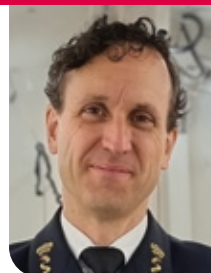


OPVANG EN OPVOLGING

Acute duikongevallen

Duiken is niet alleen een sport of beroepsactiviteit, maar ook een medische uitdaging die unieke risico's met zich meebrengt. Voor radiologen (in opleiding) is kennis van duikgerelateerde aandoeningen van belang, omdat zij vaak betrokken zijn bij de opvang en opvolging van deze soms levensbedreigende situaties.



Thijs Wingelaar



Robert Weenink

De incidentie van duikongevallen wordt geschat op circa 6 per 100.000 duiken. Deze incidentie ligt bij sportduikers lager dan bij beroeps- of militaire duikers. Ernstige duikmedische ongevallen zijn grofweg onder te verdelen in drie categorieën: decompressieziekte, immersie pulmonaal oedeem en longoverdrukletsel (al dan niet met arteriële gasembolie: AGE). Elk van deze aandoeningen heeft specifieke pathofysiologische mechanismen, klinische presentaties en radiologische kenmerken die herkenning en tijdige behandeling mogelijk maken.

In deze context speelt de radioloog een belangrijke rol. Hoewel duikmedische diagnoses vaak goed te stellen zijn met (hetero)anamnese, wordt er niet altijd aan gedacht in de eerste opvang. Specifieke tekenen bij beeldvormend onderzoek kunnen dan essentieel zijn voor het bevestigen van de diagnose, het bepalen van de ernst van het letsel en het monitoren van de respons op de behandeling. Dit artikel belicht de pathofysiologie, klinische pre-

1 Decompressieziekte (DCS)

Onder water heeft de duiker gas ingeademd onder verhoogde atmosferische omstandigheden. Hierdoor is er meer stikstof in de weefsels opgelost dan op zeeniveau. Hoe langer en dieper er is gedoken, hoe meer stikstof het betreft. Indien hier bij de opstijging geen rekening mee wordt gehouden, door langzaam op te stijgen en indien nodig pauzes (zogenaamde 'stops') tijdens de opstijging te maken, kan de capaciteit van weefsels om stikstof op te lossen overschreden worden. Dan kunnen klachten ontstaan: dit is DCS. Symptomen kunnen variëren van gewrichtsklachten (meestal de schouders) tot uitgebreide neurologische beelden met sensomotorische uitval.¹

Hoewel bij wetenschappelijk onderzoek op dit gebied gebruik wordt gemaakt van 2D-echografie en Doppler voor detectie van veneuze gasbellen, hebben deze technieken geen plaats in de diagnostiek van duikers met DCS. Hier zijn meerdere redenen voor. Ten eerste is bij veel duikers na een duik enige tijd sprake van aantoonbare intravasculaire stikstofbellen, zon-

Aangezien er geen andere beeldvormingsmodaliteiten zijn die DCS kunnen aantonen of uitsluiten, is DCS vooral een klinische diagnose en zou beeldvorming geen delay moeten opleveren voor behandeling in de recompressietank. In ernstige gevallen is gas in de systemische of pulmonale venen te zien indien een CT-scan is gedaan, bijvoorbeeld als er niet aan DCS is gedacht.

2 Immersie pulmonaal oedeem

IPE is een potentieel dodelijke aandoening die zich kenmerkt door acuut longoedeem ten gevolge van immersie of submersie. Het is niet uniek voor duiken, maar kan ook optreden tijdens zwemmen. Door de hydrostatische druk van de immersie vindt redistributie plaats van vocht vanuit de onderste lichaamshelft naar de centrale circulatie. Centralisatie van het circulerend volume kan nog versterkt worden door perifere vasoconstrictie door het koude water. Symptomen zijn kortademigheid en hoesten, soms met ophoesten van schuimig, vaak bloederig sputum. In ernstigere gevallen treedt hypoxie of zelfs een hypoxisch circulatoir arrest op. Radiologisch toont een X-thorax of CT-thorax diffuus bilateraal oedeem, en bij echografie van de longen worden B-lijnen gezien.²

