

DUIKONGEVALLLEN

Uitgebreide syllabus duikongevallen

door **MADDER Ivo**
2 ster instructeur CMAS – NELOS Nr. 781

ivo.Madder@pandora.be

versie 14 februari 2000

DUIKONGEVALLLEN

Inhoudsopgave

1. BAROTRAUMATA OF MECHANISCHE ONGEVALLLEN.....	5
1.1. UITWENDIGE BAROTRAUMA'S.....	5
1.1.1. ZUIGNAPEFFECT VAN HET MASKER of DUIKBRILSQUEEZE	5
1.1.2. BAROTRAUMA VAN DE HUID	5
1.1.3. BAROTRAUMA BIJ HET HELMDUIKEN.....	6
1.2. BAROTRAUMA VAN HET BUITENOOOR	7
1.3. BAROTRAUMA VAN HET MIDDENOOR.....	7
1.3.1. MIDDENOORONDERDRUK of MIDDENOORSQUEEZE.....	8
1.3.2. MIDDENOOROVERDRUK of INVERS MIDDENOORBAROTRAUMA.....	8
1.3.3. TROMMELVLISSCHEUR of TROMMELVLIESPERFORATIE.....	8
1.4. BINNENOORLETSELS OF BAROTRAUMA VAN HET BINNENOOR.....	10
1.4.1. HYDROPS of OVERDRUK IN HET BINNENOOR.....	11
1.5. SINUSBAROTRAUMA OF BAROTRAUMA VAN DE NEUSBIJHOLTEN	12
1.6. TANDBAROTRAUMA OF BAROTRAUMA VAN HET GEBIT	12
1.7. DUIKERSKOLIEKEN	13
1.8. LONGOVERDRUK OF PULMONAIR BAROTRAUMA	14
1.8.1. LONGBESCHADIGING of BESCHADIGING VAN HET LONGWEEFSEL	15
1.8.2. LUCHTEMBOLIE.....	15
1.8.3. PNEUMOTHORAX.....	17
1.8.4. MEDIASTINAAL EMFYSEEM en HALSEMFYSEEM.....	17
1.9. ONDERDRUK IN DE LONGEN.....	18
2. SHOCK.....	19
3. (GAS)VERGIFTIGINGEN OF TOXISCHE ONGEVALLLEN.....	21
3.1. STIKSTOFNARCOSE OF DIEPTEDRONKENSCHAP	21
3.2. ZUURSTOFVERGIFTIGING.....	22
3.2.1. HYPEROXIE.....	22
3.2.2. HYPOXIE	23
3.2.3. ANOXIE.....	25
3.3. KOOLDIOXIDEVERGIFTIGING OF HYPERCAPNIE	25
3.3.1. UITWENDIGE OORZAAK.....	26
3.3.2. INWENDIGE OORZAAK	26
3.3.3. ESSOUFFLEMENT	27
3.4. HYPOCAPNIE.....	27
3.5. KOOLMONOXIDEVERGIFTIGING	28
3.6. ANDERE CONTAMINANTEN	29
3.6.1. OLIE IN DE ADEMLUCHT.....	29
3.6.2. WATER IN DE DUIKFLES	29
3.6.3. STIKSTOFOXIDES.....	29
4. GEVAREN VAN DE VRIJE DUIK	30
4.1. HYPERVENTILATIE	30
4.1.1. ZWEMBAD BLACK-OUT (SYNCOPE).....	30
4.1.2. LANGDURIG HYPERVENTILEREN	30
4.2. LONGOEDEEM OF LONGSQUEEZE	31
4.3. SYNCOPALE AFSpraak OP 7 METER DIEPTE.....	31
4.4. TARAVANA	31
4.5. OPMERKING	31

5. DECOMPRESSIEONGEVAL.....	32
5.1. SYMPTOMEN VAN HET DECOMPRESSIEONGEVAL	33
5.2. PREVENTIE	34
5.3. BEZWARENDE FACTOREN.....	34
5.4. FORAMEN OVALE.....	35
5.5. DECOMPRESSIEONGEVAL BIJ VRIJE DUIK.....	35
5.6. BEHANDELING VAN HET DECOMPRESSIEONGEVAL.....	35
5.7. OPMERKINGEN.....	36
6. GEVAREN IN HET WATER.....	37
6.1. VERDRINKING	37
6.1.1. PRIMAIRE VERDRINKING of ACCIDENTELE VERDRINKING	37
6.1.2. SECUNDAIRE VERDRINKING.....	38
6.2. KOUDE & HYPOTHERMIE	39
6.3. GEVAARLIJKE OF GIFTIGE DIEREN	40
6.3.1. STEEKWONDEN DOOR VISSSEN	40
6.3.2. STEEKWONDEN DOOR STEKELHUIDIGEN	41
6.3.3. STEEKWONDEN DOOR BUIKPOTIGEN.....	43
6.3.4. HUIDIRRITATIE DOOR CONTACT MET DIEREN	43
6.3.5. GIFTIGE BIJTWONDEN	45
6.3.6. WONDEN DOOR BETEN.....	47
6.4. PLANTEN, ALGEN EN WIEREN	47
6.5. NETTEN EN VISDRADEN	47
6.6. BLAST OF ONTPLOFFINGEN ONDER WATER.....	47
7. BIBLIOGRAFIE	48
8. INDEX.....	49

1. BAROTRAUMATA of MECHANISCHE ONGEVALLLEN

BAROS = druk
TRAUMA = verwonding

Ongevallen ten gevolgen van drukverschillen (wet van Boyle-Mariotte).

Kunnen voorkomen tijdens stijgen en dalen.

Mechanische ongevallen is een rechtstreekse vertaling van het Franse "Accident Mécanique", en duidt op mechanische beschadigingen van de duiker zelf (door scheuren, opzwellen van weefsels, onder- of overdruk in lichaamsholten).

Mechanische ongevallen veroorzaakt door een relatieve overdruk in de betreffende holle ruimte worden soms invers barotrauma's genoemd. Beschadigingen veroorzaakt door een relatieve onderdruk noemt men gewoon barotrauma's.

Besteedt voldoende aandacht aan de voorkoming van barotrauma's bij beginnelingen!
Barotrauma's manifesteren zich tijdens de drukverandering (uitzondering: luchtembolie).

1.1. UITWENDIGE BAROTRAUMA'S

1.1.1. ZUIGNAPEFFECT VAN HET MASKER of DUIKBRILSQUEEZE

Ook wel FACE-SQUEEZE genoemd.
Komt voor tijdens het dalen.

Oorzaak

- Onderdruk in de duikbril.
- Masker vergeten te equilibreren.

Gevolg

- Rood, gezwollen gezicht.
- Gezwollen ogen, uitpuilende ogen.
- Rode ogen.
- Bloeduitstortingen rond en in de ogen.
- Bloeding uit neusgaten.

Preventie

- Equilibreren van het masker.
- Duidelijke briefing i.v.m. equilibreren van het masker, aan beginnelingen.
- Beginnelingen goed in het oog houden.

1.1.2. BAROTRAUMA VAN DE HUID

Oorzaak

- Onderdruk in een halfdroog of droog duikpak.
- Onvoldoende lucht toegevoegd tijdens het dalen met een droog pak.

Gevolg

- Pijn doordat het duikpak, net als een vacuümverpakking, zeer strak rond het lichaam komt te zitten.
- Streepvormige huidzwellingen en doorbloedingen ter hoogte van de gevormde vouwen in het duikpak.

Preventie

- Bij een halfdroog pak: langzamer dalen of water langs de afdichtingmanchetten (seals) laten insijpelen.
- Bij een droog duikpak: regelmatig lucht inblazen tijdens het dalen.

1.1.3. BAROTRAUMA BIJ HET HELMDUIKEN

Ook gekend als “blauwe kop”.

Komt voor bij helmduikers en duikers met een volgelaatsmasker.

Oorzaak

- Onvoldoende luchttoevoer naar de helm, die meestal vast verbonden is met het duikpak en hiermee een gesloten eenheid vormt.
- Slecht werkende of ontbrekende klep.

Gevolg

- Huidzwellings.
- Doorbloeding over het hele hoofd (blauw aanlopen).

Preventie

- Voldoende lucht toevoeren.
- Goed materiaal gebruiken.
- Materiaal goed onderhouden.

1.2. BAROTRAUMA VAN HET BUITENOOR

Ook gekend als barotrauma van de gehoorgang.

Wordt ook wel eens trommelvlies barotrauma genoemd.

Kan voorkomen tijdens het dalen.

Barotrauma van het buitenoor is vrij zeldzaam, maar niet onmogelijk.

Het buitenoor bestaat uit de oorschelp, de gehoorgang en de buitenste laag van het trommelvlies.

Oorzaak

- Hermetisch afgesloten gehoorgang (gebruik van oordopjes, cerumenprop, nauw aansluitende kap).
- Oorstop, dikwijls gepaard met eczeem van de gehoorgang.
- Relatieve onderdruk tussen de stop en het trommelvlies (drukverschil van 150 mm Hg of 0,02 bar).
- Kan reeds optreden bij een diepte van 2 meter.

Gevolg

- In de afgesloten gehoorgang bevindt zich lucht aan 1 bar (onderdruk t.o.v. druk in het middenoor).
- Trommelvlies wordt naar buiten getrokken (reverse ear block).
- Pijn en kleine bloedingen in het trommelvlies.
- Bloedingen in de gehoorgang.
- Verder dalen met pijn in de oren kan een barotrauma van het middenoor veroorzaken, met een trommelvliesscheur tot gevolg (zie § 1.3.3), niettegenstaande het middenoor correct geventileerd is.

Preventie

- Gaatjes maken in de nauw aansluitende kap, ter hoogte van de oren.
- Oren laten zuiveren voor uw vertrek (verwijderen van cerumenprop).
- Geen oordopjes gebruiken

1.3. BAROTRAUMA VAN HET MIDDENOOR

Kan voorkomen tijdens dalen en stijgen.

Meestal banaal, maar meest frequente duikongeval.

Het middenoor bevat het trommelvlies, de keten van drie gehoorbeentjes (hamer, aanbeeld en stijgbeugel), het ovale venster, het ronde venster, en het buisje van Eustachius (tuba).

Oorzaak

- Verkoudheid, hooikoorts, keelontsteking, ...
- Gebruik van neusdruppels of andere slijmoplossende producten (tijdelijk werkzaam; rebound effect).
- Slecht functioneren van het buisje van Eustachius of door een moeilijke equilibratie.
- Dieper dalen terwijl men pijn voelt in de oren, t.g.v. middenooronderdruk (zie § 1.3.1).
- Te snel stijgen terwijl men pijn in de oren voelt, t.g.v. middenooroverdruk (zie § 1.3.2).
- Valsalva-beweging tijdens het stijgen (overdruk).
- Alternobar vertigo (ongelijke druk in de oren), komt meestal voor tijdens het stijgen.
- Aanwezigheid van een serumenprop (afsluiten van de uitwendige gehoorgang).
- Afsluiting van de gehoorgang door een nauwe kap van o.a. een droog pak of gebruik van oordopjes.

Gevolg

- Evenwichtsstoornissen t.g.v. ongelijke druk in de oren (alternobar vertigo).
- Middenooronderdruk of -squeeze (zie § 1.3.1).
- Middenooroverdruk (zie § 1.3.2).
- Pijn in het oor (t.g.v. onder- of overdruk) met wisselende intensiteit.
- Bloedingen in de gehoorgang en het trommelvlies.
- Bloedvatencongestie (ophoping van bloed) ter hoogte van de hamersteel.
- Bloedvatencongestie ter hoogte van een ingetrokken trommelvlies.
- Vochtuittrekking in het middenoor.
- Bloedvaten barsten in het middenoor (squeeze); bloeduitstorting in het middenoor
- Verder stijgen of dalen bij pijn in de oren kan een trommelvliesscheur of -perforatie veroorzaken (bij een drukverschil van $\pm 0,5$ bar of vanaf 5 m) (zie § 1.3.3).

Behandeling

- Bloedingen in het middenoor worden na enkele dagen geresorbeerd.
- Bij bloedvatencongestie is er spontane genezing, na enkele dagen (niet duiken tijdens de genezing).
- Bij vochtuittreiding en bloeditstorting kan algemene behandeling noodzakelijk zijn; oordruppels zijn uit den boze! Duiken is slechts toegestaan na nauwkeurige ORL-controle.
- Antibiotica kan nuttig zijn omdat bloedcollectie een ideale voedingsbodem voor infecties is.
- Bij trommelvliesperforatie: zie § 1.3.3.

Opmerking

- Duiken na alcoholinname of bij vermoeidheid = veel kans op alternobar vertigo.
- De belangrijkste oorzaken voor een blokkade van de buis van Eustachius zijn infecties van de bovenste luchtwegen, allergie, gebruik van alcohol, roken en premenstruele zwelling van de slijmvliezen.
- Adem regelmatig uit langs de neus; dit bevordert een goede doorgankelijkheid van het buisje van Eustachius door overdruk en eliminatie van slijm.
- Bij moeilijk klaren van de oren is "loodrecht zakken" (voeten eerst) een must.
- Gebruik nooit oordruppels maar wel decongestiva, die inwerken op de neus en het buisje van Eustachius.

1.3.1. MIDDENOORONDERDRUK of MIDDENOORSQUEEZE

Komt voor tijdens het dalen.

Preventie

- Niet duiken bij een verkoudheid, hooikoorts, keelontsteking,...
- Regelmatig equilibreren (klaren van de oren) door geeuw-, kauw- of slikbeweging.
- Eventueel kan men (voorzichtig) de Valsalva-beweging als kunstgreep uitvoeren.
- Indien Valsalva niet gaat, enkele meters stijgen en opnieuw proberen.
- Valsalva-beweging nooit hevig uitvoeren; gevaar voor binnenoorsletsels (zie § 1.4).
- Bij alternobar vertigo, even stoppen.
- Niet dieper gaan als men pijn in de oren voelt.
- Nauw aansluitende kap regelmatig van de oren oplichten, tijdens het dalen.
- Gaatjes maken in de nauw aansluitende kap, ter hoogte van de oren.
- Oren laten zuiveren voor uw vertrek (verwijderen van cerumenprop).
- Gebruik geen oordopjes.

1.3.2. MIDDENOOROVERDRUK of INVERS MIDDENOORBAROTRAUMA

Komt voor tijdens het stijgen.

Preventie

- Niet duiken bij een verkoudheid, hooikoorts, keelontsteking,...
- Nooit Valsalva-beweging tijdens het stijgen (slikbeweging mag wel tijdens het stijgen).
- Bij overdruk in de oren, het manoeuvre van Toynbee (methode van Townbee) uitvoeren (inslikbeweging met gesloten mond en neus) om de overdruk weg te zuigen.
- Bij alternobar vertigo, opstijgsnelheid verminderen of enkele seconden stoppen.

1.3.3. TROMMELVLISSCHEUR of TROMMELVLIESPERFORATIE

Kan voorkomen tijdens het dalen en stijgen.

Wordt ook wel eens trommelvlies barotrauma genoemd.

Oorzaak

- Bij een drukverschil van 0,4 à 0,7 bar tussen midden- en buitenoor.
- Verder dalen bij middenooronderdruk of middenoorsqueeze.
- Verder stijgen bij middenooroverdruk
- Gebruik van oordopjes.
- Zeer nauw aansluitende kap.
- Oorprop t.g.v. oorsmeer (serumenprop).

Symptomen

- Als het trommelvlies scheurt, verdwijnt de pijn plots.
- Tijdelijk draaierig door temperatuurverschil van binnenlopend water in het middenoor.
- Duizeligheid verdwijnt na enkele minuten, als het binnengelopen water de lichaamstemperatuur bekommt.
- Aan oppervlakte een pijnlijk gevoel, doofheid, lichte bloeding uit de gehoorgang.

Behandeling

- Stijgen en vinger in de uitwendige gehoorgang steken.
- Dek het oor af met een steriel gaas.
- Een dokter-specialist NKO raadplegen (ORL-controle is verplicht).
- Antibiotica zijn noodzakelijk.
- De genezing duurt ongeveer 6 weken.
- Niet duiken tijdens de genezing.

1.4. BINNENOORLETSELS of BAROTRAUMA VAN HET BINNENOOR

Kan voorkomen tijdens het dalen en stijgen.

Tienmaal minder frequent dan dat van het middenoor, maar met vrij ernstige tot dramatische gevolgen.

Het binnenoor omvat een labyrint van met lymfevloeistof gevulde ruimten en is van belang voor het gehoor- en het evenwichtsorgaan. Het slakkenhuis (cochlea) of gehoororgaan wordt gevormd door drie in elkaar gekronkelde buisjes. De buisjes worden gescheiden door het membraan van Reissner en door het Basilair membraan, waarop het (gehoor)orgaan van Corti ligt.

Geluidstrillingen die worden versterkt door de gehoorbeentjes (hamer, aambeeld en stijgbeugel) in het middenoor, worden via het ovale venster overgebracht en planten zich via deze kanalen voort.

De geluidstrillingen brengen in het orgaan van Corti minuscule haartjes in beweging. Deze prikkelen op hun beurt vezeltjes die in verbinding staan met de gehoorzenuw. Geluiden van buitenaf worden op deze manier gecodeerd en aan de hersenen doorgegeven. De uitstervende geluidstrillingen komen via het ronde venster terug in het middenoor.

Aan de achterzijde van het binnenoor bevindt zich het vestibulum (toegang tot het gehoor- en evenwichtsorgaan). Het vestibulum wordt gevormd door de drie halfcirkelvormige kanalen en twee met elkaar verbonden blaasjes: de utriculus (ook ovale holte of ovaal zakje genoemd) en de sacculus (ronde holte). De halfcirkelvormige kanalen zijn gevoelig voor zwaartekracht, versnelling, beweging en de positie van het hoofd.

