



Foto's: Ivo Madder.

Het klaren of equilibreren van je oren

De 'Tuba Auditiva' of 'Buis van Eustachius' en het 'klaren van de oren' bij 'descent/ascent' (dalen/stijgen) nader bekeken.



Dirk Deraedt

Anesthesioloog – Intensivist
Duikerarts
3*Instructeur NELOS
dirk.deraedt@nelos.be

Paul Van der Eecken

Neus-, Keel- en Oorziekten
1*Instructeur NELOS
Lid van de Geneeskundige Commissie
A.Z. Sint-Lucas, Groenebriel 01,
9000 GENT
paul.vandereecken@gazstlucas.be

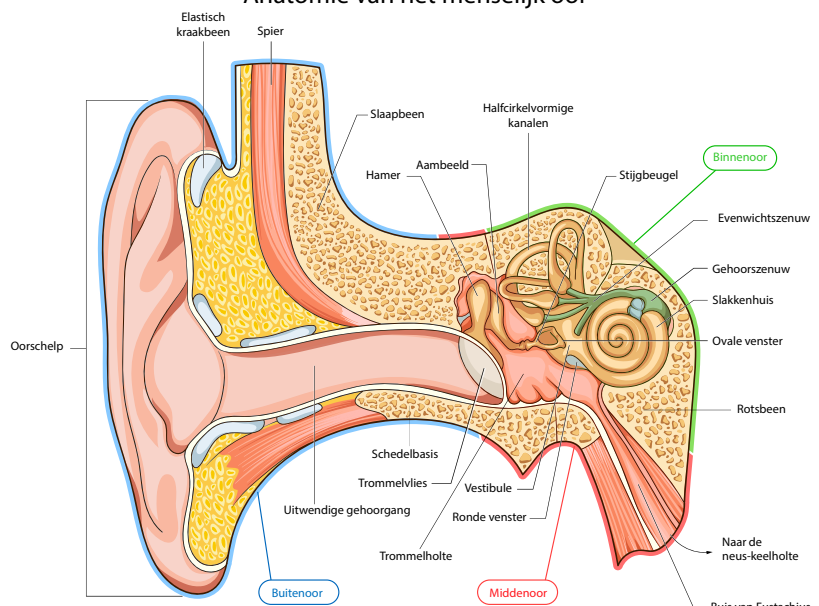
trommelvlies), maar andere kunnen een permanente beschadiging veroorzaken (binnenoorbarotrauma).

anatomie in het kort

Het middenoor: is een afgesloten luchthoudende ruimte met een 'uitgangsroute' (buis van Eustachius), een flexibel element (trommelvlies, buffer met de gehoorgang), twee semi-rigide vensters (rond en ovaal,

buffers met het binnenoor) en rigide been-derige wanden. De druk moet gelijk zijn aan de omgevingsdruk. Is dit zo niet, dan zal het drukverschil (drukgradiënt) tussen het middenoor en zijn omgeving een barotrauma van het oor tot gevolg hebben. Het is dus essentieel om de drukgradiënt te compenseren/overwinnen. Deze methode noemen we het klaren of equilibreren van de oren.

Anatomie van het menselijk oor



Tekening: Alexander P.

Een ontsteking van de uitwendige gehoorgang, een gescheurd trommelvlies, een barotrauma van het binnenoor... kortom 'problemen met de oren' omwille van de complexe fysiologie en anatomie mogen geen belemmering zijn voor onze passie 'recreatieduiken'! Wij, duikers weten het al langer: het oor is het eerste orgaan dat onderhevig is aan de Wet van Boyle & Mariotte. Respecteer je die wet niet, dan ontwikkel je vroeg of laat een barotrauma van het oor. Soms is het probleem eenvoudig op te lossen (ingetrokken

De buis van Eustachius: is de verbinding tussen het middenoor en de achterste neusholte om bij overdruk van buiten uit de verhouding oppervlakte trommelvlies/ ovaalvenster (20/1) te compenseren. De richting is schuin naar binnen met een ingewikkelde musculaire apparatuur en slijmvlies van het respiratoire/secratoire type, dat vrij gevoelig aan infecties is.

