functioneren. Deze methode staat je toe om meerdere uren eerste-hulp met zuurstof te geven met een beperkte zuurstofvoorraad.

Je kunt ook andere maskers tegenkomen die gebruikt kunnen worden om een ademende duiker zuurstof te geven, maar wanneer het geen tweede trap is of wanneer het masker geen reservoir heeft dan zijn ze in de regel niet ontworpen om de patiënt 100% zuurstof te geven.

Maskers zonder reservoir (zoals een “Pocket Mask” met zuurstofaansluiting) laten de patiënt meer lucht dan zuurstof ademen. In veel gevallen zou het percentage zuurstof hoger zijn wanneer de duiker de resten Nitrox met een ademautomaat uit de duikflessen zou ademen. Een zuurstofmasker dat geen tweede trap en geen masker met een reservoir is, is niet erg effectief.

Een masker met een reservoir zonder ventiel zou een ophoping van CO_2 veroorzaken, wat de patiënt een gevoel van verstikking geeft.

Maskers die van gaten voorzien zijn om lucht in het masker binnen te laten hebben nauwelijks nut. De patiënt ademt meer lucht dan zuurstof. Deze maskers zijn meestal aangesloten op eerste trappen met een zeer beperkte

flow. Maak geen gebruik van dit soort maskers wanneer ook andere opties beschikbaar zijn. De meeste van dit soort maskers zullen geen schade bij de patiënt veroorzaken, maar ze zullen ook niet veel goed doen.

Beschrijf hoe zuurstof gegeven kan worden aan een patiënt die niet ademt en geef aan wanneer dat gedaan wordt.

Alle tot nu toe besproken maskers maken het noodzakelijk dat de patiënt zelf ademt. Voor een niet-ademende patiënt is het beademen en eventueel reanimatie de eerste prioriteit. Zuurstof is in dat geval secondair. Situaties waarin zuurstof als eerste-hulp procedure gegeven wordt aan een niet-ademende duiker zijn zeldzaam. Verspil geen tijd met het voorbereiden van uitrusting, maar begin onmiddellijk met beademen, reanimatie en defibrilleren.

Wanneer je na het afronden van de levensreddende handelingen de kans hebt om te wisselen op het beademen met zuurstof, dan zal dit goed zijn voor de patiënt. Ook in dat geval wil je de 100% zoveel mogelijk benaderen. Een gemakkelijke en goede manier is zelf zuurstof in te ademen en dan de patiënt te beademen.

Voor de techniek om zelf zuurstof in te ademen alvorens de patiënt te beademen moet je één hand vrij hebben voor het zuurstofmasker. Dit maakt mond-op-mond beademing onpraktisch, omdat je daarvoor één hand moet gebruiken om het hoofd van de patiënt in positie te brengen en een andere hand om de neus van de patiënt te sluiten. Je zult vaststellen dan mond-op-neus en mond-op-“pocket mask” makkelijker zijn wanneer je slechts één hand beschikbaar hebt

De medische hulpdiensten kunnen overwegen om de zuurstofautomaat aan een AMBU aan te sluiten of gebruik te maken van een AMBU met een zuurstofreservoir en een eerste trap met instelbare flow. Het is niet altijd

gemakkelijk om het masker van een AMBU op het gezicht van de patiënt te laten afsluiten. Wanneer je hierin niet getraind bent of geen recente praktijkervaring hebt, dan is een noodgeval niet het moment om te experimenteren. Voor degenen die ervoor opgeleid zijn is deze methode ideaal, omdat we hiermee werkelijk dicht bij de 100% zuurstof komen.

De meeste automaten met positieve druk voor het beademen met zuurstof zijn gemaakt voor gebruik door opgeleid personeel van de medische hulpdiensten. Er zijn ook modellen beschikbaar voor het algemene publiek, maar hier is het overdrukventiel vaak zo gevoelig afgesteld dat het moeilijk is de zuurstof in de longen van de patiënt te krijgen. Bij een zwaar gebouwde duiker met een strak natpak is de kans groter dat alle zuurstof via het overdrukventiel ontsnapt dan in de longen van de patiënt te komen.

Wanneer je twijfel hebt of het ademgas in de longen van de patiënt komt, dan kun je het masker observeren om te zien of de patiënt uitademt. Bij het uitademen beslaat de binnenkant van het masker. Je kunt ook kijken of de borstkas van de patiënt bij het ademen op en neer gaat.

Bereken hoe groot een zuurstoffles moet zijn en beschrijf de verschillende aansluitingen.