Oorzaak

- Brutale schokgolf door forse Valsalva-beweging.
- Plots comprimeren (plotse drukstijging).
- Valsalva-beweging tijdens het stijgen.
- Barotrauma van het middenoor.

Gevolg

- Gedeeltelijke vernietiging van de gehoorcellen, met doofheid (cofose) meestal voor hoge tonen.
- Bij herhaalde (onopgemerkte) letsels, atypische (afwijkende, onregelmatige) doofheid.
- Fistel of fractuur (indeuking) van het ronde venster of de voetplaat (ovale venster).
- Plotse doofheid door een scheur in het ronde venster.
- Oorsuizingen (tinnitus).
- Evenwichtsstoornissen met misselijkheid, braakneigingen en duizeligheid.
- Wegvloeien van het lymfevocht veroorzaakt prikkeling en misselijkheid.
- Sterke lymfestromingen in de halfcirkelvormige kanalen zorgt voor misselijkheid, braken en duizeligheid.
- Pijn binnenin het oor.

Preventie

- Niet duiken bij een verkoudheid, hooikoorts, keelontsteking,...
- Tijdens het dalen, regelmatig en voorzichtig de Valsalva-beweging uitvoeren.
- Nooit brutaal comprimeren.
- Nooit Valsalva-beweging tijdens het stijgen (gevaar voor fistel of fractuur van ronde of ovaal venster).

Behandeling

- Bij duizeligheid die langer dan enkele minuten duurt, gehoorverlies van het neurologische type of bij oorsuizingen moet men dringend een dokter-specialist NKO raadplegen.
- Rust is een “must” om een vlotte genezing van een fractuur te bevorderen.

Opmerking

- Evenwichtsstoornissen kunnen ook een gevolg zijn van alternobar vertigo (vooral bij het stijgen).
- Alternobar vertigo kan ook veroorzaakt worden door de methode van Townbee, welke een ongecontroleerde onderdruk in beide oren veroorzaakt.
- Doofheid kan een gevolg zijn van een decompressieongeval van het binnenoor.
- Bij een barotrauma van het oor met hevige vertigo is verdrinking zeer waarschijnlijk.
- Er bestaat een aangeboren afwijking, het “Syndroom van Arnold-Chiari”. Het syndroom op zich is geen duikongeval, maar kan er wel één veroorzaken. Deze afwijking veroorzaakt evenwichtsstoornissen met bewustzijnsverlies tot gevolg, na het uitvoeren van een Valsalva. Dit syndroom is een afwijking aan het deel van de hersenen welke dicht bij het foramen magnum (de schedelopening voor het ruggenmerg) ligt. Door Valsalva te doen, kan dit deel van het brein (de cerebellaire tonsillen) in deze opening geperst worden met bekend gevolg. Duiken is in dit geval verboden!

1.4.1. HYDROPS of OVERDRUK IN HET BINNENOOR

Hydrops betekent overdruk in het binnenoor (slakkenhuis en evenwichtsorgaan).

Het binnenoor of labyrint bestaat uit het slakkenhuis (cochlea) en het evenwichtsorgaan (vestibulum).

Het vestibulum wordt gevormd door de drie halfcirkelvormige kanalen en twee met elkaar verbonden blaasjes: de utriculus (ook ovale holte of ovaal zakje genoemd) en de sacculus (ronde holte).

Het slakkenhuis of gehoororgaan bestaat uit drie buizen gevuld met lymfe en bevat het gehoororgaan van Corti. De buisjes worden gescheiden door het membraan van Reissner en door het Basilair membraan, waarop het orgaan van Corti ligt.

Hydrops in het labyrint van het binnenoor is vergelijkbaar met het syndroom van Ménière.

De ziekte van Ménière is een aandoening van het binnenoor met als voornaamste verschijnselen aanvallen van duizeligheid, misselijkheid, braken, oorsuizen, gehoorstoornissen en nystagmus (oogsidderen).

Dit syndroom veroorzaakt een ruptuur (scheur) van het membraan van Reissner.

Hydrops t.g.v. een duik veroorzaakt deze scheur evenwel niet en kan dus als een goedaardig barotrauma beschouwd worden.

Hydrops is eigenlijk geen barotrauma; het gaat hier over een vrij goedaardig bijna-ongeval dat de grens van het barotrauma net niet overschreden heeft.

Oorzaak

- Duiken met een niet geklaard oor, gedurende een langere tijd (bv. 30 minuten op 10 meter diepte).
- Hypersecretie (overproductie) van endolymfe (lymfefloeistof) in het labyrint (meer specifiek in het orgaan van Corti), t.g.v. de voortdurende irritatie van het binnenoor.
- Duiken met een zware rhinitis of sinusitis bevordert hydrops.
- Disfunctie van het buisje van Eustachius werkt hydrops in de hand.

Gevolg

- Na drukdaling (stijgen naar de oppervlakte) ontstaat er lymfeoedeem.
- De symptomen manifesteren zich vaak een 30-tal minuten (tot 48 uur) na de duik en blijven aanhouden (zonder pijn).
- Neuro-sensorieel gehoorverlies van de lage tonen. Dit is het stigma (typisch kenmerk) van hydrops.
- Gehoorsdaling.
- Vertigo (duizeligheid).
- Nausea (braakneigingen).
- Tinnitus (oorsuizingen).

Behandeling

- Een specialist NKO raadplegen.
- Ongeveer dezelfde behandeling zoals bij het “syndroom van Ménière”; 3 x 16 mg Betaserc + Diamox (1/dag) + eventueel Stugeron Forte.
- Door de behandeling verdwijnen de symptomen langzaam na enkele dagen.
- Veiligheidshalve wordt de behandeling verder gezet door de inname van Betaserc gedurende 4 weken.
- Duikverbod gedurende 2 tot 6 weken kan soms aangewezen zijn.
- Herdrukken in de caisson binnen de 4 dagen na de verwekkende duik, kan genezend werken.

1.5. SINUSBAROTRAUMA of BAROTRAUMA van de NEUSBIIJHOLTEN

Kan voorkomen aan de oppervlakte, en tijdens het dalen en stijgen.
Manifesteert zich vooral in de voorhoofdsinus en de bovenkaaksinus.

Oorzaak

- Verkoudheid, hooikoorts.
- Duiken met infecties van de bovenste luchtwegen.
- Sinusitis of slecht verzorgde verkoudheid.
- Slechte functie van een ostium (verbindingsopening van de sinus met de neusholte).
- Anatomische afwijkingen aan neus en sinussen.
- Slijmvliespoliep.
- Roken.
- Onderdruk of overdruk in de sinusholten, tijdens de duik.
- Verder duiken bij pijn in de sinusholten.

Gevolg

- Pijnlijk drukkinggevoel boven de neus.
- Doffe, stekende pijn tussen de onderrand van de oogkas en tanden van de bovenkaak.
- Pijn lijkt soms op gewone tandpijn.
- Hevige frontale hoofdpijn.
- Bloeding uit de neus.
- Gelatineachtige substantie, soms met bloed, uit de sinussen, na het snuiten van de neus.
- Bij infectie (sinusitis): verstopte neus, hoofdpijn en etterige neusloop.

Preventie

- Niet duiken bij een verkoudheid, sinusitis, hooikoorts,...
- Verzorg je verkoudheid goed, zodat geen ontsteking van de sinussen ontstaat.
- Duik op tijd staken als je pijn in de sinussen voelt.

Behandeling

- Enkele weken duik- en vliegverbod.
- Eventueel NKO-arts raadplegen.
- CAT-scan laten nemen voor een duidelijke diagnose bij hardnekkige gevallen.
- Antibiotica en ontzwellende medicatie voor ontstoken sinussen (zoals Sinutab, Rinomar of NASA-12).
- Operatieve ingrepen voor de hardnekkige gevallen.

1.6. TANDBAROTRAUMA of BAROTRAUMA VAN HET GEBIT

Kan voorkomen tijdens dalen en stijgen.

Oorzaak

- Kleine luchthoudende holten:
 - onder tandvullingen.
 - onder tandkronen.
 - in rotte of carieuze tanden.
- Slecht geplombeerde tanden.
- Slecht verzorgde tanden.

Gevolg

- Pijn in de tanden.
- Loskomen van de tandvullingen of kronen.
- Barsten of imploderen van de tand (tijdens het dalen).
- Barsten of exploderen van de tand (tijdens het stijgen).

Preventie

- Tandem regelmatig (2 x per jaar) en goed laten verzorgen.
- Pijn in de tanden tijdens het duiken = tandarts raadplegen.
- Na tandchirurgie mag zes weken niet gedoken worden.

1.7. DUIKERSKOLIEKEN

Komt voor tijdens het stijgen.

Wordt ook invers barotrauma van het spijsverteringskanaal genoemd.

Oorzaak

- Inslikken van lucht tijdens de duik.
- Oren klaren door te slikken.
- Valsalva wanneer het hoofd naar beneden gericht is.
- Toepassen van het manoeuvre van Toynbee.
- Drinken van koolzuurhoudende dranken in de caisson.
- Uitzetten van de ingeslikte lucht, welke zich in de maag en/of het darmkanaal bevindt.

Gevolg

- Uittrekken van de maag en/of darmwand, door het uitzetten van de lucht.
- Zeer pijnlijke maag- en/of darmkrampen (kolieken).

Preventie

- Vermijd het inslikken van lucht.
- Als men toch lucht inslikt heeft, onmiddellijk de lucht terug opboeren.

Behandeling

- Winden en boeren laten.
- Herdrukken tot de gassen geëlimineerd zijn (bv. 15 minuten op 3 m, maar zeker niet dieper dan 6 meter; anders kan men terug teveel lucht inslikken, of de kans op een deco t.g.v. Valsalva verhogen).
- Eventueel toedienen van een anti-kramp middel (bv. Buscopan).

1.8. LONGOVERDRUK of PULMONAIR BAROTRAUMA

Wordt ook invers barotrauma van de longen of overexpansie van de longen genoemd.
Zeer gevaarlijk ongeval; het is de voornaamste doodsoorzaak bij duikongevallen.
Komt voor tijdens het stijgen.

Oorzaak

- Ongecontroleerd stijgen (blow-up).
- Stijgen zonder mondstuk.
- “Skip-breathing” (diep inademen en de lucht vasthouden om lucht te sparen).
- Een overdruk van 0,1 à 0,15 bar (= 1 à 1,5 m) in de longen.
- Een hindernis:
 - spasme van de stemspleet (laryngospasme), door paniek of als reflex bij het inademen van koud water.
 - airtrapping t.g.v. bloodshift (lucht kan niet uit de alveolen t.g.v. bloodshift) door:
 - het actief zwemmen tijdens het stijgen.
 - door teveel lucht uit te blazen.
 - Airtrapping (syndroom van Lundgren) in de kleinere longgedeelten door:
 - acute ontstekingen van de slijmvliezen t.g.v.:
 - een verkoudheid (ventiel bronchus, bronchitis,...).
 - bronchiaal astma.
 - nauwe passages in de bronchiolen t.g.v. littekenweefsel door ziektes of longbeschadigingen.

Soorten

- Longbeschadiging (zie § 1.8.1).
- Luchtembolie (zie § 1.8.2).
- Pneumothorax (zie § 1.8.3).
- Mediastinaal emfyseem (zie § 1.8.4).

Symptomen

- Ze komen (meestal) onmiddellijk voor, tijdens het bovenkomen.
- De symptomen komen niet noodzakelijk tezamen voor.
- Pijnlijke, moeilijke ademhaling met hoesten.
- Bloed opspuwen (bloederig schuim) bij beschadiging van de bloedvaten rond de alveolen (zie § 1.8.1).
- Pneumothorax (zie § 1.8.3).
- Bewusteloosheid.
- Cyanose (blauw uitzicht).
- Zenuwsymptomen, o.a. hemiplegie, bij luchtembolie (zie § 1.8.2).
- Mediastinaal emfyseem met spraakverandering en gezwollen nek (zie § 1.8.4).
- Shock (zie § 2).
- Dood.

Preventie

- Niet duiken met luchtaandoeningen aan longen of luchtwegen.
- Steeds gecontroleerd stijgen met het reddingsvest en de laatste 10 meter sterk afremmen.
- Altijd bewust zijn van de noodzaak om uit te ademen bij het stijgen.
- Laatste meters constant uitademen; indien men toch moet inademen, even stoppen en dan verder al uitblazend opstijgen.
- Een mededuiker die niet meer uitademt tijdens het stijgen, tegenhouden en hoofd (maximaal) achteruit om de stemspleet te openen (hyperstrekking).
- Een nitrox-duiker met convulsies niet naar boven brengen vooraleer de convulsies voorbij zijn.

Opmerking

- Het ongeval zal erger zijn als:
 - het dicht bij de oppervlakte gebeurde.
 - er zich veel lucht in de longen bevond.
 - de stijgsnelheid groot was.
- Mengvormen van de vier soorten longoverdruk komen voor.

Behandeling

- Onmiddellijk naar een goed uitgerust reanimatiecentrum voor een grondig onderzoek (zie ook behandeling luchtembolie § 1.8.2).
- 100 % normobare zuurstof toedienen (minimum debiet 10 à 12 liter per minuut).
- Geef zeker GEEN aspirine!
- Bij bewustzijn: vervoer in comfortabele V-houding (half zittende houding).
- Bewusteloos: vervoer in lateraal stabiele zijligging (lieft op linker zijde) met hoofd lager dan de benen.
- Shock bestrijden (zie § 2).
- Verdere behandeling (in een reanimatiecentrum):
 - Bij beschadiging van het longweefsel en bij mediastinaal emfyseem volstaan 100 % normobare O₂ en observatie.
 - Bij Pneumothorax zal de geneesheer lucht d.m.v. een holle naald (thoracocentesis) draineren.
 - Bij Pneumothorax is recompressie soms noodzakelijk.
 - Bij luchtembolie zal er nadien recompressie in een meerplaatscaisson plaatsvinden.
 - Bij pneumothorax of mediastinaal emfyseem mag men enkel herdrukken indien er een degelijk afzuigstelsel voor de thorax drainage is.
 - Zekerheid omtrent de aard van de longbeschadiging, heeft men na een RX van de thorax.

1.8.1. LONGBESCHADIGING of BESCHADIGING VAN HET LONGWEEFSEL

Oorzaak

- Longoverdruk (zie § 1.8).
- Scheuren van de longalveolen en hun bloedvaten.

Gevolg

- Onmiddellijk bij het bovenkomen kan de duiker een scherpe kreet slaken.
- Moeilijke en pijnlijke ademhaling.
- Pijnlijk hoesten en soms (helder rood) bloed spuwen (bloederig schuim).
- Bloed in de longblaasjes belemmert de gasuitwisseling.
- Shock is zeer waarschijnlijk.
- Als de letsels erg genoeg zijn kan de dood onmiddellijk volgen.

1.8.2. LUCHTEMBOLIE

Wordt ook aeroëmbolie, AGE (Arterial Gas Embolism = gasembolen in de slagaders) of CAGE (Cerebral Arterial Gas Embolism = gasembolen in de slagadertjes van de hersenen) genoemd.

Deze vorm van longoverdruk komt het meeste voor.

Het is de meest gevreesde verwikkeling van longoverdruk.

Bij CAGE is het ziektebeeld vaak moeilijk te onderscheiden van een decompressieziekte.

Hierdoor werden in het verleden reeds veel gevallen van CAGE aanzien als “niet verdiende decompressieongevallen”.

Bij longoverdruk manifesteren de symptomen zich normaal binnen enkele minuten.

Bij luchtembolie, is dit echter niet helemaal juist; symptomen treden soms meer dan 10 min. na de duik op.

Oorzaak

- Longoverdruk (zie § 1.8).
- Kleine luchtbelletjes komen via de beschadigde alveolaire wanden in de bloedbaan en verstoppen de capillaire bloedvaatjes.
- Luchtbelletjes, via longader naar het linker hart; van daar via de aorta naar alle organen van het lichaam.
- Luchtbelletjes gaan meestal, via de carotisslagader (halsslagader), naar de hersenen.
- De luchtbelletjes geraken klem in de kleine bloedvaten.
- Hetzelfde mechanisme als bij een decompressieongeval, alleen zijn het hier luchtbellen i.p.v. stikstofbellen.
- Als de paniekopstijging verder gaat, zullen de luchtbellen groter worden en bredere slagaders blokkeren.

Gevolg

- Door verstoppen van bloedvaten, krijgen weefsels achter de verstopping geen zuurstof meer (hypoxie).
- De symptomen hangen af van de lokalisatie van de bel.
- Neurologische verschijnselen, die meestal ernstig zijn (zie gevolg § 1.8.2.1), zijn het meest frequent.
- Hersenbeschadiging (zie § 1.8.2.1).
- Acute hartstilstand (zie § 1.8.2.2).

Behandeling

- De behandeling van luchtembolie is dringend.
- Medicatie (steroiden, Heparine, aspirine) blijkt nutteloos (vooral steroiden worden betwijfeld).
- Is het slachtoffer stabiel en zijn er enkel symptomen zoals bij decompressieongeval zichtbaar, breng hem dan over naar een herdrukkingskamer (hoe vlugger recompressie kan plaatsvinden, hoe beter).
- Bij falen van de vitale functies (hart en longen) of bij shock, onmiddellijk transport naar een urgentie- of reanimatiedienst (via “100” of “112”).
- Indien nodig CPR toepassen.
- 100 % normobare O₂ toedienen (minimum debiet 10 à 12 liter per minuut); zuurstof werkt anti-stollend.
- Vervoer in comfortabele V-houding (benen horizontaal en rug 30 graden geheld) of in stabiele zijligging (lieft op de linker zijde).
- De Trendelenburghouding (hoofd lager dan de romp) is af te raden omdat dit de druk in de adertjes van de hersenen verhoogt, waardoor de hersenfunctie nog verder aangetast wordt (hersenbeschadiging). Bij de positie benen hoger dan het hoofd, verhoogt eveneens de centrale druk in de aders, waardoor paradoxale embolie kan ontstaan (via een potentieel patent foramen ovale).