3 Overdrukletsel

Overdrukletsel treedt op wanneer een duiker zijn adem inhoudt tijdens het opstijgen. Door de afnemende omgevingsdruk zet de lucht in de longen uit. Als de duiker niet uitademt, kan de druk in de alveoli zo hoog oplopen dat deze ruptureren. Hierdoor kan een pneumomediastinum of pneumothorax ontstaan. Gas kan ook de pulmonale capillairen instromen en vandaaruit via de longvenen en de linkerzijde van het ►

'Hoewel duikmedische diagnoses vaak goed te stellen zijn met (hetero)anamnese, wordt er niet altijd aan gedacht in de eerste opvang'

sentatie en radiologische aspecten van drie typen duikmedische ongevallen, met speciale aandacht voor een opmerkelijke casus die het belang van snelle herkenning en behandeling illustreert.

der dat er klinische tekenen van DCS zijn. Ten tweede kunnen stikstofbellen in het weefsel ook lokaal klachten geven, zoals de genoemde gewrichtsklachten, zonder dat er intravasculaire bellen zijn.

CASUS

Plotselinge verlamming

In februari 2018 vindt een incident plaats tijdens de duikopleiding van de Koninklijke Marine in Den Helder. Een gezonde, jonge marinier in opleiding voert een gecontroleerde opstijging uit vanaf 9 meter diepte in het zwembad. Deze oefening, bedoeld om de veilige techniek van het opstijgen onder begeleiding van twee instructeurs te trainen, verloopt aanvankelijk volgens protocol. Toch houdt de duiker onbewust zijn adem in vanaf 9 meter tot ongeveer 5 meter diepte.

Als de instructeur op 5 meter diepte opmerkt dat de duiker zijn adem inhoudt, een procedurefout, corrigeert hij dit direct en instrueert hij de duiker om te beginnen met uitademen. De duiker doet dit, maar de schade is al aangericht: door de plotselinge drukverandering treedt een longoverdrukletsel op, met een pneumomediastinum en AGE tot gevolg. Binnen seconden na het bereiken van het wateroppervlak ontwikkelt de duiker een parese van zijn rechterbeen. Binnen zeer korte tijd, circa anderhalve minuut, zijn deze klachten uitgebreid tot parese van de rechterarm, beide benen en visusverlies.

Aanhoudende paresthesie

De instructeurs handelen direct volgens protocol. De duiker wordt onmiddellijk uit het water gehaald en krijgt 100 procent zuurstof toegediend via een *non-rebreathing* masker. Binnen enkele minuten na het toedienen van de zuurstof verdwijnen de meeste symptomen, met uitzondering van een aanhoudende paresthesie in zijn rechterbeen. Deze snelle verbetering na zuurstoftoediening is kenmerkend voor AGE: de zuurstof helpt om de stikstofbellen in de bloedvaten op te lossen en de hypoxie van de weefsels te verminderen.

Voor verdere evaluatie wordt de duiker overgebracht naar de spoedeisende hulp van het ziekenhuis in Den Helder, alwaar een CT-thorax wordt verricht (wat ten tijde van dit ongeval het vigerende beleid is). Deze laat mediastinaal emfyseem en mogelijk een kleine pneumothorax aan de rechterzijde zien. Deze bevindingen bevestigen de diagnose van longoverdrukletsel.



Binnen twee uur na het incident wordt de duiker overgebracht naar het Duikmedisch Centrum voor behandeling volgens het 'tabel-6'-protocol. Dit is een gestandaardiseerd recompressieschema voor de behandeling van AGE en ernstige DCS. Tijdens deze behandeling, die ongeveer 4,5 uur duurt, ademt de patiënt onder verhoogde omgevingsdruk 100% zuurstof in, hetgeen intravasculaire gasbellen comprimeert, resorptie van de bellen versnelt door denitrogenatie en de weefselperfusie verbetert.