Je moet de voorraad zuurstof aanpassen aan de omstandigheden van de duikplaats die je bezoekt. Ga ervan uit dat je twee patiënten zuurstof moet geven en reken 15 minuten langer dan de tijd die nodig is om bij het dichtstbijzijnde ziekenhuis te komen of de tijd die de medische hulpdiensten erover doen om de duikplaats te bereiken.

Als basis voor je berekeningen neem je aan dat iedere liter flesinhoud op 200 bar voldoende is voor 12 minuten eerste-hulp met zuurstof voor één duiker. Dit betekent dat een 5 liter fles een uur meegaat voor een enkele duiker en een half uur voor twee duikers.

De fles moet hydrostatisch getest worden en moet aan de plaatselijke vereisten voldoen. In de meeste landen moet een hydrostatische test voor een zuurstoffles eens in de 10 jaar gedaan worden. In sommige landen bestaan vereisten voor het transport van zuurstofflessen. De regels voor het vervoer van kleine flessen zijn meestal flexibel. Dit om rekening te houden met mensen die vanwege een medisch probleem zuurstof moeten ademen.

Zuurstofflessen hebben een speciale kraan om te voorkomen dat een automaat aangesloten kan worden die niet geschikt is voor zuurstof. Er zijn van land tot land en voor verschillende grootten van flessen verschillen in de aansluitingen.

De PIN en de omgekeerde DIN aansluitingen welke in de foto's getoond worden zijn de meest gebruikelijke voor kleine zuurstofflessen. Wanneer je naar een ander land reist, dan kan het zijn dat een adapter nodig is om je uitrusting te gebruiken of de fles te laten vullen.

Algemene aspecten & introductie tot de praktijklessen

De kennis die aangeboden is in de hoofdstukken over medische en technische aspecten is behoorlijk abstract. Eerste-hulp met zuurstof wordt echter in context gedaan. Dit is de reden voor het laatste hoofdstuk. Door de jaren heen zijn onder duikers een aantal misverstanden over het gebruik van zuurstof ontstaan. Wat daarbij ter discussie staat zijn de mogelijkheden en beperkingen voor het geven van zuurstof aan een zieke of gewonde duiker. We zullen op een aantal van deze misverstanden ingaan. Dit boekje wordt afgesloten met checklists voor de praktijksessies van cursussen voor het geven van zuurstof.

Algemene aspecten

Leg uit waarom zuurstof niet gevaarlijk is voor duikers.

Sommige mensen vragen zich af of zuurstof voor een duiker gevaarlijk kan zijn. Theoretisch gezien is dit mogelijk, maar het is erg onwaarschijnlijk. Het zou waarschijnlijk niet eens lukken wanneer je expres schade zou willen toebrengen. Laten we een paar veel geuite bedenkingen doornemen.

Stuiptrekkingen door zuurstofvergiftiging (CZS) kan aan land bij een omgevingsdruk van 1 bar niet gebeuren. De minimum partiële zuurstofdruk waarbij dit kan voorkomen is 1,6 bar. Omdat de totale atmosferische druk 1 bar is gaat dit aan land niet. Stuiptrekkingen aan land zijn eerder een indicatie dat zuurstof nodig is.

Zuurstofvergiftiging voor het gehele lichaam of de longen is weinig anders dan het aanpassen van het lichaam aan een nieuwe omgeving. Je verliest haarvaten en de productie van hemoglobine wordt beperkt of gestopt. Dit is bedenkelijk, maar de NOAA tabellen voor de blootstelling aan zuurstof geven aan dat het niet realistisch is te verwachten dat dit bij het geven van eerste-hulp een probleem zal worden. Bij 100% zuurstof met een druk van 1 bar zou je 5 uur ononderbroken zuurstof moeten geven voordat problemen ontstaan. Bij 90% zuurstof met een druk van 1 bar (wat met de beschikbare uitrusting veel waarschijnlijker is) duurt het 6 ½ uur voordat de norm overschreden is. Zelfs wanneer deze limieten overschreden worden hoeven gevaarlijke medische complicaties niet verwacht te worden.

Het onderdrukken van de ademimpuls is van toepassing op mensen met een ernstige ziekte waarbij de ademimpuls op basis van een gebrek aan CO_2 niet meer werkt. Mensen met deze aandoening verblijven vaak in een ziekenhuis en ze zouden zeker niet goedgekeurd worden voor de duiksport.

Irritatie van de longen en beschadiging van het surfactant is ook iets dat niet van toepassing is voor een duiker. Dit kan gebeuren bij kinderen in de eerste dagen na de geboorte en met mensen die een longziekte zoals astma hebben. Dit zijn dus geen duikers.

Wanneer je je beperkt tot het geven van zuurstof aan duikers, dan is de kans dat je schade veroorzaakt theoretisch.