aan de oppervlakte

Het middenoor staat in verbinding met de neus-keelholte via de buis van Eustachius, ook 'tuba auditiva' genoemd (meervoud: 'tubae auditiva'). De buis van Eustachius is geen 'brede open buis' die constant doorgankelijk is. Het is eerder een virtuele buis om de migratie van slijm en vuildeeltjes vanuit de keelholte naar de middenoren te verhinderen. Daarnaast wordt zuurstof ook opgenomen in de holte van het middenoor door de aanwezige structuren. Indien de oren niet regelmatig geklaard worden zal er dus na verloop van tijd een onderdruk (of vacuüm) in de middenoren ontstaan. Om dit te voorkomen moeten de 'tubae' regelmatig geopend worden om de middenoren van verse lucht te voorzien. Meestal volstaat het te slikken. In feite klaar je dus meermaals per dag je middenoren zonder het te beseffen. Bij het slikken trekken de spieren van het zacht gehemelte en de buizen van Eustachius heel eventjes open. Deze doorgankelijkheid veroorzaakt een luchtshift, die de druk in het middenoor en de achterste neusholte gelijkstelt. Dat is de 'pop' of 'klik' die je hoort bij het slikken.

tijdens het duiken

Bij de eerste centimeters van de afdaling zal de omgevingsdruk snel toenemen en wordt het soepele trommelvlies naar binnen geduwd. Tijdens het duiken ontstaan er dus relatief grote drukverschillen tussen de middenoren en de omgeving. Per 10 meter waterkolom komt er 1 bar bij.

Indien we de middenoren tijdens het dalen niet klaren ontstaan er een aantal fenomenen, die we om praktische redenen onderverdelen volgens de duikdiepte:



- ✓ **Op een diepte van een halve meter:** de omgevende druk is 0,05 bar hoger dan in het middenoor. De trommelvlies buigen lichtjes naar binnen en je voelt een druk in je oren.
- ✓ **Op een diepte van 1 meter:** het drukverschil is opgelopen tot 0,1 bar. In beide middenoren wordt het trommelvlies naar binnen gedrukt. De oren doen pijn. Er komt slijm in de 'tubae'. Het klaren wordt moeilijker.
- ✓ **Op een diepte van 2,5 meter:** het drukverschil is 0,25 bar. Omwille van de forse onderdruk wordt er slijm en zelfs bloed uit het middenoorslijmvlies gezogen en zal het middenoor hiermee gevuld worden. Naast de pijn is er een gevoel van volheid (dat nog dagen kan aanslepen). Er is nu sprake van een barotrauma type 'squeeze'. De buis van Eustachius wordt door de onderdruk dermate 'gesqueeze'd' dat het praktisch onmogelijk is om ze door middel van een willekeurig maneuver te openen.

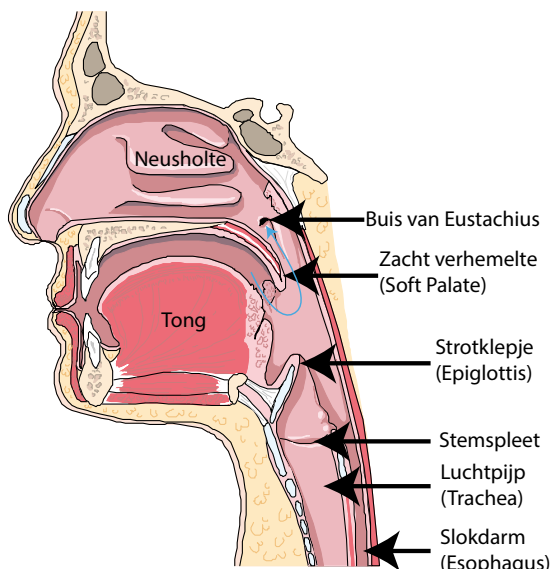
- ✓ **Op een diepte van 3 meter:** het drukverschil is nu zo groot (0,3 bar) dat één (of beide) trommelvlies zullen scheuren. Dit gaat gepaard met heftige pijn. Water loopt vanuit de uitwendige gehoorgang in het middenoor en zal daar – zeker wanneer het een eenzijdig trommelvliesscheur betreft – het evenwichtsorgaan prikkelen, met duizeligheid tot gevolg.