1.8.2.1. HERSENBESCHADIGING t.g.v. LUCHTEMBOLIE in de hersenen

Luchtbelletjes verstopping de arteriën (slagadertjes) in de hersenen.

Gevolg

- Plotse verlamming: hemiplegie (links of rechts), maar ook lokale verlamningsverschijnselen.
- Meestal bewusteloosheid of in coma.
- Evenwichtsstoornissen, blindheid, spraak-, geheugen- en gevoelsstoornissen kunnen optreden.
- Stuiptrekkingen.
- Ademhaling kan stoppen t.g.v. hypoxie.
- Shock (zie § 2).
- Hersendood of blijvende hersenletsels, als de getroffen hersenzones langer dan 3 minuten zonder zuurstof zitten (anoxie).

1.8.2.2. ACUTE HARTSTILSTAND t.g.v. LUCHTEMBOLIE in de bloedvaten van de hartspier

Massale aanvoer van luchtbellens in de bloedvaten van de hartspier.

Gevolg

- Stollingsverschijnselen rond de luchtembolen.
- Zelfde verschijnselen als bij een hartinfarct:
 - zeer plotse, zeer hevige pijn in de hartstreek.
 - hevige, drukkende en beklemmende pijn achter de borst, die kan uitstralen naar de linkerschouder, linkerhals, linkerrug en linkerarm.
 - slachtoffer is angstig en soms duizelig.
 - snelle ademhaling.
 - onregelmatige pols.
 - grijsblauwe verkleuring van de extremiteiten.
 - shockverschijnselen.
- Hartstilstand.
- Coma en dood.

1.8.3. PNEUMOTHORAX

Wordt ook wel eens klaplong genoemd.

Oorzaak

- Longoverdruk (zie § 1.8).
- Beschadiging van longalveolen aan het longoppervlak.
- Lucht in de ruimte tussen het longvlies en het borstvlies, waardoor het bestaande vacuüm verdwijnt.

Gevolg

- Door het scheuren van het longvlies sijpelt er lucht, eventueel met bloed, tussen ribben en long .
- Deze lucht zal uitzetten bij het verder stijgen.
- Plotse scherpe pijn in de borst
- Ineenschrompelen van de long.
- Geen gasuitwisseling meer.
- Duiker snakt naar adem, gejaagde ademhaling.
- Uitgezette lucht op het mediastinum, waar zich o.a. het hart bevindt.
- Door het uitzetten van lucht in het mediastinum, wordt er een druk op de nog intacte long uitgeoefend.
- T.g.v. de druk van de uitgezette lucht op het hart en de grote bloedvaten, heeft men een slechte bloedsomloop (vermindering van het circulerende bloedvolume); hierdoor kan shock ontstaan.
- Snelle, ondiepe, oppervlakkige ademhaling.
- Moeilijke en pijnlijke ademhaling.
- Borstkast beweegt asymmetrisch.
- Shock

1.8.3.1. SPANNINGSPNEUMOTHORAX

Het is een speciale vorm van pneumothorax, waarbij er bij elke inademing extra lucht in de ruimte tussen de longvliezen komt. Hierdoor wordt het probleem telkens vergroot.

Wordt ook wel eens ventielpneumothorax genoemd, alhoewel er hier een uitwendige beschadiging aan de basis ligt, terwijl een spanningspneumothorax veroorzaakt wordt door een inwendige overdruk.

1.8.4. MEDIASTINAAL EMFYSEEM en HALSEMFYSEEM

Dit type van longoverdruk komt veel minder frequent voor.

Mediastinaal emfyseem gaat bijna altijd gepaard met halsemfyseem.

Mediastinaal emfyseem wordt ook wel eens pneumomediastinum genoemd.

Luchtophoping onder de huid, zoals halsemfyseem, wordt ook wel eens subcutaan genoemd.

Afhankelijk van de ernst treden de symptomen onmiddellijk tot enkele uren na de duik op.

Oorzaak

- Longoverdruk (zie § 1.8).
- Luchtbellen verplaatsen zich langs de buitenkant van de bronchi (luchtpijpvertakkingen) en de bloedvatvertakkingen in de richting van het mediastinum (de ruimte waar zich het hart en de grote bloedvaten bevinden).
- In het gebied tussen beide longen (het mediastinum), hopen de luchtbellen zich op en kunnen van hieruit opstijgen tot in de hals.
- De lucht gaat zich ophopen onder en in de huid, meestal in de streek van de hals en het sleutelbeen.
- Lucht kan zich ook ophopen in de thorax, schouders, armen, benen, hoofd, en zelfs in het scrotum (teelbal).

Gevolg

- Stekende, borende pijn achter het borstbeen.
- Spraakverandering (rauwe stem, hese stem, Donald Duck-stem).
- Moeilijkheden met ademen, slikken en spreken.
- Uitgezette lucht drukt op het hart, de longen en de grote bloedvaten; hierdoor kan shock ontstaan.
- Slachtoffer kan een dikke, opgeblazen hals vertonen.
- Gezwollen hals die jeukeyg en pijnlijk aanvoelt t.g.v. halsemfyseem.
- De opgeblazen hals voelt bij palpatie aan zoals natte krakende sneeuw of crepiteert als eierschalen die men stuk wrijft (sneeuwkraken of crepitaties).

1.9. ONDERDRUK IN DE LONGEN

Dit barotrauma van de longen is beter gekend onder de benaming longoedeem of longsqueeze.

Oorzaak

- Maximum diepte van 30 meter, bij vrije duik, overschreden.
- De vitale capaciteit van de longen = 6 liter → op 30 meter diepte is het longvolume verminderd tot 1,5 liter (= residueel volume). Door samendrukken is de vitale longinhoud gelijk geworden aan het residueel volume.
- Onderdruk in duikpak en helm (die eraan bevestigd is), bij een helmduiker, door onvoldoende luchttoevoer.
- Snorkelen met een verlengde snorkel: vanaf $\pm 0,1$ bar drukverschil (1 m waterdiepte), is inademen voor de ademspieren niet meer mogelijk.

Gevolg

- Drukverschil van 0,1 bar op de alveolenwanden leidt tot zwelling van het longweefsel.
- Longoedeem (vloeistofophoping in de alveolen).
- Longsqueeze (bloedvocht wordt in de alveolen geperst).
- Kans op bewusteloosheid: door de relatieve onderdruk in de borstkas, kunnen de aders in de borstkas uitzetten t.g.v. de grotere bloedaanvoer. Eveneens kan er een draaiing van het hart voorkomen met gevaar voor hartbeschadiging.
- Kans op verdrinking.
- Afhankelijk van:
 - grootte van de vitale capaciteit.
 - soepelheid van de borstkas.
 - training.
 - uitzettingsvermogen van de bloedvaten in de borstkas.

Preventie

- Niet dieper vrij duiken dan 30 meter.
- Een tuba verlengen is levensgevaarlijk!
- D.m.v. bloodshift kan men het bloedvolume in de borstkas verhogen, zodat het residueel volume vermindert; zodoende wordt de vitale capaciteit groter.
- T.g.v. bloodshift verplaatst er zich ongeveer 1 liter bloed van de buikholtte naar de thorax.

Behandeling

- De bewusteloze snel uit het water halen.
- Zie ook verdrinking (§ 6.1) in geval van verdrinking.

2. SHOCK

Shock is een toestand waarbij de zuurstofvoorziening van de weefsels ontoereikend is. Het aanbod aan zuurstof is kleiner dan de vraag naar zuurstof.

In de meeste gevallen ontstaat shock door een ernstige stoornis van de bloedsomloop. De bloedvoorziening (= zuurstofvoorziening) van de weefsels is onvoldoende.

In eerste fase is shock omkeerbaar, in gevorderd stadium (bij gebrek aan de juiste behandeling) onomkeerbaar. Shock is niet hetzelfde als schok.

Doel

- Maximum hoeveelheid zuurstofrijk bloed naar de hersenen en het hart transporteren.
- Alleen belangrijke lichaamsdelen krijgen nog zuurstof.

Oorzaak

- Onvoldoende pompfunctie van het hart (veroorzaakt cardiale shock) t.g.v.:
 - hartinfarct, ritmestoornissen.
 - lucht in de kransslagaders bij longoverdruk met luchtembolen
- Intravasculair volume te klein of verlies (meer dan 15 % - 750 ml bij een volwassene) aan circulerend bloedvolume (veroorzaakt hypovolemische shock) t.g.v.:
 - inwendige of uitwendige bloeding (soms hemorrhagische shock genoemd), longoverdruk, een operatie.
 - plasmaverlies na een uitgebreide verbranding of verdrinking in zout water.
 - vochtuittrekking (oedeem) bij een decompressieongeval.
 - vochtverlies door:
 - braken.
 - langdurige diaree.
 - zweten.
 - urineverlies.
 - uitzetten van bloedvaten (soms neurogene shock genoemd) t.g.v.:
 - algemene verlamming van het lichaam.
 - ruggemergletsel.
- Obstakel ter hoogte van de grote bloedvaten (veroorzaakt hypovolemische shock), waardoor het hart geen zuurstofrijk bloed meer kan rondpompen t.g.v.:
 - longembolus: bloedklonter in de longslagader.
 - chokes: massale hoeveelheden N₂-bellen ter hoogte van de longcirculatie.
 - spanningspneumothorax: platdrukken van de grote bloedvaten.
 - Mediastinaal emfyseem: druk op het hart en de grote bloedvaten.
- Ernstige infecties, waardoor de aders uitzetten (veroorzaakt septische shock) t.g.v.:
 - tetanus.
 - hondsdolheid.
- Bloedvergiftiging door hevige immunoreacties, waardoor de bloedvaten extreem uitzetten (veroorzaakt anafylactische shock) t.g.v.:
 - allergie op bijensteek, kwallenbeet, steek van vis, ...
 - bepaald voedsel.
 - geneesmiddelen.
 - bloedverandering (hemolyse) na bloedtransfusie met verkeerd bloed.
- Totale omkeer van de temperatuur.
- Hydrocutie: bradycardie door contact met water, waardoor de hersenen te weinig bevoeding krijgen doordat de bloeddruk sterk daalt.
- Slecht functioneren van de longen, zuurstoftekort (bv. bilaterale longontsteking).
- Vermindering van het circulerende bloedvolume (hypovolemie) t.g.v. een ingewikkelde storing van de perifere en de centrale bloedcirculatie.

Gevolg

- Pre-shock of gecompenseerde shock om de circulatie op peil te houden en zodoende de vitale organen van de nodige zuurstof te voorzien:
 - bloedvaten trekken samen, waardoor de bloeddruk op peil kan blijven.
 - hartfrequentie stijgt om het zuurstofrijk bloed sneller rond te pompen.
 - ademhalingsfrequentie verhoogt, waardoor het overblijvende bloed sneller van zuurstof voorzien wordt.
- Als de mechanismen van pre-shock niet meer voldoen, krijgt men zuurstoftekort in de weefsels.
- Door zuurstoftekort in de weefsels ontstaat al naar gelang van de oorzaak: cardiale shock, septische shock, anafylactische shock of hypovolemische shock:
 - cellen schakelen voor hun energiebehoefte over op een andere, minder efficiënte verbranding zonder zuurstof (anaërobe stofwisseling). Hierbij wordt veel melkzuur wordt geproduceerd.
 - verandering bloedsamenstelling: stolling en verzuring (acidose).
 - ophoping van bloedplaatjes en rode bloedlichaampjes in de kleine bloedvaten: sludge (bezinsel).
 - necrose en afbraak van de cellen door de lysosomen, met de dood tot gevolg.

Symptomen

- Bleekheid, marmerachtig uitzicht.
- Zweten, klamme huid.
- Koude en blauwachtige huid (cyanose).
- Koude handen en voeten.
- Versnelde, ondiepe ademhaling.
- Snelle, zwakke polsslag.
- Bloeddruk: aanvankelijk normaal, soms zelfs verhoogd, uiteindelijk te lage bloeddruk.
- Gevoel van dorst.
- Bewustzijnsvermindering, verwardheid, onrust (zuurstoftekort ter hoogte van de hersenen).
- Meestal bewusteloos.
- Verminderde urine-afscheiding (nieren krijgen te weinig bloed; kenmerk o.a. bij decompressieongeval).

Behandeling

- Patiënt kalmeren, geruststellen en opbeuren (zeer belangrijk); hoe rustiger, hoe minder zuurstofverbruik.
- Eventuele bloedingen stelpen door rechtstreekse druk op de wonde. Uitzonderlijk een lidmaat afsnoeren met een knevel.
- Slachtoffer niet alleen laten.
- Afkoeling voorkomen door het slachtoffer van de grond te isoleren en warm toe te dekken met jassen, dekens, aluminiumfolie, enz (koude doet rillen, waardoor veel zuurstof verbruikt wordt).
- Zeker geen warmte toedienen (warmte doet bloedvaten verwijderen, wat bloed onttrekt aan de hersenen).
- Maak knellende kleding los.
- Zorg voor vrije luchtwegen.
- Voor auto-infusie zorgen (om de centrale vulling te verhogen), door het slachtoffer horizontaal te leggen en de benen hoger dan het hoofd (Trendelenburghouding) te plaatsen (niet bij cardiale shock).
- Bij bewusteloosheid: stabiele zijligging en benen hoger dan het hoofd leggen.
- Vitale functies regelmatig controleren (bewustzijn, ademhaling, pols).
- Hulp (laten) roepen (100, 112, ...)
- Eventueel CPR (reanimatie) starten.
- 100 % normobare O₂ toedienen (heeft een anti-shock werking).
- Water toedienen (enkel indien de patiënt hier zelf om vraagt) om een hypovolemische shock te vermijden.
- Onmiddellijk naar een ziekenhuis voor verdere medische zorgen:
 - circulerend bloedvolume verhogen, bloedindikking vermijden, vetembolie en stollingsstoornissen verhinderen door een infuus met bloedplasma, plasma-expander zoals dextran (rheomacrodex), bloed of toedienen van vocht.
 - bij een cardiale shock is de verbetering van de hartwerking noodzakelijk; hiertoe gebruikt men inotropica zoals: dopamine, dobutamine, levophed, corotrope, ...
 - (corticosteroiden).
 - natriumbicarbonaat tegen acidose.

3. (GAS)VERGIFTIGINGEN of TOXISCHE ONGEVALLLEN

De wet van Dalton ligt aan de basis van deze ongevallen.

3.1. STIKSTOFNARCOSE of DIEPTEDRONKENSCHAP

Stikstofnarcose of N₂-vergiftiging wordt ook wel eens de “roes der diepte” genoemd.

Oorzaak

- N₂ heeft bij een verhoogde partiële N₂-druk een schadelijke werking op het zenuwstelsel.
- Stikstof is een inert gas dat, net zoals argon, zeer goed in de vethoudende bestanddelen van de celmembranen oplost en deze doet zwellen.
- De normale pulsoverdracht tussen de zenuwcellen in de hersenen is gestoord of zelfs geblokkeerd t.g.v. de gezwollen celmembranen.

Symptomen

- Plots lijkt iemand dronken en doet rare dingen (bv. mondstuk uitnemen, zwaaien met de armen).
- De symptomen lijken sterk op die van een teveel aan alcohol.
- Hoe dieper we gaan, hoe erger de symptomen.
- Een licht gevoel in het hoofd.
- Prettige en opgewekte stemming (euforie), men voelt zich zalig.
- Soms treden er ongegronde angst- en schrikreacties als beginsymptoom op.
- Afname van de concentratie.
- Overdreven zelfzekerheid, men durft alles, gevoel van grote kracht.
- Vermindering van de verantwoordelijkheid.
- Afname van het denkvermogen, aantasting van het denkvermogen, het is moeilijk om te redeneren.
- Dubbel zien (het uurwerk of de duikcomputer is moeilijk af te lezen).
- Men raakt de kompasrichting kwijt.
- Soms paniekstemming.
- Gestoorde motorische coördinatie.
- Versuffing, bewusteloosheid en bewegingloos (catatonie) als diepte > 90 meter.

Opmerking

- De symptomen worden (meestal) niet door het slachtoffer zelf herkend.
- Meestal merkt de buddy de stikstofnarcose het eerst op, door vreemd gedrag van de duiker.
- Ervaren duikers herkennen de symptomen bij zichzelf en kunnen adequaat reageren.
- De gevoeligheid neemt toe bij een stijging van de CO₂ t.g.v.:
 - alcoholgebruik, drugs, medicijnen, kalmeermiddelen.
 - stress, angst.
 - koude.
 - vermoeidheid, slaapgebrek, jetlag.
 - inspanning.
 - duisternis, slecht zicht.
 - hypercapnie (CO₂-vergiftiging).

Behandeling

- Men brengt het slachtoffer gewoon een tiental meter omhoog (of boven de 30 meter) en de symptomen verdwijnen.

Preventie

- Ongeoefende en beginnende duikers niet dieper dan 30 meter.
- Getrainde duikers niet dieper dan 50 meter.
- Elkaar goed in het oog houden tijdens diepe duiken.
- Doe uw mededuker bij de minste symptomen onmiddellijk stijgen!
- Goede fysieke conditie.
- Veel duiken; hierdoor zou men zijn grens kunnen verleggen (gewenningseffect).
- Niet te diep duiken als men vermoeid is.
- Geen alcohol drinken voor de duik, zeker niet als men een diepe duik plant.