Beschrijf de verschillende soorten zuurstof en geef aan welke daarvan voor eerste-hulp gebruikt kunnen worden.

Welk soort zuurstof moet ik geven? Het zou logisch zijn om een patiënt in een medisch noodgeval medische zuurstof te geven, maar dit is niet altijd mogelijk. Sommige mensen zijn vanwege medische problemen afhankelijk van zuurstof en om zeker te stellen dat het ziekenfonds deze zuurstof betaald is zuurstof tot een medicament gemaakt. In vele landen betekent dit dat een recept vereist is en dat het gebruik van medische zuurstof zonder zo'n recept verboden is.

In de meeste landen is het geen probleem om zuurstof te kopen van dezelfde kwaliteit als medische zuurstof (tenminste 99.5% zuurstof en getest op de afwezigheid van CO). Dit is geen medicament en deze zuurstof laten ademen door iemand die daarmee instemt, is ongeveer het juridische equivalent van een glas water geven. Het is dezelfde zuurstof die ook gebruikt wordt voor het mengen van Nitrox en die in vliegtuigen gebruikt wordt.

In veel landen is zuurstof voor het lassen van dezelfde kwaliteit als medische zuurstof, maar dit is niet altijd het geval. Het wordt niet geadviseerd om zuurstof voor het lassen voor eerste-hulp te gebruiken wanneer je niet zeker bent van de kwaliteit. Uiteindelijk geldt echter – **O_2 = O_2**

De praktijktraining

Er zijn een aantal aanbevelingen voor het geven van zuurstof die je leert in de praktijklessen over dit onderwerp. De controlelijst op de binnenkant van de omslag achterin, kan je helpen tijdens de praktijksessies van je cursus.

Index

-A-
Ademimpuls 34
AGE (arteriële gasembolie) 15
AMBU 31
Anoxie 4

-B-
Beademen 30
Bijna-verdrinking 18

-C-
Cellen 6

-E-
Eerste trappen 25

-F-
Flesinhoud 31
Foramen ovale 16

-H-
Haarvaten 5
Hypoxie 4

-I-
Instelbare flow 25

-K-
Koolstofmonoxide 17

-L-
Longen 13

-M-
Mediastinaal emfyseem 14
Medische zuurstof 35

-N-
Non-rebreather masks 28

-O-
Osmotische druk 7

-P-
Partiële stikstofdruk 12
Partiële zuurstofdruk 22
Pneumothorax 14
Pocket Mask 29
Praktijktraining 36

-R-
Rebreathers 28

-S-
Subcutaan emfyseem 14
Surfactant 34

-T-
Tweede trap 26
Type I decompressieziekte 8
Type II decompressieziekte 16
Type III decompressieziekte 16

-V-
Vaste flow 24

-Z-
Zuurstofvergiftiging 34
Zwelling 7

Voor een automaat

- Heeft de redder voldoende vragen gesteld om de situatie te kunnen beoordelen?
- Heeft de redder naar een mogelijke buddy gevraagd?
- Heeft de redder de patiënt gevraagd te gaan liggen?
- Is de kraan van de fles langzaam geopend?
- Heeft de redder uit het masker geademd (niet uitgeademd) alvorens deze aan te bieden?
- Heeft de redder om instemming gevraagd?
- Heeft de redder de patiënt gevraagd het masker zelf vast te houden?
- Heeft de redder de patiënt gerust gesteld?
- Is de redder begonnen met het voorbereiden van verdere beschikbare uitrusting?
- Was de fles juist geplaatst en werd de flesdruk gecontroleerd?
- Sloot het masker goed aan op het gezicht en wat voor actie werd ondernomen wanneer dit niet het geval was?
- Heeft de redder de ademhaling gecontroleerd?

Voor een masker met reservoir

- Heeft de redder voldoende vragen gesteld om de situatie te kunnen beoordelen?
- Heeft de redder naar een mogelijke buddy gevraagd?
- Heeft de redder de patiënt gevraagd te gaan liggen?
- Is de kraan van de fles langzaam geopend?
- Is de 1ste trap op 15 liter/minuut ingesteld?
- Is het reservoir gevuld alvorens het masker aan de patiënt te geven?
- Heeft de redder om instemming gevraagd?
- Is het masker afgesteld op de vorm van het gezicht van de patiënt?
- Heeft de redder de patiënt gerust gesteld?
- Heeft de redder de “flow” aangepast aan het ademritme van de patiënt?
- Was de fles juist geplaatst en werd de flesdruk gecontroleerd?
- Sloot het masker goed aan op het gezicht en wat voor actie werd ondernomen wanneer dit niet het geval was?
- Heeft de redder de ademhaling gecontroleerd?