De aangegeven diepten zijn indicatief en kunnen sterk verschillen, afhankelijk van onder andere de elasticiteit (compliance) van het trommelvlies en andere individuele factoren (oorontstekingen en buisjes/diabolo's in de kinderjaren, mono-meer aspect of dun eenlagig broos trommelvlies, ...). In bovenstaand voorbeeld vindt trommelvliesruptuur plaats bij een drukverschil van 0,3 bar, maar in de praktijk kan dit erg verschillen. Zo kan er al een perforatie optreden vanaf een drukver-

schil van 0,1 bar (1 meter diepte). Anderen kunnen dan weer een stuk dieper afdalen (tot 6 meter en dieper) vooraleer er een perforatie optreedt.

technieken

Tijdens het dalen is het uitermate belangrijk de middenoren tijdig en regelmatig te klaren. Helaas kan niet iedereen de oren klaren door de passieve, niet-agressieve en eenvoudige techniek 'slikken'. Er moet dus gezocht worden naar an-



dere technieken om de oren te klaren. Alle methoden om de middenoren te klaren zijn technieken om de buis van Eustachius te openen ter hoogte van de neus-keelholte. Ter hoogte van deze opening bevindt zich een soort van richel/verhevenheid, de zogenaamde 'torus tubarius' of tubawal. De mechanismen die hierbij kunnen gebruikt worden zijn:

- ✓ het creëren van een verhoogde luchtdruk in de neus-keelholte;
- ✓ het aanspannen van specifieke spieren in de keelholte en het zacht gehemelte;
- ✓ het bewegen van de tong;
- ✓ het bewegen de onderkaak.

De hieronder beschreven technieken bestaan uit een van bovenstaande mechanismen, of zijn een combinatie daarvan.

1. Slikken met open neus: passief.

De spieren van de tuba strekken zich naar lateraal en openen de tuba. De lucht kan er zowel in als uit. Er is een vrije doorgang zonder te forceren zowel bij stijgen als dalen.

2. **Het Valsalva-maneuver:
actief bij het dalen.**

Dit maneuver wordt het meest door duikers toegepast: het is een efficiënte methode die gemakkelijk aan te leren is.

Zak loodrecht met het hoofd lichtjes naar achter, kin naar voor, knijp de neusgaten dicht en blaas door de neus. De overdruk die hierdoor in de neus-keelholte ontstaat duwt lucht via de buis van Eustachius in het middenoor.

Het Valsalva-maneuver is echter niet zonder risico's:

- ✓ Indien er te hard geblazen wordt kan de brutale luchtdruk golf die in de middenoren terechtkomt weefselbeschadiging veroorzaken, met barotrauma van midden- of binnenoor tot gevolg.
- ✓ Het kan gepaard gaan met toename van de druk in het binnenoor met aantasting van het ronde venster en een binnenoorbarotrauma tot gevolg.
- ✓ Het opbouwen van druk in de bovenste luchtwegen gaat gepaard met een toename van de druk in de borstholte. Bij het stijgen kan dit gevolgen hebben voor de ademhaling en de bloedsomloop. Belemmering van de uitademing kan aanleiding geven tot een longbarotrauma. Verandering van drukgradienten ter hoogte van de voorkamers van het hart kan aanleiding geven tot DCZ (decompressieziekte). Heb je een PFO (patent foramen ovale) dan wordt de druk in de rechtervoorkamer (atrium) groter dan in de linker met doorgang van stikstofbellen naar de linkervoorkamer, die een centraal DCZ tot gevolg kunnen hebben.

Daarom: pers nooit te krachtig en te lang (niet langer dan 5 seconden) en voer uiteraard nooit het Valsalva-maneuver uit tijdens het stijgen!

3. **Het Frenzel maneuver:
niet controleerbaar.**

Sluit neus en mond. De mond wordt ook inwendig afgesloten door de stem spleet te sluiten. Span hierbij de achterkant van je keel op zoals je dat doet bij het optillen van een gewicht. Maak dan het geluid van de letter 'K' (K-uh). Hierdoor wordt de achterzijde van de tong omhoog geduwd, waarbij er lucht tegen de openingen van de buizen van Eustachius wordt gecompriëerd. Fei-

telijk fungeert de tong als een piston die opwaarts beweegt in de afgesloten neus-keelholte.

4. **Het Toynbee maneuver:
actief bij het stijgen.**

Slikken met gesloten mond en neus. De slikbeweging opent de tuba. Er ontstaat een onderdruk in de neusholte waardoor er lucht uit het middenoor wordt gezogen en er aldaar ook een onderdruk ontstaat. Een onderdruk kan evenwel een alternatieve vertigo veroorzaken als beide middenoren niet terzelfdertijd klaren.