3.2. ZUURSTOFVERGIFTIGING

Het menselijk lichaam heeft zuurstof nodig om te functioneren. Zuurstof vormt echter schadelijke stoffen (vrije radicalen) in het menselijk lichaam. Bij normale partiële zuurstofdrukken kan het lichaam de schadelijke werking via bepaalde beschermingsmechanismen of stoffen (o.a. vitamine E) neutraliseren.

3.2.1. HYPEROXIE

Teveel aan zuurstof.

Duiken met zuivere zuurstof, als pp O₂ ≥ 1,5 bar (zie Paul Bert § 3.2.1.1).

Duiken met lucht, als pp O₂ > 2 bar (zie Paul Bert effect § 3.2.1.1).

Duiken met nitrox, bij overschrijden van het max. pp O₂ of de NOAA-limiet (zie cursus Nitrox).

Langdurige behandeling met O₂ in een recompressiekamer (zie Lorrain-Smith effect § 3.2.1.2), met een partiële zuurstofdruk > 0,5 bar en < 2,8 bar.

3.2.1.1. PAUL BERT EFFECT of VERGIFTIGING VAN HET CENTRALE ZENUWSTELSEL (CZS)

Veel symptomen van zuurstofvergiftiging gelijken op die van stikstofnarcose! Er is dan ook veel kans dat vele ongevallen op grotere diepte, waarvan de oorzaak in het verleden werd toegeschreven aan stikstofnarcose, te wijten waren aan CZS-zuurstofvergiftiging.

Oorzaak

- Verhoogde pp O₂ tast zenuwcellen van de hersenen aan; enzymen die rustgevend werken op de hersenen, worden bij verhoogde pp O₂ geneutraliseerd (kortsluiting in de hersenen = convulsies).
- Bij zuivere zuurstof pp O₂ ≥ 1,5 bar (5 meter), vroeger was dit 1,7 bar (7 meter).
- Bij perslucht pp O₂ > 2 bar (90 meter), tegenwoordig gebruikt men de norm van nitrox.
- Bij nitrox pp O₂ > 1,6 bar (volgens NOAA). Om veiligheidsredenen is deze waarde (bij NELOS) verlaagd naar max. 1,5 bar of max. 1,4 bar bij inspanning.
- Overschrijden van de NOAA pp O₂ tijdlimiet bij het duiken met nitrox (zie cursus nitrox).

Gevolg

- Spiersamentrekkingen: vooral de gelaatspiers rond mond en lippen.
- Nausea: misselijkheid en braakneigingen.
- Ademhalingsmoeilijkheden: meer ademweerstand, moeilijker diep ademen, kuchen.
- Psychisch: gedragsverandering zoals geïrriteerdheid, angst, euforie, verwarring.
- Duizeligheid: vertigo, plotseling onhandig, gebrek aan coördinatie.
- Ogen: visuele stoornissen zoals tunnelzicht en lichtflitsen.
- Oren: oorsuizingen (tinnitus), auditieve hallucinaties (belgerinkel, kloppen).
- Stuiptrekkingen: convulsies zoals de hevige krampaanvallen bij een epileptische aanval.
- Hoe hoger de zuurstofdruk, hoe eerder de krampaanvallen optreden.
- Elk symptoom kan zowel afzonderlijk als in combinatie met andere symptomen voorkomen.
- Andere symptomen:
 - onaangename geuren en smaken.
 - paresthesieën.
 - transpiratie en gezichtsbleekheid.
 - verminderde spiercoördinatie.
 - vermoeidheid.
 - bradycardie.
 - verhoogde bloeddruk.
 - zie ook symptomen bij hypoxie (§ 3.2.2).

Opmerking

- Zuurstofvergiftiging treed onmiddellijk en meestal zonder waarschuwing op. Enkel spiersamentrekkingen en ademhalingsmoeilijkheden kunnen een voorbode zijn.
- Het moment van optreden van CZS-vergiftiging is niet voorspelbaar (telkens verschillend).
- Herhaalde blootstelling aan hogere partiële zuurstofdrukken kan de duiker gevoeliger maken voor CZS-vergiftiging. Er treedt geen gewenning op, wat betreft CZS-zuurstofvergiftiging.
- Hyperoxie treed sneller op in koud water.
- De gevoeligheid voor O₂ neemt toe als er zich meer CO₂ in het bloed bevindt (CO₂ veroorzaakt vasodilatatie, waardoor er meer O₂ naar de hersenen gaat).
- Bepaalde stoffen, zoals geneesmiddelen, verhogen of verlagen de gevoeligheid voor CZS-vergiftiging. (Vb. cortisone en pillen tegen alcoholverslaving, zoals Antabuse, verhogen de gevoeligheid).

Behandeling

- Beëindig onmiddellijk de duik bij de geringste symptomen of het vermoeden ervan.
- Bij convulsies, wachten tot ze voorbij zijn alvorens men de duiker naar boven brengt (mondstuk in de mond houden en hoofd in hyperstrekking).
- De symptomen verdwijnen na de stopzetting van de blootstelling aan de verhoogde zuurstofdruk.

Preventie

- Met zuivere zuurstof niet dieper dan 5 meter (pp O₂ = 1,5 bar).
- Met perslucht niet dieper dan 70 meter (pp O₂ = 1,6 bar) en zeker niet dieper dan 90 meter (pp O₂ = 2 bar).
- Bij het duiken met nitrox, de duik grondig plannen en de limieten respecteren (zie cursus Nitrox).
- Geen “skip-breathing”.
- Geen fysieke inspanningen en niet duiken in te koud water (max. 100 Watt en min. 10° C).

3.2.1.2. LORRAIN-SMITH EFFECT of VERGIFTIGING VAN DE LONGEN

Oorzaak

- Langdurig (meer dan 3 uur) zuurstof inademen onder lage druk (pp O₂ minimum 0,5 bar).
- In een recompressiekamer zuurstof inademen met een pp O₂ tot maximum 2,8 bar à 3 bar.

Gevolg

- Longletsels of longontstekingen.
- Aantasting surfactant van de longalveolen.
- Moeilijke, diepe ademhaling (na 4 uur als pp O₂ = 2 bar).
- Hoesten (na 6 uur als pp O₂ = 2 bar).
- Branderig gevoel achter borstbeen (na 8 uur als pp O₂ = 2 bar).
- Erge pijn en hoest (na 9 uur als pp O₂ = 2 bar).

Opmerking

- Bij gewone persluchtduiken kan dit niet voorkomen, aangezien de duiktijd te kort is.
- Enkel behandeling in een (multi)caisson kan dit ziektebeeld opleveren.
- Bij pp O₂ ≥ 0,21 bar < 0,5 bar duurt het 24 uur vooraleer het effect optreedt.

Behandeling

- Stopzetten van de blootstelling aan de verhoogde zuurstofdruk.
- Meestal is er snel beterschap.
- Ongemak achter het borstbeen en beperkte ademhalingsmoeilijkheden kan verschillende dagen aanhouden.

Preventie

- Luchtpauze inlassen, waarbij we gewone lucht aan 1 bar inademen.
- De OTU-waarden (Oxygen Tolerance Unit) niet overschrijden (zie cursus Nitrox).
- Bij nitrox-duiken de NOAA-tijdslimieten respecteren (zie cursus Nitrox).

3.2.2. HYPOXIE

Te weinig zuurstof in de weefsels.

Hypoxie veroorzaakt geen echte ongemakken of pijn, daarom wordt het moeilijk opgemerkt.

Veel symptomen zijn niet typisch voor een hypoxietoestand, maar kunnen ook bij vergiftigingen voorkomen.

Oorzaak

- pp O₂ < 0,16 bar (lichte hypoxietoestand).
- pp O₂ ≤ 0,12 bar (ernstige hypoxietoestand).
- Lege duikflessen.
- Roest in de duikfles.
- Shock.
- Verdrinking.
- Longoverdruk.
- Decompressieziekte.
- CO-vergiftiging.
- Skip-breathing.

Gevolg

- Vanaf $pp\ O_2 \leq 0,10$ bar is er zuurstofgebrek in de hersenen; geeft bewusteloosheid met dood tot gevolg.
- Cyanose of blauwe verkleuring (hemoglobine bevat te weinig zuurstof) van aangezicht, lippen, slijmvliezen en vingers. Behalve als zuurstoftekort een gevolg is van CO-vergiftiging (zie § 3.5).
- Polsslag zal versnellen (in normale omstandigheden blijft het bloed immers langer in de longen dan nodig is om de hemoglobine te satureren met zuurstof. Als de polsslag versnelt, zal het bloed sneller zuurstof transporteren).

Symptomen (deze kunnen ook het gevolg zijn van een vergiftiging)

- Diepere ademhaling.
- Cyanose (blauwe verkleuring) van aangezicht, lippen, slijmvliezen en nagelbedden.
- Bleke huid.
- Verminderde spiercoördinatie.
- IJl gevoel in het hoofd.
- Hoofdpijn (één van de voornaamste symptomen van hypoxie).
- Vermoeidheid.
- Duizeligheid.
- Misselijkheid.
- Verdoofd gevoel.
- Warm en koud gevoel.
- Tintelingen in de handen en voeten.
- Troebel zicht.
- Tunnelzicht.
- Apathie.
- Verwarring.
- Ongerustheid.
- Agressiviteit.
- Euforie.
- Verminderd inschattingsvermogen.
- Trager denken.
- Vertraagde reactietijd.
- Geheugenstoornissen.
- Bewusteloosheid.
- Dood.

Opmerking

- De gevoeligheid neemt toe bij alcoholgebruik, slaapgebrek en bij inspanning waarbij de stijging van CO_2 de belangrijkste oorzaak is.
- Hoe lager de $pp\ O_2$ wordt, hoe sneller hypoxie optreedt en hoe ernstiger de symptomen zijn.
- Verhoogde inspanning leidt tot verhoogd zuurstofverbruik en bijgevolg tot eventueel zuurstoftekort.
- Hoge of lage temperaturen werken belastend op het lichaam en verlagen de hypoxietolerantie.
- Individuele tolerantie varieert in de tijd t.g.v. o.a. stress, voeding, vermoeidheid, geneesmiddelen, ...
- De symptomen treden sneller op als de zuurstofvermindering snel verloopt, bij zware inspanningen en bij vochtverlies.
- Hypoxie leidt tot een vermindering van de intellectuele capaciteiten, waardoor op kritieke momenten geen of verkeerde beslissingen genomen worden.
- Het grootste gevaar van hypoxie is het feit dat de duiker de symptomen niet bij zichzelf herkent.

Preventie

- Goede fysieke conditie.
- Geen zware inspanningen tijdens de duik.
- Drink geen alcohol voor de duik.
- Lichaam goed hydrateren voor de duik.
- Goed onderhoud van de duikfles; roestvorming in de fles heeft in het verleden reeds slachtoffers gemaakt.

Behandeling

- Toedienen van zuurstof.
- Reanimeren indien nodig.

3.2.3. ANOXIE

Weefsels krijgen geen zuurstof meer.

Oorzaak

- bv.: hartstilstand, decompressieongeval, luchtembolie.
- Vergevoerde hypoxie.

Gevolg

- Bewusteloosheid.
- Ademhalingsstilstand.
- Dood.

Behandeling

- Reanimatie.

3.3. KOOLDIOXIDEVERGIFTIGING of HYPERCAPNIE

CO₂ (koolzuurgas) is een sterke stimulans voor de ademhaling.

In normobare omstandigheden is vooral zuurstoftekort (hypoxie) de oorzaak van hijgtoestand.

In hyperbare omstandigheden (tijdens het duiken) is het geen zuurstof tekort maar een stijging van het CO₂ in de weefsels en in het bloed dat de hijgtoestand uitlokt.

Een teveel aan CO₂ in ons lichaam ($\geq 5\%$ CO₂ = pp CO₂ $\geq 0,05$ bar), wordt hypercapnie genoemd.

In de atmosfeer is reeds 0,03 % CO₂ aanwezig (pp CO₂ $\geq 0,0003$ bar bij normobare omstandigheid).

Oorzaak

- Uitwendige en accidentele oorzaken (zie § 3.3.1).
- Inwendige en metabolische oorzaken (zie § 3.3.2).

Gevolg

- Sneller en dieper ademen: dit noemt men hijgen of buiten adem geraken (essoufflement).
- Nadien oppervlakkige ademhaling = onvoldoende ventilatie, dit leidt tot hypoxie en bewusteloosheid.
- Bewusteloosheid.
- In normobare omstandigheden zorgt:
 - 3 % CO₂ (pp CO₂ $\geq 0,03$ bar) voor het opvoeren van de ademhaling.
 - 5 % CO₂ (pp CO₂ $\geq 0,05$ bar) voor kortademigheid en hoofdpijn.
 - 10 % CO₂ (pp CO₂ $\geq 0,10$ bar) voor verlies aan beoordelingsvermogen.
 - 12 % CO₂ (pp CO₂ $\geq 0,12$ bar) voor bewusteloosheid.
- CO₂ kan kernen vormen, waarrond zich stikstofbellen kunnen vormen (zie decompressieziekte, § 5).
- Hypercapnie verhoogt de kans op CZS-vergiftiging (zie § 3.2.1.1) en stikstofnarcose (zie § 3.1).
- De lichaamstemperatuur daalt sneller als de weefsels met CO₂ verzadigd zijn (zie § 6.2).
- Zie ook symptomen bij hypoxie (§ 3.2.2).

Behandeling

- Essoufflement behandelen (zie § 3.3.3).
- Toedienen van zuurstof.
- Reanimeren indien nodig.

3.3.1. UITWENDIGE OORZAAK

Oorzaak

- Onvoldoende ventilatie van de longen door de verhoging van de dode ruimten der luchtwegen.
- Een snorkel die te lang en te nauw is (grote dode ruimte).
- Inertie van de ontspanner (weerstand bij het uitademen) en grotere dode ruimte.
- Duikflessen gevuld met lucht, rijk aan CO₂. Meestal t.g.v. een slecht werkende compressor, slechte filters of door vervuilde lucht aan te zuigen.
- Bij dieper duiken wordt de pp CO₂ groter en kan toxisch worden (bewusteloos als pp CO₂ ≥ 0,12 bar).
- Te geringe luchtuitwisseling bij helmduikers.
- Te geringe luchtverversing in een drukkamer (caisson).
- Bedieningsfouten van kringloopapparaten (rebreather):
 - ademkalk heeft een beperkte opnamecapaciteit voor CO₂ en moet vervangen worden voor de duik.
 - nat geworden ademkalk kan geen CO₂ binden.
 - ademkalkpatroon niet volledig gevuld, waardoor er kanaalvorming tussen de in- en uitgang van het patroon kan ontstaan.

Preventie

- Een goede ventilatie die de afvoer van CO₂ verzekert.
- Degelijk materiaal gebruiken (kleine dode ruimten en weinig weerstand bij uitademen).
- Zuivere lucht gebruiken voor het vullen van de flessen.

3.3.2. INWENDIGE OORZAAK

Oorzaak

- Spierarbeid en inspanning vraagt meer verbranding van het metabolisme; CO₂ zal stijgen.
- Onvoldoende ventilatie van de longen, door oppervlakkige en langzame ademhaling.
- Vermoeidheid voor de duik (dit betekent ophoping van CO₂ in de weefsels).
- Lichaamstemperatuur op peil houden in koud water.
- Emotie zoals angst, paniek of stress (kunnen voor een snelle en oppervlakkige ademhaling zorgen).
- “Skip-breathing” (spaarzaam ademen of bewust “luchtsparen”): diep inademen en de lucht vasthouden om lucht te sparen of om stabiel te kunnen fotograferen).
- Het ademhalingsgas is dikker op diepte (lucht weegt op 60 m diepte 7 x meer dan op zeeniveau), zodat de weerstand in de bronchenboom vergroot: de ventilatie gaat niet in laminaire stromingen zoals in normobare omstandigheden, maar in turbulente stromingen. Het uitademen vergt dus meer spierarbeid en veroorzaakt meer koolstofdioxide.
- Vanaf 40 meter waterdiepte ontstaat door de verhoogde ademgasdichtheid een extra belasting van de ademhalingspijpen, wanneer gedurende langere tijd een verhoogde ademfrequentie en ademhalingsdiepte nodig zijn.
- Volgens de theorie van Gesell heeft in hyperbare omstandigheden de hemoglobine van de rode bloedlichaampjes een grotere affiniteit voor O₂ dan voor CO₂. Het gevolg hiervan is dat CO₂ moeilijker vervoerd wordt voor het uitscheidingsproces (diffusie) ter hoogte van de longalveolen.
- Geoefende duikers hebben een grotere weerstand tegen hypercapnie; ze voelen dus de eerste symptomen niet. Het gevaar bestaat dat het eerste symptoom plotse bewusteloosheid is.

Preventie

- Je limieten kennen.
- Niet tegen de stroming inzwemmen.
- Beschermen tegen de koude.
- Regelmatig ademen (adem niet inhouden, het zogenaamde ‘skip-breathing’ vermijden).
- Gecontroleerde ademhaling (niet kort of oppervlakkig in- en uitademen).
- Voldoende ventileren.
- Angsten kunnen beheersen.
- Goede fysieke conditie.
- Bewegingen aanpassen aan het duiken; houding en zwemstijl.
- Geen overdreven inspanningen doen onder water, inspanningen doseren.
- Een duiker moet zijn ademhaling niet aanpassen aan de inspanning, maar zijn inspanning aan zijn ademhaling.

3.3.3. ESSOUFFLEMENT

Frans uitdrukking voor “buiten adem zijn”.

Is een vorm van CO₂-vergiftiging die vooral (maar niet noodzakelijk) op grote diepte optreedt, bij zware inspanningen.