Volledig herstel

Na voltooiing van de hyperbare zuurstoftherapie zijn de symptomen van de duiker volledig verdwenen. Hoewel normobare zuurstof directe vermindering van klachten geeft, is hyperbare zuurstoftherapie essentieel voor een volledig herstel en kunnen de klachten enkele uren later terugkeren als er geen hyperbare zuurstof wordt gegeven. De duiker mag na een herstelfase van enkele maanden zijn opleiding hervatten. Dit toont aan dat, mits tijdig en correct behandeld, de prognose bij AGE uitstekend kan zijn.

hart in de systemische arteriële circulatie komen. AGE is een medisch noodgeval: gasbellen in de systemische circulatie kunnen leiden tot ischemie in vitale organen, zoals de hersenen. Net als DCS is AGE primair een klinische diagnose en zou beeldvorming geen delay moeten zijn voor spoedige behandeling met hyperbare zuurstof.³ Vaak wordt in het kader van de acute opvang toch een CT-scan verricht, hetgeen te verdedigen is indien dit geen vertraging oplevert. Op CT kan men pneumothorax, pneumomediastinum of gas in de bloedvaten zien. Het is wel van belang te benadrukken dat bij sterke klinische verdenking op AGE ook zonder afwijkingen op beeldvorming met hyperbare zuurstof behandeld dient te worden.

Rol van de radioloog

De behandeling van DCS en AGE is gericht op het zo snel mogelijk elimineren van de gasbellen en het herstellen van de weefselperfusie. Bij verdenking van deze ziektebeelden is onmiddellijke toediening van 100 procent zuurstof essentieel.

Dit vermindert de grootte van de gasbellen en verbetert de zuurstofvoorziening van de weefsels. Vervolgens is hyperbare zuurstof de hoeksteen van de behandeling. Tijdens deze behandeling wordt de patiënt blootgesteld aan verhoogde omgevingsdruk in een recompressiekamer. Dit comprimeert gasbellen en versnelt de opname van stikstofbellen. In het geval van IPE, een beeld dat sterk lijkt op astma cardiale, heeft hyperbare zuurstof geen meerwaarde en is de behandeling gericht op het herstellen van de oxygenatie en het ondersteunen van de patiënt.

Duikmedische ongevallen vereisen een multidisciplinaire aanpak, waarbij de radioloog vanzelfsprekend vaak betrokken is. Kennis van de pathofysiologie, klinische presentatie en radiologische kenmerken of de afwezigheid daarvan, bij DCS, overdrukletsel en IPE, is van meerwaarde voor radiologen die te maken kunnen krijgen met duikers. De casus van de marinier in opleiding (zie kader) illustreert hoe snel symptomen kunnen optreden en hoe cruciaal tijdige herken-

ning en behandeling zijn. Met de juiste kennis en samenwerking kunnen levens worden gered en ernstige gevolgen worden voorkomen. ■

dr. Thijs Wingelaar

Luitenant-ter-zee der eerste klasse

prof. dr. Robert Weenink

Kapitein-ter-zee

Referenties

1. Mitchell SJ, Bennett MH, Moon RE. Decompression sickness and arterial gas embolism. *N Engl J Med* 2022; 386:1254-64.
2. Hårdstedt M, Kristiansson L, Seiler C, et al. Incidence of swimming-induced pulmonary edema: a cohort study based on 47,600 open-water swimming distances. *Chest*. 2021; 160:1789-98.
3. Fakkert RA, Karlas N, Schober P, et al. Early hyperbaric oxygen therapy is associated with favourable outcome in patients with iatrogenic cerebral gas embolism: systematic review and individual patient data meta-analysis of observational studies. *Crit Care*. 2023; 24:282.

(Advertentie)



INTER

**Technologie die tijd
teruggeeft aan de zorg**

Ontdek medische
beeldvorming en
chirurgie op de
INTER Healthcare Day

📅 Dinsdag 27 oktober 2026

📍 INTER - Ratio 1, 6921 RW Duiven

Reserveer je plaats

Scan de QR-code om je in te schrijven