5. **De Lowry techniek:
ingewikkeld.**

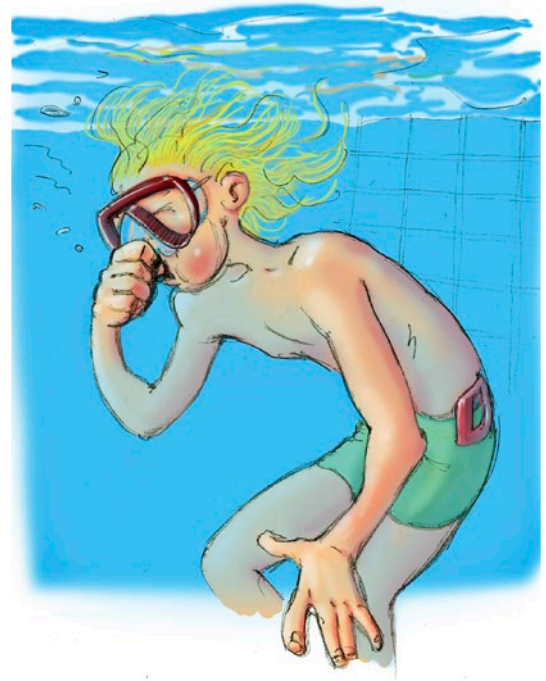
Is een combinatie van Toynbee en Valsalva: bij het sluiten van de neusgaten wordt er simultaan een slikbeweging gemaakt en het Valsalva maneuver (blazen) uitgevoerd. Aan de duiker wordt gevraagd de neus dicht te knijpen en tegelijkertijd te blazen en slikken. Hoewel deze techniek nogal complex is om uit te leggen, blijkt hij toch waardevol te zijn bij 'hopeloze gevallen'. Bovendien is het een techniek die boven water te trainen is.

6. **De Edmonds techniek:
vult Valsalva aan.**

Hierbij worden de buizen van Eustachius ter hoogte van hun oorsprong in de neus-keelholte (de zogenaamde tubawal) geopend door het voor- en onderwaarts bewegen van de onderkaak (zoals bij het begin van een geeuw) en het simultaan uitvoeren van een Valsalva maneuver.

7. **Béance tubaire volontaire (BTV):
'gestructureerd' slikken.**

Dit is het vrijwillig openen van de buizen van Eustachius door het aanspannen van bepaalde spieren ter hoogte van het zachte gehemelte en ter hoogte van de keel, eventueel in combinatie met het voor- en onderwaarts bewegen van de onderkaak. Deze techniek wordt toegepast door ervaren duikers die een perfecte controle hebben over hun keelspieren. BTV vraagt veel oefening. Sommige duikers (in het bijzonder apneuduikers) zijn in staat om deze spieren dermate te beheersen dat zij hun 'tubae' kunnen openhouden voor continue equilibratie.



Cartoon: Peter Bosteels.

Wat is de beste techniek?

Dat is eigenlijk een zuiver theoretische vraag. In de praktijk zijn de meeste duikers niet in staat om al deze technieken zomaar uit te voeren of te beheersen. Voor vele (beginnende) duikers is het klaren van de oren een lastige opgave; vaak is het een lange zoektocht naar de ideale methode. Voor de instructeur is het dan weer moeilijk om begrijpbare instructies te geven. De beste techniek is dus de techniek die het makkelijkst door de duiker uit te voeren is.

Uiteraard genieten op zuiver fysiologisch vlak de 'zachtere' technieken (slikken, een correct uitgevoerde Toynbee en BTV) de voorkeur omdat deze niet gepaard gaan met noemenswaardige snelle en hevige drukveranderingen in de bovenste en onderste luchtwegen.