Ook wel diepتهyperventilatie genoemd.

Oorzaak

- Hypercapnie (zie § 3.3).

Preventie

- Zie bij preventie uitwendige oorzaak (§ 3.3.1).
- Zie bij preventie inwendige oorzaak (§ 3.3.2).

Behandeling

- Activiteiten onmiddellijk staken (spierarbeid staken).
- Niet in paniek geraken (gevoel dat men te weinig lucht krijgt).
- Gecontroleerd stijgen met het reddingsvest om het ademhalingsgas, zo dun mogelijk, te kunnen inademen.
- Breng de ontspanner in een goede positie om een optimale uitademing te bekomen (bij de eentrapsontspanner op de rug gaan liggen, bij de tweetrapsontspanner op de buik gaan liggen).
- Controleren van de ademhaling: diep uitademen.

3.4. HYPOCAPNIE

Kan uitzonderlijk voorkomen tijdens een duik.

Het is een zeer angstwekkende ervaring.

Oorzaak

- Hyperventilatie voor de vrije duik (zie langdurig hyperventileren § 4.1.2).
- Hyperventilatie t.g.v. angst of paniek tijdens een bepaalde duiksituatie.

Gevolg

- De concentratie van CO₂ wordt zeer laag, zodat de adem prikkel wordt uitgesteld.
- De hersendoorbloeding vermindert t.g.v. vasoconstrictie van de hersenbloedvaten door CO₂ tekort.
- Hypoxie t.g.v. een verminderde zuurstofvoorziening in de hersenen door de vaatvernauwing.
- Tintelingen in de ledematen.

Behandeling

- Niet in paniek geraken!
- Onderbreken van de ademhaling; onmiddellijk stoppen met hyperventileren.

3.5. KOOLMONOXIDEVERGIFTIGING

Eén molecule hemoglobine kan 4 moleculen O₂ binden, maar CO verbindt zich 250 à 300 maal gemakkelijker met de hemoglobine (Hb) dan O₂ en vormt carboxyhemoglobine COHb. Bovendien maakt CO zich minder gemakkelijk los. COHb is niet meer beschikbaar voor O₂ transport.

Koolmonoxide is een reuk- en smaakloos gas, dat gevormd wordt bij een onvolledige verbranding.

Oorzaak

- Aanzuig compressor bevindt zich in de buurt van de uitlaat van de aandrijfmotor (verbrandingsmotor).
- Kleinere hoeveelheden CO krijgen een grotere partiële druk op diepte, zodat de hemoglobine wordt verzadigd met koolmonoxide.
- Personen die van natuur al reeds meer CO in het bloed hebben dan normaal; rokers en bewoners van met uitlaatgassen besmette gebieden.

Gevolg

- Dank zij de verhoogde pp O₂ op diepte, zit er echter nog genoeg O₂ in het bloedplasma.
- De verschijnselen van CO-vergiftiging treden maar pas op tijdens het stijgen.

Symptomen

- Lichte hoofdpijn bij minder dan 20 % COHb.
- Duizeligheid.
- Misselijkheid.
- Braken.
- Ernstige hoofdpijn met afname van het denkvermogen bij meer dan 20 % COHb.
- Algemene spierslapte.
- Snelle polsslagen.
- Snelle en zwakke ademhaling.
- Hypoxie (zie ook symptomen bij hypoxie § 3.2.2).
- Dikwijls rode gelaatskleur en kersrode lippen (hemoglobine met CO geeft felrode kleur).
- Krampaanvallen.
- Bewusteloosheid bij meer dan 50 % COHb.
- Dood bij meer dan 70 % COHb.
- De rode lichaamskleur verschijnt meestal maar pas nadat de dood ingetreden is.

Preventie

- Aanzuig van de compressor moet zuivere lucht aanzuigen.
- Duizeligheid en hoofdpijn = duik beëindigen.

Behandeling

- In een omgeving met veel verse lucht brengen.
- 100 % zuurstof toedienen.
- CPR kan noodzakelijk zijn.
- Een recompressiekamer, met zuurstof onder druk, kan levensreddend zijn.

3.6. ANDERE CONTAMINANTEN

Duikflessen die inwendig gecontamineerd zijn kunnen eveneens toxische ongevallen veroorzaken.

3.6.1. OLIE IN DE ADEMLUCHT

Oorzaak

- Slecht onderhoud van de compressor.
- Resten van olie na de keuring van de duikfles.

Gevolg

- Olie in de ademlucht smaakt slecht.
- Olie ontbindt in koolwaterstoffen: sommige zijn kankerverwekkend.
- Kan astma uitlokken.
- Hoofdpijn.
- Kan materiaaldefecten veroorzaken.

3.6.2. WATER IN DE DUIKFLES

Oorzaak

- Waterafscheider van compressor werkt niet.
- Flessen vullen terwijl ze gekoeld worden met water (vormt condensatie).

Gevolg

- Water veroorzaakt corrosie.
- Als stalen cilinders gevuld zijn en lange tijd niet gebruikt worden, kan het roestproces zoveel zuurstof verbruiken dat er bij het gebruik van de duikfles hypoxie (zie § 3.2.2) optreedt.

3.6.3. STIKSTOFOXIDES

Stikstofoxides zoals NO en NO₂ zijn zeer irriterend en kunnen hoestaanvallen uitlokken.

4. GEVAREN VAN DE VRIJE DUIK

4.1. HYPERVENTILATIE

Door hyperventilatie:

- opname van extra O₂ (theoretisch).
- verminderen van de normocapnie (normaal 3 à 4 % CO₂ = 0,03 à 0,04 bar in de hersenen).
- hypocapnie: daling pp CO₂ (ademprikkel wordt uitgesteld).
- hyperventilatie van bv. 1 minuut stelt de ademprikkel uit, zodat de apnea met 50 % verlengd wordt.

4.1.1. ZWEMBAD BLACK-OUT (SYNCOPE)

Oorzaak

- Hyperventilatie van bv. 1 minuut.
- O₂-peil in hersenen te laag, voordat de ademprikkel komt.
- CO₂-vermindering in het bloed geeft ook een vasoconstrictie van de hersenbloedvaten. De hersenen krijgen hierdoor minder zuurstof.

Gevolg

- Zonder teken valt men plotseling bewusteloos tijdens de apnea.
- Grote kans op verdrinking.

Preventie

- Nooit alleen een apnea doen.
- Tijdens de apnea een beetje lucht uitblazen via bril of mond, om de longen te ventileren.
- Lucht via de neus uit duikbril zuigen en er terug in blazen, om de longen te ventileren tijdens een apnea.
- Oppassen bij langdurig hyperventileren (zie § 4.1.2).

Behandeling

- De bewusteloze snel uit het water halen.
- Zie ook verdrinking (§ 6.1).

4.1.2. LANGDURIG HYPERVENTILEREN

Oorzaak

- Langer dan 2 à 3 minuten hyperventileren.
- Door CO₂-daling zullen de bloedvaten van de hersenen langzaam vernauwen, waardoor hun zuurstofvoorziening langzaam daalt.

Gevolg tijdens het hyperventileren

- IJl gevoel in het hoofd.
- Duizeligheid.
- Wazig zicht.
- Oorsuizingen.
- Hoofdpijn.
- Flauwte, syncope.

Gevolg voor onze stofwisseling

- Prikkeling om de mond en in de vingers (door CO₂-daling).
- Geleidelijk toenemende krampen en tintelingen in de handen.

Preventie

- Hyperventilatie mag maar 1/3 van de tijd, nodig om de eerste symptomen van duizeligheid te bereiken, duren. (Meestal is 1/3 van de tijd = 20 seconden).
- Nooit langer dan 1 minuut hyperventilatie.
- 10 à 15 seconden voor de apnea stoppen met hyperventilatie.

Behandeling

- Onmiddellijk stoppen met hyperventileren, als men duizelig wordt.

4.2. LONGOEDEEM of LONGSQUEEZE

Zie bij het barotrauma “onderdruk in de longen” (§ 1.9).

4.3. SYNCOPALE AFSPRAAK OP 7 METER DIEPTE

Komt voor bij het stijgen na een apnea.

Ook opstijg black-out genoemd.

Oorzaak

- Daling pp O₂ bij het opstijgen.
- Zuurstofverbruik wegens inspanning bij het naar boven komen.
- Te laat opgestegen t.g.v. voorafgaande hyperventilatie waardoor de pp CO₂ onder zijn alarmpeil bleef.
- Hartritme vermindert (bradycardie) steeds tijdens de apnea t.g.v. het duikreflex.
- Door met het hoofd naar achteren gestrekt naar de oppervlakte te kijken, zijn er receptoren in de halsslagaders die geactiveerd worden en het hartritme nog verder verlagen.
- Tijdens stijgen vermindert de hydrostatische druk, waardoor er meer bloed naar de periferie terugstroomt.

Gevolg

- Syncope tussen de 10 meter en de oppervlakte.
- Bewustzijnsverlies t.g.v. zuurstof- en bloedtekort in de hersenen.
- Grote kans op verdrinking.

Preventie

- Nooit alleen vrij duiken.

Behandeling

- De bewusteloze snel uit het water halen, anders kans op verdrinking.
- Zie ook verdrinking (§ 6.1).

4.4. TARAVANA

Zie decompressieongeval bij vrije duik (§ 5.5).

4.5. OPMERKING

Vrije duik tijdens de zwangerschap is af te raden.

5. DECOMPRESSIEONGEVAL

Biofysisch ongeval, steunend op de wetten van: Dalton, Boyle-Mariotte, en Henry.

De ernst van de aandoening kan variëren van zeer licht tot levensbedreigend.

Tijdens het stijgen en na het uitvoeren van de decompressietrappen zijn er steeds bellen aanwezig van ongeveer 10 microns groot. Deze hebben echter geen decompressieongeval tot gevolg en worden 'microbellen', 'silent bubbles' of 'infraklinische bellen' genoemd.

Niet elke bel die zich in het arterieel systeem begeeft veroorzaakt een calamiteit (noodleidende toestand): bellen met een diameter < 25 microns kunnen ongehinderd passeren en vele weefsels hebben voldoende alternatieve bloedvoorziening.

Oorzaak

- Overschrijden van het kritische oververzadigingscoëfficiënt.
- Niet respecteren van de decompressietabellen of deco-computers.
- Overdreven inspanningen voor, tijdens en na de duik.
- Door beschadiging van het longweefsel.
- Bezwarende factoren (zie § 5.3).

Gevolg

- Zie ook symptomen van het decompressieongeval (§ 5.1).
- Belvorming, macrobellen, stationaire bellen (veroorzaken bends), circulerende bellen (veroorzaken verstopping van een bloedvat), decompressieziekte (caissonziekte).
- N₂-bellen via carotisslagader naar de hersenen:
 - hemiplegie (links of rechts lam t.g.v. bel in de hersenen).
 - convulsies
 - spraakstoornissen.
 - blindheid.
 - gevoelsstoornissen.
- N₂-bellen via aorta naar het ruggenmerg:
 - paraplegie (onderste ledematen lam t.g.v. bel ter hoogte van de lenden).
 - quadriplegie (4 ledematen lam t.g.v. bel ter hoogte van de halswervels).
- Hypoxie in de weefsels achter de verstopping (vergevoerde hypoxie kan anoxie veroorzaken).
- Naast mechanische effecten zullen stikstofbellen nog op andere manieren de circulatie hinderen:
 - ze veroorzaken schade aan de wand van het bloedvat.
 - ze brengen een ontstekingsreactie teweeg aan het raakvlak tussen bel en bloed.
 - er komen vasoactieve stoffen vrij.
 - surfactant in de longen wordt vernietigd.
 - er ontstaat een bloedklonter in de omgeving van de bel.
 - de permeabiliteit (doorlaatbaarheid) van de bloedvaten gaat vermeerderen.
 - het bloedplasma gaat uit de bloedvaten treden: deze vochtuittrekking (oedeem) zorgt voor hypovolemische shock.
- Sludge-vorming.
- Overbelasting van de longfilter (meer dan 10 % van de longvaten verstopt) door een overdaad van (micro)bellen uit de veneuze (aderlijke) circulatie (chokes).
- Shock (zie § 2).

5.1. SYMPTOMEN VAN HET DECOMPRESSIEONGEVAL

- Algemene symptomen:
 - abnormale vermoeidheid (niet in verhouding tot de geleverde inspanning).
 - malaise (zich ziek of onwel voelen).
 - subtiele gedragsveranderingen.
- Huidsymptomen of huid-bends:
 - vlooien (jeuk).
 - schapen (uitstulpingen en rode huiduitslag), meestal t.g.v. P.F.O., maar ook bij duiken dieper dan 60 m met een droog duikpak, of door afkoeling in een caisson.
- Bends of musculoskeletale symptomen (1/3 evolueert naar zwaardere symptomen):
 - gewrichtspijnen (lokale diepe, doffe pijn).
 - spierpijnen.
 - beenderpijnen.
- Zenuwsymptomen of neurologische symptomen (68 % van alle decompressieongevallen, komen het meest voor, combinaties van volgende zenuwsymptomen zijn mogelijk):
 - verlammingen:
 - paraplegie (komt het meest voor):
 - algemeen onwel voelen.
 - pijn (dolksteek) tussen schouderbladen of in de lendenen.
 - kriebels in onderste ledematen.
 - onmogelijk zich recht te houden op één of twee benen.
 - niet kunnen urineren na duik, nadien niet tegen te houden.
 - hemiplegie.
 - quadriplegie.
 - oogsymptomen:
 - scotoma (zwarte vlekken of lichtflitsen voor de ogen zien).
 - hemianopsie (wegvallen van de helft van het gezichtsveld).
 - migraine-achtige hoofdpijn.
 - andere zenuwsymptomen:
 - spraakstoornissen.
 - stuipen of convulsies (door bellen in de voorste hersenlob).
 - gevoelsstoornissen:
 - parestesieën (tintelingen, gevoel alsof er mieren over de huid lopen).
 - volledige gevoelloosheid van bepaalde lichaamsdelen.
- Binnenoorletsels:
 - doofheid (cofose), dikwijls voor de hoge tonen.
 - pijn iets minder dan binnenoorletsels t.g.v. barotrauma.
 - oorsuizingen (tinnitus), oorfluiten, geluid zoals een kakelende kip.
 - evenwichtsstoornissen.
 - braakneigingen.
- Chokes (ademmoeilijkheden of kortademigheid = dyspnea):
 - kan zeer snel verbeteren door uitademen van het stikstofgas.
 - kan zeer snel verergeren naar paraplegie of shock.
 - ongecontroleerd hoesten, waarbij de verschijnselen verergeren tijdens de inademing.
 - pijn in de borst.
 - gevoel van benauwdheid.
 - snelle, ondiepe ademhaling.
 - slachtoffer wordt blauw (cyanose).
 - shock en langzame hartslag zijn voorboden van de dood, als niet onmiddellijk behandeld wordt.
- Shock.

5.2. PREVENTIE

- Duiktabelen en voorschriften strikt naleven, ook bij het gebruik van een duikcomputer.
- NELOS 94 duiktabelen zijn geschikt tot 700 m hoogte en duiken met gewone perslucht.
- Onze duiktabelen zijn opgesteld voor inspanningen tot 100 Watt, bij een temperatuur van 10° C.
- Niet sneller stijgen dan 10 m/min.
- Indien te snel gestegen, onmiddellijk stoppen en toepassen van de regel “Allow the watches to catch up”.
- Uitzonderingsregels toepassen indien nodig.
- Geen zogenaamde jojo duiken.
- Geen bergpas oversteken en zeker niet vliegen na een duik.
- De duiker moet gezond zijn.
- Goede fysieke conditie.
- Goede koude isolatie, goed passend duikpak (mag niet knellen).
- Bezwarende factoren vermijden (zie § 5.3).
- Geen bloedvat vernauwende medicatie gebruiken.
- Lichaam goed hydrateren met niet alcoholische dranken; water drinken voor (min. ¼ liter) en na de duik.
- Regelmatig urineren is een teken van een goed in balans zijnde vochthuishouding.
- Doe altijd een veiligheidstrap (beperkt vorming van microbelletjes in ons veneus bloed).
- Een dag rust nemen na 5 dagen intensief duiken.
- Duiken met nitrox (minder stikstof in mengsel = minder decompresseren).

5.3. BEZWARENDE FACTOREN

- Voorschriften van de duiktabelen of duikcomputer niet respecteren.
- Vermoeidheid (CO₂).
- Spierarbeid voor, na of tijdens de duik (CO₂).
- Koude (wet van Henry i.v.m. temperatuur ingeademde lucht, afkoeling kan vasconstrictie veroorzaken, koude heeft bloedindikking tot gevolg, temperatuur op peil houden door rillen = CO₂).
- Stress, angst (verhoogde stolbaarheid van het bloed).
- Zwaarlijvigheid (N₂ lost 5 x gemakkelijker op in vetten dan in waterige vloeistoffen).
- Leeftijd (gasuitwisseling verloopt minder soepel, door aderverkalking minder goede bloedcirculatie).
- Vette maaltijd (de stikstofbel wordt gevormd op de vetpartikels in het bloed).
- Alcohol (CO₂ door verbranding van de alcohol, dronken gedrag = gevaar, eerst vaatuitzetting maar nadien is er vaatvernauwing).
- Vrije duik vóór en na een flessenduik (minstens 3 uur wachten).
- (Long)hyperpressie t.g.v. Valsalva bij het stijgen (terugdrukken van de N₂).
- Reddingsvest opblazen met de mond tijdens het stijgen (terugdrukken van de N₂).
- Medicamenten, drugs (bewustzijn vermindert, verandering stolbaarheid van het bloed).
- Essoufflement of buiten adem zijn (CO₂).
- Storingen in de bloedsomloop en/of de ademhaling (denk hierbij o.a. aan foramen ovale).
- Beenderbreuk (zes maanden wachten alvorens terug te duiken; nieuwe bloedvaten zouden een mogelijke bellenal kunnen zijn). Als men terug mag werken met een breuk, mag men meestal terug gaan duiken.
- Massage, warm bad, mobilisatie (men schud als het ware met de spa-fles = bellen komen los).
- Herstellen van een ziekte (bv. griep).
- Foramen ovale (zie § 5.4).
- Vochtverlies t.g.v.:
 - duikdiurese (door de hogere hydrostatische druk, waarbij de diepte geen belang heeft, zal er zich vloeistof verplaatsen van de ledematen naar de lichaamskern; verhoogde nierwerking met overeenkomstige vochtuitscheiding is het gevolg).
 - deshydratie (waterafvoer) door alcohol, thee, koffie, enz.
 - verdamping (ademhaling, zweten).
 - aanpassingsfase aan een heet klimaat.
 - zeeziekte, braken, diarree.
 - bijwerking van medicijnen.

5.4. FORAMEN OVALE

- Patent foramen ovale (P.F.O.) of open foramen ovale, is een klein gaatje in de hartwand tussen de linker en de rechter voorkamer, waardoor er bloed van de rechter voorkamer in de linker kan stromen (en andersom).
- Bloed met microbellen kan via het P.F.O. van de rechter voorkamer, zonder de longen te passeren, in de aorta terechtkomen.
- Belletjes die normaal gezien in de longen terechtkomen, worden daar afgevoerd tijdens de uitademing. Door het P.F.O. komen ze opnieuw in de slagader en kunnen daardoor een decompressieongeval veroorzaken.
- P.F.O. komt voor bij 15 tot 30 % van alle mensen.
- Doordat het linker hart groter is dan het rechter hart, is de druk in het linker hart groter. Hierdoor is er weinig kans dat er bloed door het kleine gaatje (welk door vliezen overdekt is) komt. Door Valsalva kan de druk in het rechter hart groter worden dan in het linker hart, waardoor er toch bloed van de rechterkant naar de linkerkant kan stromen.
- P.F.O. kan op latere leeftijd ontstaan t.g.v. Valsalva, hoesten en niezen onder water.
- Wanneer men een P.F.O. vermoedt, vooral geen inspanningen doen na de duik, zelfs geen duikflessen dragen of opheffen na het vullen.

5.5. DECOMPRESSIEONGEVAL BIJ VRIJE DUIK

- Opstapeling N₂ bij lang en diep vrij duiken.
- Vrije duik gedurende 6 uur met een gemiddelde van 10 à 15 duiken per uur naar een diepte van 30 à 40 m.
- Komt regelmatig voor bij Polynesische parelduikers.
- Zenuwsymptomen die gelijken op deze van het decompressieongeval; Taravana genoemd.

5.6. BEHANDELING VAN HET DECOMPRESSIEONGEVAL

- Bij twijfel past men steeds de behandeling voor een decompressieongeval toe.
- Zo snel mogelijk naar een meerplaatsherdrukkamer (monocaïsson is af te raden).
- Comfortabel en schokvrij vervoer.
- Tijdens het vervoer het hoofd liefst lager dan de voeten leggen (Trendelenburg positie).
- Verscheidene medici raden de Trendelenburghouding af, om dezelfde reden als bij luchtembolie.
- 100 % normobare zuurstof toedienen (minimum debiet 10 à 12 liter per minuut):
 - wast de stikstof uit het organisme (stikstofgradiënt is naar buiten gericht: 80 % in het bloed en geen stikstof in de alveolen).
 - voorziet de weefsels in hypoxie, achter de stikstofbel, opnieuw van zuurstof door intercellulaire diffusie en langs collaterale bloedvaten.
 - heeft een anti-shockwerking.
- Indien bij bewustzijn, zoveel mogelijk (1 liter) water laten drinken (tegen een hypovolemische shock).
- GEEN aspirine geven (vroeger werd dit wel gedaan), dit veroorzaakt extra inwendige bloedingen in het ruggenmerg en het binnenoer. Acetylsalicylzuur tast o.a. de zenuwen aan.
- Medici kunnen het antistollingsmiddel Heparine toedienen, zodat er geen aggregatie van de bloedplaatjes of vetklonters ontstaan.
- Als het slachtoffer in shock is: eerst naar een reanimatiecentrum vervoeren om de shock te laten behandelen.
- Indien het transport met de helikopter gebeurt, dient er zo laag mogelijk gevlogen te worden (max. 300 m).

5.7. OPMERKINGEN

- De ernst van het duikongeval is niet altijd evenredig met de fout tegen de duiktabellen.
- Symptomen van decompressieziekte kunnen vaak voorkomen samen met symptomen van longoverdruk.
- Decompressieziekte ontstaat meestal 5 minuten na het einde van de duik, tot zelfs 30 uur na de duik.
 - 50 % van de symptomen treden op binnen de 30 minuten, zelfs bij het opstijgen.
 - 85 % beginnen alvorens 60 minuten verstreken zijn sinds het opstijgen.
 - 95 % treden op binnen de 3 uur.
 - 99 % treden op binnen de 6 uur.
- Bij zwangere vrouwen die duiken, kunnen er tijdens het stijgen stikstofbellen in de circulatie van de foetus geraken met als gevolg abortus of aangeboren letsels! Dus niet duiken als men zwanger is.
- Vrouwen hebben 10 % meer kans op een decompressieongeval.
- Menstruerende vrouwen hebben 30 tot 40 % meer kans op een deco.
- Volgens de nucleatietheorie van Braggi kunnen alle vreemde kernen in het bloed (vet, alcohol, CO₂) stikstof aantrekken en zodoende een bel vormen.
- De decompressieziekte is zeer complex en de behandeling enkel door te herdrukken is niet voldoende.
- De curatieve wederonderdompeling (100-minutenregel), die o.a. werd toegepast als er geen hyperbaar centrum in de buurt was, is afgeschaft. Deze uitzonderingsmaatregel is in de praktijk niet uitvoerbaar en wordt reeds geruime tijd niet meer aangeleerd door NELOS.
- Pijn veroorzaakt door bends, weerstaat aan de meeste pijnstillende middelen maar verdwijnt snel bij herdrukken. Genezing zonder gevolgen.
- Het niet behandelen van bends kan onomkeerbare beschadiging in het getroffen gebied teweeg brengen (ontkalking van de gewrichten of botnecrose).
- Lange termijn duiken (zoals bij beroepsduikers of duikers die meer dan 100 duiken per jaar doen) kan vasculaire necrose veroorzaken, waarbij stukjes hersenen afsterven ("holes" in de hersenen). Om dit te vermijden is het zeer belangrijk de decostops te respecteren.
- Personen die duiken met contactlenzen, dienen zachte i.p.v. harde contactlenzen te gebruiken. Tijdens de decompressie vormen er zich immers stikstofbellen tussen de harde contactlens en het hoornvlies (cornea). Deze bellen veroorzaken verscheidene kwetsuren die zich uiten in vlekken hoornvlies oedeem.

6. GEVAREN IN HET WATER

6.1. VERDRINKING

Oorzaak

- Primaire verdrinking of accidentele verdrinking (zie § 6.1.1).
- Secundaire verdrinking (zie § 6.1.2).

Gevolg

- Inademen van vloeistof (geeft larynx-spasme).
- Hypoxie geeft bewusteloosheid (syncope), larynx-spasme stopt, met verdrinking tot gevolg.
- Hypercapnie veroorzaakt een snelle en oppervlakkige ademhaling, met bewustzijnsverlies tot gevolg.
- Droge verdrinking (weinig of geen water in de longen); water wordt afgeleid naar de maag doordat de drenkeling hoest t.g.v. de larynx (strottenhoofd) die in spasme gaat bij contact met water.
- Natte verdrinking; bij bewustzijnsverlies wordt het larynx-spasme opgeheven en kan er water in de longen lopen.
- Verdrinking in:
 - zout water: (hypertoon) bloedindikking door osmose, longoedeem, dood treedt trager in.
 - zoet water: (hypotoon) bloedverdunding door osmose hartfibrillatie, dood treedt snel in.
 - chloorwater: bloedverdunding en aantasting van het surfactant in de longalveolen, longoedeem door de prikkeling van het longslimvlies door de chloor.
- Longsclerose (ineenschrompelen van de longalveolen); het surfactant wordt aangetast door het water. Hierdoor schrompelen de longblaasjes in elkaar.
- Het slachtoffer is cyanotisch (blauwe verkleuring van de huid) t.g.v. hypoxie.
- Shock (zie § 2).

Behandeling

- Onmiddellijk uit het water halen (om o.a. een natte verdrinking te vermijden).
- Haal de drenkeling horizontaal uit het water (bloeddrukval te vermijden, kerntemperatuur te behouden).
- Geen tijd verliezen met het draineren.
- Reanimeren indien nodig.
- 100 % zuurstof geven (hypoxie behandelen).
- Koude vermeerderd de weerstand van de hersencellen aanzienlijk ten opzichte van de hypoxie; hierdoor kan men zelfs na een onderdompeling van 45 minuten nog succesvol reanimeren: dus zeker niet ophouden met reanimeren!
- Gevaar voor secundaire verdrinking (uitgestelde verdrinking) door longoedeem; dus transport naar ziekenhuis blijft noodzakelijk!
- Het aangetaste surfactant herstelt zich na enkele dagen (surfactant welk aangetast is door sigarettenrook, heeft een herstelperiode van enkele weken).
- Zie ook de behandeling bij koude en hypothermie (§ 6.2), indien hypothermie de vermoedelijke oorzaak van de verdrinking was.

6.1.1. PRIMAIRE VERDRINKING of ACCIDENTELE VERDRINKING

Wordt soms "echte" verdrinking genoemd.

Komt voor in 75 % van de verdrinkingsgevallen.

De onderdompeling is primair en de bewusteloosheid is secundair.

Oorzaak

- Inademen van vloeistof (geeft larynx-spasme) t.g.v.:
 - Slecht werkend materiaal.
 - Schipbreuk, auto te water, te zwaar gelood, vastgeraakt onder water.
 - Onvoldoende of volledig ontbreken van zwemvaardigheden.
 - Uitputting.
 - Spierkramp t.g.v.:
 - gebrek aan O₂ in de spier en overlading met CO₂
 - vermoeienis.
 - melkzuur en afvalstoffen in de spier.
 - koude.

6.1.2. SECUNDAIRE VERDRINKING

Wordt soms “onechte” verdrinking genoemd.

Komt voor in 25 % van de verdrinkingsgevallen.

De bewusteloosheid is primair en de onderdompeling is secundair.

Oorzaak

- Vaso-vagale reflexen t.g.v. prikkeling van de tiende hersenzenuw (nervus vagus) door:
 - emoties, schrik, angst (veroorzaakt anafylactische shock).
 - contact met water.
 - hydrocutie (groot temperatuurverschil tussen lichaam en water).
- Voedselbrokken in de luchtwegen.
- Strottenhoofdkramp (laryngospasme) t.g.v.:
 - irritatie van de luchtwegen door plots contact met water.
 - hoestreflexen; waardoor water geïnhaleerd kan worden.
- Langdurige apnea na hyperventileren.
- Te veel kooldioxide:
 - in het bloed.
 - in de ingeademde lucht.
 - door te weinig in- en uit te ademen (hypoventilatie).
- Allergieën:
 - hydro-allergie: overgevoelighedsreactie door contact met water, kan tot bewustzijnsverlies leiden.
 - cryo-allergie: dit is een overgevoelighedsreactie op het koude water.
 - allergie voor plankton, algen, wieren, koralen, vissen, kwallen, ...
 - astma, hooikoorts.
 - allergie voor voedsel, farmaceutische producten, licht, warmte.
- Spijsverteringsproblemen.
- Hypothermie, koude.
- Toevallige medische oorzaak (zoals epilepsie, diabetes, stoornissen van het bloedvatenstelsel).
- Barotrauma van het oor met hevige vertigo (duizeligheid).
- Longoverdruk.
- Pijnschok door verwondingen of slagen van buitenaf (bv. slag op geslachtsorganen).
- Trauma van hoofd of nek.
- Alcohol (80% van de mannen die verdronken hadden alcohol in het bloed).
- Hitteslag; baden in buitensporig warm water.
- Zonnesteek (heliosis).
- Zomerdiarree of Gastro-enteritis, door overdreven lang verblijf in het water.
- Hevige menstruatie met veel bloedverlies kan aanleiding geven tot circulatiestoornissen en syncope (menstruele hydroschok).

6.2. KOUDE & HYPOTHERMIE

Doordat het water kouder is dan de lichaamstemperatuur van de mens, kan onderkoeling of hypothermie optreden. Men spreekt van hypothermie als kerntemperatuur lichaam < 35° Celsius.

Oorzaak

- Afkoeling van het lichaam.
- Kerntemperatuur lichaam daalt onder de 35° Celsius:
 - lichte hypothermie (33 – 35 °C).
 - matige hypothermie (30 – 33 °C).
 - ernstige hypothermie rectale temperatuur < 30 °C).
- Onvoldoende of slechte isothermische kledij.
- Te lang duiken bij te lage watertemperatuur.
- De lichaamstemperatuur daalt sneller als de weefsels met CO₂ oververzadigd zijn.

Gevolg

- Vingers en/of voeten worden koud en stijf.
- Blauwe verkleuring (cyanose) ten gevolgen van lokale hypoxie aan handen en voeten.
- Bloeddruk stijgt (gevaar voor een hartaanval).
- Verhoogde urine-afscheiding (koude diurese).
- Bij verdere afkoeling bloeddrukvermindering.
- Ademhaling en hartritme verminderd.
- Concentratieproblemen.
- Spierstijfheid.
- Bewusteloosheid.
- Stuiptrekkingen (convulsies).
- Schijndood.

Behandeling

- Horizontaal uit het water halen (bloeddrukval vermijden, kerntemperatuur behouden).
- In ieder geval de patiënt naar een hospitaal vervoeren.
- Alu-deken rond patiënt, verplaatsen naar windstille ruimte, droge kledij aantrekken.
- Gevaar voor opwarmingsdood, op weg naar het hospitaal t.g.v.:
 - warm centraal bloed dat afkoelt in de periferie, waardoor de kerntemperatuur terug daalt.
 - vasodilatatie van de periferie. Men krijgt een vermindering van het centraal bloedvolume, met een bloeddrukdaling tot gevolg.
- Gevaar voor bloeddrukdaling en shock met de dood tot gevolg, binnen de 30 seconden na het uit het water halen.
- Onmiddellijk platleggen met de benen hoger dan de romp, zodat bloeddruk stijgt (Trendelenburghouding).
- In het begin zeker niet perifeer verwarmen (de temperatuur van armen, benen en huid verhogen), om de opwarmingsdood te vermijden.
- Opwarming gebeurt door eigen warmte productie.
- Schenk GEEN alcohol en masseer het onderkoelde lichaam NIET! (Bloedvaten verwijden en onttrekken warmte uit dieper gelegen organen).
- Indien het slachtoffer goed bewust is en slechts lichte verschijnselen van hypothermie vertoont, mag men als eerste hulp een warme en energie rijke (zoet) drank aanbieden. Uiteraard alcoholvrij! Geen eten toedienen!
- Onderdruk het rillen niet (spieren die rillen zorgen voor warmteproductie).
- Geef zuurstof.

Preventie

- Goede koude isolatie (zeker voor watertemperaturen lager dan 32 °C).
- Hoofd goed isoleren.
- Niet te lang duiken.
- Geen overdreven inspanningen doen.
- Warm water in het duikpak gieten voor men te water gaat.
- Om warmteverlies in het water tegen te gaan als men onverwacht in koud water terecht komt:
 - dicht bij elkaar kruipen.
 - foetale houding aannemen.

6.3. GEVAARLIJKE of GIFTIGE DIEREN

- Overal afblijven van hetgeen men niet kent!
- Op voorhand informatie inwinnen over plaatselijk gevaarlijke dieren.
- Eventuele mogelijke behandelingen, na contact met bepaalde dieren, noteren.
- De meeste gevaarlijke dieren hebben meer schrik van de duiker en de duiker is voor hen meestal gevaarlijker dan het dier voor de duiker is; ze zullen dus meestal niet zelf aanvallen.
- Oppassen waar je de handen neerplaatst.

6.3.1. STEEKWONDEN DOOR VISSSEN

De behandeling van wonden door stekelhuidigen, schorpioenvissen en pijlstaartroggen is dezelfde.

6.3.1.1. PIJLSTAARTROGGEN

Gevolg

- Steek- of rijtwonde.
- Samen met gif kan de volledige top van de stekel(s) achterblijven.
- Men wordt meestal in de benen gestoken.
- Als stekels in de buik of in de borstkas dringen, kan de dood volgen.
- Gif veroorzaakt onmiddellijk een hevige pijn met zwelling en bloeding.
- De pijnzone breidt uit en de pijn bereikt haar hoogtepunt na 30 tot 60 minuten.
- Lichte verwondingen geven weinig weefselverlies en meestal geen onstekingsreactie.
- Zwaardere letsels kleuren donkerblauw, vertonen bloedverlies en versterf van het onderhuids vet- en spierweefsel. Dit is te wijten aan het gif, dat in de wetenschap bekend staat als het sterkste vaatvernauwende middel.

Symptomen

- Braken.
- Stuiptrekkingen.
- Veralgemeend oedeem (zwelling door vochtuitreding uit de bloedvaten) bij letsels van de romp.
- Verlamming van het betrokken lidmaat.
- Bloeddrukval.
- Hartritmevertraging.
- Bij experimenten op dieren veroorzaakte het gif vernauwing van de kransslagaders van het hart, hartritmeverstoring en hartspierletsel.