Een aantal technieken daarentegen (Valsalva, Lowry, Edmonds) hebben het nadeel dat zij gepaard gaan met een duidelijke toename van de druk, niet alleen in de neus-keelholte, maar ook in andere organen en delen van het lichaam zoals het binnenoor en de borstholte. De potentieel nefaste gevolgen hiervan worden beschreven onder punt 2, het Valsalva-maneuver. Een gecontroleerd en correct uitgevoerd Valsalva-maneuver is evenwel de meest courante techniek.

tips om de oren te klaren



- ✓ **Slijmvrij:** zorg ervoor dat je neus vrij van slijmen is en dat je niet verkouden bent.
- ✓ **Luister naar de 'klik'.** Controleer al vóór je aan boord of aan de waterkant staat of je bij het slikken een 'klik' in beide oren hoort. Dit is het signaal dat beide buizen van Eustachius vlot opengaan.
- ✓ **Begin op tijd.** Feitelijk dient de eerste equilibratie te gebeuren van zodra het hoofd wordt ondergedompeld.
- ✓ **Anticipeer.** Wacht niet tot je druk in je oren voelt. Equilibreren gaat makkelijker als het drukverschil tussen je middenoren en de omgeving klein is. Zorg dat je elk gevoel van druk of pijn voor blijft.
- ✓ **Stop als je pijn voelt.** Stijg zo nodig een paar meter. Pijn is al te laat en een signaal dat het drukverschil tussen je middenoren en de omgeving te groot geworden is. Pijn is een alarmteken van een (dreigend) barotrauma. Het heeft geen zin om dit drukverschil proberen te overwinnen. Integendeel: in deze omstandigheden de oren klaren is rondt gevaarlijk omwille van het risico op binnenoortrauma.
- ✓ **Equilibreer dikwijls.** In het begin van de afdeling (zeker tijdens de eerste 10 meter) dient men om de meter te equilibreren. Dit is veel vaker dan je zou denken. Wel is het zo dat naarmate de diepte toeneemt de

druktoename kleiner wordt volgens de Wet van Boyle & Mariotte ($P \times V = Cte$): op grotere dieptes zal er dus minder frequent moeten geklaard worden. Equilibreer ten slotte nog een laatste keer wanneer je je maximale duikdiepte bereikt hebt.

- ✓ **Daal langzaam.** Het voorkomt te snelle toename van de omgevingsdruk en geeft je meer tijd om het maneuver zorgvuldig uit te voeren. Maak eventueel gebruik van een referentie, zoals een **daallijn**: het aanraken van een anker- of daallijn helpt bij de controle van je daalsnelheid. Bovendien kan je de daling makkelijker onderbreken (en zo nodig enkele meters terug stijgen) als het klaren te moeizaam gaat of als je pijn voelt.
- ✓ **Daal met de voeten naar beneden.** Lucht heeft in deze houding de neiging om in de 'tubae' te stijgen; eventueel aanwezig vocht en slijm zullen spontaan draineren. Een Valsalva-maneuver vereist 50 procent meer kracht met het hoofd naar beneden in vergelijking met het hoofd opwaarts.
- ✓ **Kijk naar boven.** Het strekken van de nek zal het openen van je buizen van Eustachius vergemakkelijken.
- ✓ **Vermijd tabak en alcohol.** Zowel rook als alcohol kunnen de slijmvliezen irriteren, slijmproductie bevorderen en de trilhaarslag afremmen waardoor de 'tubae' geblokkeerd raken.
- ✓ **Vermijd water in je duikbril en adem dikwijls uit langs de neus.** Water in je masker zorgt voor een constante irritatie van de neusslijmvliezen, die vervolgens opzwellen en meer slijm produceren waardoor de kans op verstopping van de 'tubae' toeneemt.
- ✓ **Trek je kap open** in het begin van je duik: vul zo beide gehoorgangen met water om een gehoorgangskwade te vermijden

Je oren klaren of equilibreren kan je dus leren! ■



Antonio Maria Valsalva (1666-1723) beschreef als eerste de correcte anatomie van het oor. Het naar hem genoemde maneuver werd gebruikt om bij een schedeltrauma met infectie de etter via de wonde uit de schedelholte te draineren. De cardiovasculaire weerslag bij een verhoogde druk in de borstkas werd pas twee eeuwen na zijn dood beschreven.



Bartholomeus Eustachius (1513-1574) was een beroemde Italiaanse anatoom (ontleedkundige), die voor het eerst het 'buisje in het oor', genoemd naar hem, beschreef. Over zijn geboortjaar bestaat verwarring, er zijn bronnen die 1500 beweren, 1510, 1513 of 1524.

DIRK DERAEDT &
PAUL VAN DER EECKEN