Behandeling

- Steekwonden moeten zo snel mogelijk gespoeld worden, bv. met drinkwater.
- Stukken stekels dienen verwijderd te worden.
- Hierna moeten er zo snel mogelijk kompressen op de wonde gelegd worden met zuiver warm water op 45° C en dit gedurende 30 tot 90 minuten. Pas op voor verbranding der weefsels! Deze warme kompressen verminderen de pijn omdat ze de kracht van het gif tenietdoen!
- Gif van de pijlstaartrog is warmtelabiel, d.w.z. het wordt minder actief wanneer men de gewonde streek kan verwarmen met warmtekompressen.
- Vermijd andere remedies zoals aanstippen met antiseptica (waterstofperoxyde, jodiumoplossingen, kalium permanganaat en andere kleurstoffen).
- Ook cortisone en antihistaminica in zalven of tabletten zijn waardeloos.
- Als je vreest voor infectie, kun je BACTRIM-tabletten gebruiken (opgepast, kan allergisch reageren).
- Bij zware algemene reacties zoals steken van steenvis of pijlstaartrog (zelden door andere vissen), is het aan te raden een specifiek tegengif toe te dienen langs de ader.

6.3.1.2. SCHORPIOENVISSEN

De wonde veroorzaakt door een koraalduivel is mild.

Een scorpioenis veroorzaakt een milde tot ernstige wonde.

Steevissen veroorzaken zeer ernstige wonden. Hun gif is vergelijkbaar met het slangengif van de cobra.

Gevolg

- Hevige pijn die zich uitbreidt, ogenblikkelijk na het contact.
- De wonde en de omgeving zijn in het begin wit of blauw met roodheid er omheen.
- Zwelling.
- Temperatuurstijging.
- Er kunnen binnen de 48 uur blaren ontstaan en harde onderliggende infiltratie en korstvorming.
- De wonden genezen eerst na maanden.
- In de onderhuidse weefsels kunnen storende overgroeiingen of defecten overblijven, vooral als er besmetting of abscesvorming voorkwam.
- Een gevoel van lokale verdoving kan verscheidene weken duren.

Symptomen

- Hoofdpijn.
- Braken.
- Buikpijn.
- Delirium (waanvoorstellingen).
- Stuipen.
- Verlamming van een lidmaat.
- Bloeddrukstijging.
- Ademnood.
- Hartritme stoornis.
- Hartverzwakking
- Te lage bloeddruk.

Behandeling

- Zie behandeling pijlstaartroggen § 6.3.1.1.

6.3.1.3. ANDERE STEKENDE VISSSEN

Soorten zoals de kleine en grote pieterman, steken op dezelfde manier als de familie der scorpioenvissen, maar hun verwonding is veel minder gevaarlijk.

6.3.2. STEEKWONDEN DOOR STEKELHUIDIGEN

De behandeling van steekwonden door stekelhuidigen is dezelfde als deze voor steekwonden t.g.v. vissen.

6.3.2.1. ZEEKOMKOMMERS

Zeekomkommers lijken op langgerekte zee-egels met de mond aan één uiteinde en de anus aan het andere.

Ze hebben geen lange stekels, maar sommige soorten zijn toch gevaarlijk omdat contact met het vocht uit hun buikholte het gif holoturine bevat.

Gevolg

- Het gif holoturine, van de zeekomkommer, prikkelt de huid.
- Holoturine in contact met de ogen kan tot blindheid leiden.

Symptomen

- Plaatselijke verlamming, soms tot 6 uur lang.
- Gevoelsstoornissen.
- Spierverlamming.
- Ademnood.
- Bloeddrukval.

Behandeling

- Zie behandeling pijlstaartroggen § 6.3.1.1.

6.3.2.2. ZEE-EGELS

Zee-egels hebben soms kleine tangvormige uitsteeksels (voetjes) tussen hun stekels, die de oppervlakte van het dier vrijhouden van parasieten en vreemde voorwerpen. Deze orgaantjes worden pedicellaria genoemd. Deze zee-egels zijn gevaarlijk vanwege het gif dat deze orgaantjes uitscheiden en omdat men de pedicellaria zeer moeilijk kan verwijderen.

Gevolg

- Stekels van zee-egels, die gif bevatten, zijn meestal lang, slank, broos en scherp.
- Wanneer 15 tot 20 zee-egelstekels in de huid zijn doorgedrongen, kan men zeer dikwijls vergiftigingsverschijnselen waarnemen.
- Ook de pedicellaria, verspreid tussen de stekels, bevatten gifklieren die hun gif lossen bij samentrekking.
- Bij een zee-egelsteek wordt de zone rond de steekwonde rood en ze zwelt. Soms kan men een purperen kleurstof, afkomstig uit de stekel, verwarren met een stekelfragment.
- Stekels die in een gewrichtsholte doordringen, kunnen ernstige ontsteking in verwekken.
- Delen van stekels die men niet volledig kan verwijderen, geven op lange termijn harde huidinfiltraten.

Symptomen

- Zie symptomen zeekomkommers § 6.3.2.1.

Behandeling

- Zie behandeling pijlstaartroggen § 6.3.1.1.
- Kompressen met azijn of wijn kan de pijn verzachten en eventueel afgebroken stekels kan men nadien gemakkelijker verwijderen.
- Kompressen met olijfolie helpen soms om de stekels uit de huid op te zuigen (duurt soms dagen).

6.3.2.3. ZEESTERREN

De meeste zeesterren hebben geen stekels. Sommige soorten hebben echter wel pijnlijke stekels.

Gevolg

- Stekels van de zeester zijn minder schadelijk dan die van de zee-egel en veroorzaken zelden algemene symptomen.
- Bij zeesterren is het gifapparaat samengesteld uit doornige stekels uit calciumcarbonaat, rechtgehouden door spierweefsel.
- De doornenkroon zeester heeft stekels die op ijspinnen lijken en tot 6 cm lang worden. Zij kunnen het dikste neopreenpak doorboren. Deze stekels bevat een vrij sterk gif dat verlamingsverschijnselen veroorzaakt.

Symptomen

- Zie symptomen zeekomkommers § 6.3.2.1.

Behandeling

- Zie behandeling pijlstaartroggen § 6.3.1.1.
- Kompressen met azijn of wijn kan de pijn verzachten en eventueel afgebroken stekels kan men nadien gemakkelijker verwijderen.

6.3.3. STEEKWONDEN DOOR BUIKPOTIGEN

Bij de weekdieren (molluscan) behoren twee groepen die gevaarlijk kunnen zijn voor de duiker:

- sommige buikpotigen (gastropoden), met de steek van de conusschelp.
- sommige koppotigen (cephalopoden), met de beet van de giftige octopus (zie § 6.3.4.2).

De conusschelpen, zeer geliefd bij schelpenverzamelaars, schieten een giftig harpoentje naar hun slachtoffer.

Mensen worden meestal gestoken wanneer ze de opening met de hand afsluiten. Alle buikpotige slakken van de soort (genus) conidae, met een driehoekige nettekening, dienen als potentieel gevaarlijk beschouwd te worden.

Symptomen

- De steek geeft een branderig gevoel, te vergelijken met een wespensteek.
- Soms onverdraaglijk hevige pijn.
- Meestal lokaal verdovend.
- Mond en lippen lijken verdoofd.
- Soms is gans het lichaam verdoofd.
- Zwellingen door oedeem.
- Speekselvloed.
- Stuipen.
- Gezichtsstoornissen.
- Spierverlamming.
- Ademhalingsstoornissen.
- Hartfalen.
- Coma en dood kunnen volgen.

Behandeling

- Cardiopulmonaire resuscitatie (CPR).
- Toedienen van calciumglyconaat en adrenaline, langs lokale of algemene weg.
- Eventueel antibiotica toedienen.

6.3.4. HUIDIRRITATIE DOOR CONTACT MET DIEREN

Blaasjes en netelkoorts door contact met sponzen, borstelwormen en/of holtedieren zoals koraal, kwallen en zeeanemonen.

6.3.4.1. HUIDLETSEL DOOR SPONZEN

De sponsduikersziekte wordt veroorzaakt door coelenterata (holtedieren zoals poliepen en kwallen), die soms de spons bewonen, of door substanties van de spons zelf. We denken hierbij aan okadaïczuur of halitoxine die op haar oppervlak en haar spiculae (skelet bestaande uit kalk- of kiezelnaalden) voorkomen.

Symptomen

- Jeuk.
- Branderig gevoel.
- Zwelling of oedeem van de huid en het onderliggende gewricht.
- Etterige blaasjes.
- De symptomen verdwijnen meestal na 3 tot 7 dagen.
- Als uitgebreide lichaamsoppervlakten zijn aangetast:
 - rillingen.
 - koorts.
 - spierkrampen
 - soms algemene huidruptie: erythema polymorfe.
- Er zijn weinig zware ziekte-toestanden gekend, die door sponzen veroorzaakt zijn.

Behandeling

- Vermijd krabben of wrijven van de wond.
- Met plakband de spiculae (of spicula) verwijderen. Deze bevatten silicium of calciumcarbonaat.
- Kompressen op de huid leggen, met een oplossing bestaande uit 2 soeplepels keukenazijn in één liter koud water. Dit gedurende 15 tot 30 minuten, verschillende keren per dag.
- Na de kompressen kan men eventueel een crème met cortisone aanbrengen.
- Bij angst voor besmetting: crème aanbrengen waarin antibioticum is verwerkt (Isobetadine of Bravnlol).
- De huidgenezing kan in zware gevallen tot twee maand duren.

6.3.4.2. HUIDPRIKKELING DOOR BORSTELWORMEN

Borstelwormen zijn gesegmenteerde zeevormen. Ieder segment van de worm heeft voor zijn beweging parapodia (uitsteeksels aan de zijkanen van de segmenten), waarop borstelige aanhangsels of setae staan. Bij contact met de huid zetten deze setae zich rechtop, komen los en kunnen in de huid dringen zoals de naalden van een cactus.

Symptomen

- Hevige huidprikkeling.
- Rode, verheven uitstulpingen zoals na contact met brandnetels (urticaria eruptie).
- Oedeem.
- Intense jeuk.

Behandeling

- Vermijd krabben of wrijven van de wond.
- Met kleefband de borstelstekels verwijderen.
- Lokaal crème met cortisone aanbrengen.
- Eventueel een crème aanbrengen welke antibiotica bevat.

6.3.4.3. STEKEN VAN HOLTEDIJREN of COËLENTERATA

Holtedieren danken hun naam aan hun primitief spijsverteringssysteem dat uit één holte bestaat en dienst doet als mond en anus. Sommige holtedieren hebben netelcellen waarmee ze hun prooi verlammen of doden. De ontlading van deze cellen gebeurt door aanraking, waardoor een automatisch mechanisme de netelcellen wegschiet.

Gevolg

- Hoe meer netelcellen er afgeschoten worden, hoe meer gif er in het slachtoffer dringt.
- De veroorzaakte symptomen hangen af van het soort holtedier en van de uitgebreidheid van de gestoken oppervlakte.
- Contacten met zeeveren, koraal en zeeanemonen geven alleen plaatselijke symptomen zoals roodheid en zwelling van de huid (urticaria).
- Zeeanemonen kunnen, naast plaatselijke symptomen, huidinfecties veroorzaken.
- Netelcellen kunnen niet door een duikpak geraken. Zelfs een lycra pak biedt afdoende bescherming.
- Als men ooit door het Portugees oorlogsschip gestoken werd, dan zullen de symptomen bij een volgend contact met deze kwal veel erger zijn.
- De cubomeduse of doosjeskwal (Chironex fleckeri) staat bekend en berucht als het giftigste zeeorganisme, dat de mens kan doden in minder dan 4 minuten.

Symptomen

- Branderig gevoel.
- Hevige jeuk.
- Spierpijn.
- Anafylactische shock.
- Ademhalingsmoeilijkheden.
- Hartritme vertraging.
- Uitzonderlijk dood, na een volgend contact met een Portugees oorlogsschip.
- Dood binnen de vier minuten (bij de doosjeskwal).

Behandeling

- Vermijd krabben of wrijven van de wond.
- Lokaal behandelen met kompressen, met een oplossing van 2 soeplepels keukenazijn op één liter water.
- Was de plek met zeewater, maar wrijf niet.
- Gebruik nooit zoet water omdat dit de eventueel overgebleven gifcellen activeert.
- De kompressen aanbrengen gedurende 30 minuten of tot de pijn verdwenen is.
- Alcoholkompressen zijn af te raden omdat hierdoor nog niet geopende netelcellen ontladen.
- Andere “tovermiddelen” zijn uit den boze.
- Lokaal de tentakels of tentakeldelen van een kwal met een pincet wegnemen (doe wel twee chirurgische handschoenen over de werkende hand aan).
- Na de reiniging en pijnstilling met de azijnoplossing mag een cortisone crème aangebracht worden.
- Indien er na 3 dagen infectie voorkomt, mag een antibiotische crème gebruikt worden.
- Als er zich blaren vormen of als je je niet goed voelt, raadpleeg dan onmiddellijk een dokter.
- De algemene symptomen na een kwallenbeet van het Portugees oorlogsschip of van de doosjeskwal, kunnen soms C.P.R. vereisen en dient bij voorkeur in een hospitaal behandeld te worden. Hier kan men epinephrine (= adrenaline), antihistaminica en cortisone toedienen.
- Voor de doosjeskwal bestaat er sinds 1970 een tegengif dat na inspuiting een slachtoffer met ademhalingsmoeilijkheden binnen enkele minuten opnieuw normaal laat ademen. Het serum verkrijgt men door schapen met kleine dosissen van het gif in te spuiten, waardoor er zich antitoxinen in het schapenbloed ontwikkelen.

6.3.5. GIFTIGE BIJTWONDEN

6.3.5.1. BIJTWONDEN DOOR ZEESLANGEN

Onder normale omstandigheden vallen zeeslangen niet zelf aan. Nochtans is het aangeraden ze niet te storen wanneer ze eten of wanneer ze met twee zwemmen om te paren.

Gevolg

- Men registreerde één beet per 270.000 man/uur bij baders.
- De meeste beten komen voor in de voeten of onderbenen van baders die op de zeeslang traptten.
- Tandens van het cobratype zijn niet groot, zodat ze meestal niet door een neopreen duikpak geraken.
- Zeeslangen kunnen de gifsecretie regelen zodat niet elke beet giftig is.
- Het gif is sterker dan dat van de koningscobra en tast zowel de zenuwen, de spieren als het bloed aan.
- Eén druppel bevat genoeg kracht om 3 volwassenen te doden. Sommige zeeslangen brengen 8 druppels per beet voort.
- Onmiddellijk na de eerste prik is er geen pijn of reactie op de plaats van de beet.
- Symptomen beginnen eerst na 20 minuten. Meestal zijn ze maar pas na één uur aanwezig.

Symptomen

- Gevoel dat men een dikke tong heeft.
- Algemene spierversijting.
- Pijn bij het bewegen.
- Opstijgende verlamming van de benen, bij een beet aan de voet.
- Na ongeveer 2 uur verlammen de rompspieren.
- Nog later verlammen de arm- en halsspieren.
- Het neervallen van de oogleden is typisch.
- Zwakke pols.
- Oogpupillen verwijden.
- Spreken en slikken wordt moeilijk.
- Soms braken.
- In zware gevallen:
 - shock.
 - ademhalingsstoornissen.
 - bewustzijnsverlies.
 - urine wordt donker rood gekleurd door spierafbraak.
 - witte bloedcellen stijgen van 8.000 tot boven de 20.000

Behandeling

- Zo snel mogelijk het gif trachten te verwijderen. Opzuigen van het gif moet in de eerste minuten na de beet gebeuren.
- Sommigen menen dat het beter is om van de bijtwonde af te blijven.
- Hou het aangetaste lidmaat onbeweeglijk en vermijd elke spierinspanning van het slachtoffer, om resorptie (het verdelen van het gif in de lichaamsvochten) te vermijden.
- Slachtoffer moet plat liggen en het aangetaste lidmaat dient lager te liggen dan het niveau van het hart.
- Leg een drukverband aan, zodat de oppervlakkige aders en lymfebanen worden afgesloten:
 - ter hoogte van de dij, bij een beet in de voet of het been.
 - boven de elleboog, bij een beet in de hand of onderarm.
- Een drukverband moet om de 10 minuten gedurende 90 seconden gelost worden; dit is echter af te raden omdat het gif dan verder verspreid wordt.
- Een drukverband is nutteloos als het maar pas 30 minuten na de beet aangelegd wordt.
- Patiënt warm toedekken (om shock te behandelen).
- Water, thee of koffie laten drinken. Alcoholische dranken zijn af te raden.
- Transport naar de dichtstbijzijnde dokter of kliniek.
- Neem, indien mogelijk, de dode slang mee. Opgepast, veel beten ontstaan bij het doden van slangen.
- Als er 2 uur na de beet nog geen symptomen van vergiftiging zijn, mag men de patiënt beginnen gerust stellen. Dit noemt men de “twee-uren-regel van Reid”, welke in de jaren '60 een klinische studie deed van de slangenbeten in Maleisië.
- Als er na een uur duidelijke symptomen zijn, dan moet de anti-gifbehandeling gestart worden met zeeslangtegengif.
- Indien geen tegengif beschikbaar is, kan men een polyvalent antiserum toedienen.

6.3.5.2. BEETWONDEN DOOR OCTOPUSSEN

De meeste octopussen hebben geen giftige beet. Voor de duikers zijn er twee soorten levensgevaarlijk:

- de blauw geringde octopus maculosus.
- de verwante octopus lunulatus.

Het gif van deze octopussen, die slechts 20 centimeter groot zijn, zit in de speekselklieren en in delen van de mondweefsels.

Gevolg

- Octopussen bijten enkel als men ze bepotelt.
- Hun hoornige kaken lijken op de bek van een papegaai.
- De verticale bijtbeweging is zeer sterk en voelt zeer pijnlijk aan.
- De beet van een gewone octopus geeft twee kleine steekwondjes.
- Giftige octopussen brengen tijdens de beet het gif maculotoxine in de wonde.
- Het gif van de octopus tast de zenuwen aan.

Symptomen

- Bij gewone octopussen:
 - brandend of tintelend gevoel.
 - de gevoelige zone breidt zich langzaam uit.
 - de wonde bloedt fel; dit wijst op een vertraging van de bloedstolling.
 - zwelling van de beetwonde.
 - roodheid van de omgevende zone.
 - plaatselijke warmte.
- Bij gevaarlijke soorten:
 - de omgevende zone wordt wit.
 - de wonde zwelt.
 - bloeding.
 - verdovend gevoel, omdat het ingebrachte gif de zenuwen aantast.
 - gezichtsstoornissen.
 - oogbewegingverlamming.
 - spraak- en slikstoornissen.
 - gebrek aan bewegingscoördinatie.
 - mogelijk totale verlamming.
 - bewusteloosheid.
 - dood door verlamming van de ademhalingsspieren.

Behandeling

- Een gewone octopusbeet is meestal van weinig belang en kan behandeld worden volgens de symptomen.
- Verwijder het gif door uitzuigen.
- Wassen van de wonde.
- Afbinden van de wonde door een drukverband (zie behandeling bijtewonden door zeeslangen § 6.3.5.1).
- De patiënt in rusthouding plaatsen.
- Het slachtoffer moet bijgestaan worden. Niet alleen laten!
- Indien verlamming optreedt, CPR toepassen.
- Zo snel mogelijk vervoer naar een hospitaal.
- Stimulantia voor de ademhaling toedienen.
- Kunstmatige beademing is van het allergrootste belang.
- Er bestaat geen tegengif.

6.3.6. WONDEN DOOR BETEN

6.3.6.1. HAAIENBETEN

Haaien kunnen spontaan tot bijten overgaan of door een uitgelokte aanval. Dit uitlokken kan zijn doordat men hun weg verspert, door ze met speren of stokken te stoten of door ze bij de staart te pakken.

Behandeling

- Stop de bloeding door een drukverband of zelfs een knelverband (om de 20 min. even lossen, voorkomt afsterven achterliggend weefsel maar kan een gestelpte bloeding terug laten bloeden).
- Voorkom shock.
- Wees klaar voor CPR.

6.3.6.2. BETEN DOOR BARRACUDA'S

Beten door barracuda's zijn niet zo uitgebreid als die van een haai.
Zelfde behandeling als bij de haai.

6.3.6.3. BIJTWONDEN DOOR CONGERS EN MOERALEN

Bijtewonden door congers en moeralen behandelen zoals haaienbeten. Opgepast deze dieren kunnen zich vastbijten tot de dood. De huid van deze dieren is zo sterk dat je er moeilijk met een mes kunt insteken.

6.4. PLANTEN, ALGEN en WIEREN

- Oppassen dat je niet verstrikt geraakt in wieren of andere planten.
- Sommige planten, algen en wieren kunnen allergie veroorzaken, met bewusteloosheid en verdrinking tot gevolg.

6.5. NETTEN en VISDRADEN

- Zorg dat je voldoende afstand houdt van visnetten; door turbulentie komen ze soms omhoog.
- Blijf rustig en beweeg niet teveel als je verstrikt geraakt in een net of een visdraad.
- Bekijk de situatie rustig en snij de draden over of laat ze oversnijden.
- Doe eventueel een gedeelte van je materiaal uit om het nadien te kunnen lossnijden uit het net.

6.6. BLAST of ONTPLOFFINGEN ONDER WATER

- Schokgolven planten zich onder water veel verder voort dan boven water.
- Een schokgolf of primaire puls draagt ongeveer ¼ van haar totale energie mee.

7. BIBLIOGRAFIE

- Cursus NELOS “Duiksport”.
- Cursus Amphora “Theorie Sportduiken”.
- Cursus “Hulpverlener-Duiker NELOS”.
- Cursus NELOS “Basis-Nitrox-Duiker”.
- Cursus NELOS “Gevorderd-Nitrox-Duiker”.
- Tweemaandelijks informatieblad “HIPPOCAMPUS” van de Nederlandstalige Liga voor Onderwateronderzoek en -Sport (NELOS).
- Handboek Duiken, een uitgave van het tijdschrift “Duiken”, ISBN 90-70206-36-6.
- Verdrinkingen, bijna verdrinking en onderkoeling, een syllabus (1996) van L. Gijbels, Hoofdverpleegkundige MUG AZ Stuivenberg.
- Hydrops van het binnenoor door dr. Paul Vander Eecken (Hippocampus Nr. 162 – februari 1997).
- Het syndroom van Arnold-Chiari door dr. Paul Vander Eecken (Hippocampus Nr. 168 – april 1998).
- De stekelige plaag voor de duikers, door Guy Bosmans (Hippocampus Nr. 152 – februari 1995).
- Gevaarlijke zeedieren, door Dr. Willy Wellens (Hippocampus Nr. 165, 166, 167 en 168).
- Recente aanpassing over shock, door Dr. Filip Gallant (met dank aan Loumar Wittebroodt), sept. 1998.
- Natuur en Techniek nr. 56, 7 (1988) – artikel over hypoxie bij mensen die op grote hoogte verblijven.
- Reddings- en reanimatietechnieken bij verdrinking, Acco Leuven / Amersfoort, ISBN 90-334-3151-3.
- Fysiologie en duikmedische aspecten, door Dr. Roland Vanden Eede.
- “Valsalva: gevaarlijk?”, door Dr. Paul Vander Eecken (Hippocampus Nr. 156 – december 1995).
- Diving and Subaquatic Medicine, ISBN 0-7506-2131-1.
- Medische inzichten in het diepzeeduiken (NELOS), editie 2000.

8. INDEX

Accident Mécanique.....	5	corrosie.....	29
Acetylsalicylzuur.....	35	cortisone.....	40; 43; 44; 45
acidose.....	20	CPR.....	16; 20; 28; 43; 47
ademhaling.....	14; 15; 17; 20; 23; 25; 26; 27; 28; 34	crepitations.....	17
ademhalingsfrequentie.....	20	cryo-allergie.....	38
ademhalingsmoeilijkheden.....	22; 23; 45	cyanose.....	14; 20; 33; 39
ademhalingsstoornissen.....	45	cyanotisch.....	37
ademkalk.....	26	CZS.....	22; 25
ademplucht.....	29	Dalton.....	21; 32
aeroëmbolie.....	15	decompressieongeval.....	10; 15; 16; 19; 20; 31; 35
AGE.....	15	decompressietabellen.....	32
airtrapping.....	14	decongestiva.....	8
alcohol.....	8; 21; 24; 34; 38; 39	delirium.....	41
allergie.....	19	deshydratie.....	34
alternobar vertigo.....	7; 8; 10	diabetes.....	38
anaërobe stofwisseling.....	20	dieptehyperventilatie.....	27
anafylactische shock.....	44	dood.....	14; 15; 16; 20; 24; 25; 28; 33; 37; 39; 40; 43; 46
anoxie.....	16; 25	doofheid.....	9; 10; 33
antibiotica.....	8; 9; 12; 43; 44	draineren.....	37
antistollingsmiddel.....	35	drinkwater.....	40
apnea.....	30; 31; 38	droog duikpak.....	5; 33
Arterial Gas Embolism.....	15	droog pak.....	7
aspirine.....	15; 35	drukverband.....	46; 47
astma.....	29; 38	DUIKBRILSQUEEZE.....	5
azijnoplossing.....	45	duikdiurese.....	34
barotrauma.....	5; 7; 8; 10; 11; 33; 38	duikpak.....	5; 6; 18; 34; 39; 44; 45
BAROTRAUMATA.....	5	duizeligheid.....	10; 11; 30
Basilair membraan.....	10; 11	dyspneu.....	33
beenderpijnen.....	33	eczeem.....	7
bends.....	32; 33; 36	endolymfe.....	11
bewusteloosheid.....	14; 24; 25; 28; 39	epilepsie.....	38
bewustzijnsverlies.....	10; 37; 45	equilibreren.....	5; 8
Bezwarende factoren.....	32; 34	essoufflement.....	25
blauwe kop.....	6	euforie.....	21; 22; 24
bloeddrukval.....	37; 39	evenwichtsstoornissen.....	10; 33
bloedplasma.....	20; 28; 32	exploderen.....	12
Bloedvatencongestie.....	7	face-squeeze.....	5
bloodshift.....	14; 18	fistel.....	10
botnecrose.....	36	fractuur.....	10
Boyle-Mariotte.....	5; 32	gecompenseerde shock.....	20
braakneigingen.....	10; 11; 22; 33	gedragsveranderingen.....	33
bradycardie.....	19; 22; 31	gehoorgang.....	7; 9
buikpijn.....	41	gehoororgaan.....	10; 11
buisje van Eustachius.....	7; 8; 11	gevoelstoornissen.....	16; 32; 33; 41
buitenoor.....	7; 8	gewrichtspijnen.....	33
CAGE.....	15	gezichtsstoornissen.....	46
caisson.....	11; 13; 23; 26; 33	gif.....	40; 41
caissonziekte.....	32	halfcirkelvormige kanalen.....	10; 11
carotisslagader.....	15; 32	halfdroog pak.....	5
CAT-scan.....	12	halsemfyseem.....	17
Cerebral Arterial Gas Embolism.....	15	hamersteel.....	7
cerumenprop.....	7; 8	hartfrequentie.....	20
Chokes.....	33	hartritme.....	31; 39
CO.....	23; 24; 28	hartritmestoornis.....	41
CO ₂	22; 24; 25; 26; 30; 31; 34; 39	heliosis.....	38
cobra.....	41	helmduikers.....	6; 26
cochlea.....	10; 11	hemianopsie.....	33
cofose.....	33	hemiplegie.....	14; 16; 32; 33
COHb.....	28	hemoglobine.....	24; 26; 28
comprimeren.....	10	hemolyse.....	19
contactlenzen.....	36	Henry.....	32; 34
convulsies.....	14; 22; 23; 32; 33; 39	Heparine.....	35
cornea.....	36	hitteslag.....	38

hoestaanvallen.....	29	melkzuur.....	20; 37
holoturine.....	41	membraan van Reissner.....	10; 11
hoofdpijn.....	12; 24; 25; 28; 30; 33; 41	menstruatie.....	38
hooikoorts.....	7; 8; 10; 12; 38	methode van Townbee.....	8; 10
hoornvlies.....	36	microbellen.....	32; 35
huid-bends.....	33	middenoor.....	7; 9; 10
huidinfecties.....	44	middenooronderdruk.....	7; 8
huidsymptomen.....	33	middenooroverdruk.....	7; 8
huidzwellings.....	6	middenoorsqueeze.....	8
hydro-allergie.....	38	nausea.....	11; 22
hydrocutie.....	19; 38	netelcellen.....	44; 45
hydrops.....	11	netelkoorts.....	43
hydrostatische druk.....	31; 34	neusdruppels.....	7
hypercapnie.....	25; 37	nitrox.....	14; 22; 23; 34
hypersecretie.....	11	NO.....	29
hyperstrekking.....	14; 23	NO ₂	29
hyperventileren.....	27; 30; 38	normobare.....	15; 16; 20; 25; 26; 35
hypocapnie.....	30	nucleatietheorie van Braggi.....	36
hypothermie.....	37; 38; 39	O ₂	16; 20; 22; 23; 24; 26; 28; 30; 31; 37
hypovolemie.....	19	oedeem.....	19; 32; 36; 40; 43; 44
hypoxie.....	16; 22; 24; 25; 28; 29; 32; 35; 37; 39	ogen.....	5; 22; 33
imploderen.....	12	olie.....	29
infraklinische bellen.....	32	onderdruk.....	5; 39
intravasculair volume.....	19	onderkoeling.....	39
invers barotrauma.....	5; 13; 14	ongelijke druk.....	7
kankerverwekkend.....	29	oogsymptomen.....	33
keelontsteking.....	7; 8; 10	oordopjes.....	7; 8
kerntemperatuur.....	37; 39	oorsmeer.....	8
klaplong.....	17	oorstop.....	7
kolieken.....	13	oorsuizingen.....	10; 11; 22; 30; 33
kompressen.....	40; 43; 45	opwarmingsdood.....	39
kooldioxide.....	38	orgaan van Corti.....	10; 11
koolmonoxide.....	28	ostium.....	12
koolwaterstoffen.....	29	OTU-waarden.....	23
koraalduivel.....	41	ovale venster.....	10
koud water.....	23; 26; 39; 43	oververzadigingscoëfficiënt.....	32
koude diurese.....	39	Oxygen Tolerance Unit.....	23
krakende sneeuw.....	17	P.F.O.....	33; 35
krampen.....	13; 30	paraplegie.....	32; 33
kwallenbeet.....	45	paresthesieën.....	22; 33
labyrint.....	10; 11	Patent foramen ovale.....	34; 35
laryngospasme.....	14; 38	pedicellaria.....	42
longalveolen.....	15; 23; 26; 37	perifere.....	19
longbeschadiging.....	14	periferie.....	31; 39
longblaasjes.....	15; 37	perslucht.....	22; 23; 34
longembool.....	19	pieterman.....	41
longfilter.....	32	pijlstaartrog.....	40
longoedeem.....	3; 31	pneumomediastinum.....	17
longoverdruk.....	15; 17; 19; 23	Pneumothorax.....	14; 15
Longsclerose.....	37	premenstruele zwelling.....	8
longsqueeze.....	3; 31	pre-shock.....	20
Longsqueeze.....	18	quadriplegie.....	32; 33
longvlies.....	17	reanimatiecentrum.....	15; 35
Lorrain-Smith effect.....	22	reanimeren.....	24; 25; 37
lucht.....	13; 14; 15; 17; 22; 23; 26; 27; 28; 30; 34	rebound effect.....	7
luchtembolie.....	5; 14; 15; 16; 25; 35	rebreather.....	26
luchtwegen.....	14; 26	reverse ear block.....	7
lymfevloeistof.....	10; 11	rhinitis.....	11
lysosomen.....	20	ronde venster.....	7; 10
macrobellen.....	32	ruggenmerg.....	10; 32; 35
maculotoxine.....	46	ruptuur.....	11
malaise.....	33	sacculus.....	10; 11
manoeuvre van Toynbee.....	8; 13	schapen.....	33
mechanische ongevallen.....	5	schijndood.....	39
Mediastinaal emfyseem.....	14; 17; 19	schorpioenvis.....	41
mediastinum.....	17	scotoma.....	33
meerplaatscaisson.....	15	serum.....	45

serumenprop.....	7; 8
shock.....	14; 16; 17; 19; 20; 23; 32; 33; 35; 37; 38; 45; 47
silent bubbles.....	32
sinusitis.....	11; 12
skip-breathing.....	14; 23; 26
slakkenhuis.....	10; 11
slangengif.....	41
slijmoplossende producten.....	7
sludge.....	20; 32
sneeuwkraken.....	17
spanningspneumothorax.....	17; 19
spasme.....	14; 37
spierkramp.....	37
spierpijnen.....	33
spijsverteringskanaal.....	13
spondeliersziekte.....	43
spraakstoornissen.....	32; 33
stabiele zijligging.....	15; 16
stationaire bellen.....	32
steekwonden.....	40
steenvissen.....	41
stekelhuidigen.....	40
stemspleet.....	14
stikstof.....	34
stikstofoxides.....	29
stuiptrekkingen.....	16; 22; 39
subcutaan emfyseem.....	17
surfactant.....	23; 37
syncope.....	30; 37; 38
syndroom van Arnold-Chiari.....	10
syndroom van Lundgren.....	14
syndroom van Ménière.....	11
tandarts.....	12
tandchirurgie.....	12
tanden.....	12
Taravana.....	31; 35
thorax.....	15; 18
tinnitus.....	10; 11; 22; 33
toxischegevallen.....	29

Trendelenburghouding.....	16; 20; 35; 39
trommelvlies.....	7; 8; 9
trommelvliesperforatie.....	8
trommelvliesscheur.....	7
twee-uren-regel van Reid.....	46
urine.....	20; 39; 45
urineren.....	33; 34
utriculus.....	10; 11
vacuüm.....	17
Valsalva.....	7; 8; 10; 34; 35
vasculaire necrose.....	36
vasodilatatie.....	22; 39
ventielpneumothorax.....	17
verdrinking.....	10; 18; 23; 30; 31; 37
vergiftigingsverschijnselen.....	42
verkoudheid.....	7; 8; 10; 12; 14
verlamming.....	16; 40; 41; 42; 45; 46; 47
verlammingen.....	33
vermoeidheid.....	8
vertigo.....	10; 38
vestibulum.....	10; 11
V-houding.....	15; 16
vitamine E.....	22
vlooiën.....	33
vochtuittreding.....	8; 19
vochtverlies.....	19; 34
voetplaat.....	10
volgelaatsmasker.....	6
warm water.....	39; 40
water.....	9; 18; 19; 22; 26; 29; 30; 31; 34; 35; 37; 38; 45
zeekomkommers.....	41
zeewater.....	45
zoet water.....	45
zomerdiarree.....	38
zonnesteek.....	38
ZUIGNAPEFFECT.....	5
zuurstof.....	15; 16; 19; 22; 23; 25; 28; 30; 35; 37; 39
zwangerschap.....	31

