

# Sukeltamista perinteisen virkistyssukelluksen rajojen ulkopuolella

Tekniikkasukelluksen kehittyminen lisää jatkuvasti sukeltajien mahdollisuuksia sukeltaa syvemmällä vaativammassa olosuhteissa perinteisen virkistyssukelluksen rajojen ulkopuolella.

Suljetun kierron laitteet (**rebreatherit**) olivat aiemmin lähes yksinomaan sotilaskäytössä, mutta nykyään ne ovat arkipäivää kaikkialla maailmassa. Seoksia, joissa on hapella rikastettua ilmaa eli nitroksia ja heliumia, on nykyään saatavilla laajemmin kuin koskaan aikaisemmin ja näiden seosten käyttökoulutusta on tarjolla yhä enemmän. Tekniikkasukeltajat voivat sukeltaa pitkän matkan sukelluskoottereilla syvemmälle luoliin kuin aikaisemmin. Näillä sukelluksilla etappipysähdysten ajat ja syvyydet ovat usein luonteeltaan kokeellisia. Tarkastelemme nyt joitakin niistä seurauksista, joita viimeaikainen kehitys on tuonut tullessaan.



Sukeltajantaudin (DCS) kliiniset oireet ovat usein erilaisia käytettäessä seoskaasuja 100 metrin syvyydessä. Sisäkorvan sukeltajantautitapauksia on raportoitu laajasti viimeisten 25 vuoden aikana, ja nämä tapaukset liittyvät tutkimusten mukaan usein sydämen eteisten välisessä seinämässä olevaan reikään, jota kutsutaan avoimeksi soikeaksi ikkunaksi (patent foramen ovale, PFO).

Asiantuntijoiden mukaan sukeltajantaudin riski niillä virkistyssukeltajilla, joilla on PFO, on 2,5 - 6,5 kertaa suurempi kuin niillä sukeltajilla, joilla ei ole PFO:ta. Riskiä pidetään kuitenkin niin pienenä, että PFO:n rutiiniseulontoja ei ole syytä ottaa käyttöön. Tekniikkasukeltajat sukeltavat kuitenkin perinteisen virkistyssukelluksen rajojen ulkopuolella, ja he tarvitsevat usein suunniteltuja etappipysähdyksiä ennen pintaan nousua. Ainakin yksi tekniikkasukelluskoulutusjärjestö suosittelee PFO-seulontaa ennen

ryhtymistä etappia vaativiin sukelluksiin.

Rebreather-laitteita käytettäessä ei yleensä ole varaa käyttövirheisiin. Näiden korkean teknologian laitteiden käyttö vaatii perusteellisen koulutuksen, kuten myös kunnollisen huollon. Sukellusta edeltävät tarkistukset on myös tärkeää tehdä huolellisesti ajan kanssa. Jos virkistyssukeltaja unohtaa esimerkiksi kääntää paineilmasäiliön venttiilin auki, hän huomaa virheensä heti kun hän yrittää hengittää eikä saakaan ilmaa. Tällöin hän voi nousta normaalisti pintaan ja aukaista siellä venttiilin. Kyseessä on silloin vain poikkeama, mutta ei vielä sukellusonnettomuus. Rebreather-sukeltaja puolestaan ei välttämättä huomaa jos hän unohtaa aukaista happipullon. Laitteessa kiertävä happi kuluu kuitenkin vähitellen huomaamatta loppuun, niin että sukeltaja menettää tajuntansa äkkiarvaamatta ja kuolee, suukappale mahdollisesti vielä suussaan. Tämän tiedetään tapahtuneen myös hyvin matalassa vedessä.



Asiantuntijat ovat yhtä mieltä siitä, että suljetun kierron laitteisiin liittyy suurentunut kuolleisuus verrattuna tavanomaisiin avoimen kierron laitteisiin, vaikkakin tarkkaa arviota riskistä ei olekaan. Hiljattain tehty analyysi arvioi, että kuolemanriski olisi 4-10 kertaa suurempi rebreather-sukeltajilla. Avoimen kierron laitteilla sukeltaessa kuolemaan johtavien onnettomuuksien riskin ajatellaan olevan 0,6 - 2,0 kuolemantapausta 100 000 sukellusta kohti, siten absoluuttinen riski suljetun kierron laitteilla ei ole loppujen lopuksi niin korkea kuin saattaisi odottaa. Viime aikoihin asti suljetun kierron laitteilla sukeltaminen oli erityisesti poissuljettu virkistyssukellukseen tarkoitetuista vakuutuksista. Riskitason selkiytyessä rebreather-sukeltajat voivat nykyään ostaa samankaltaisia vakuutuksia kuin avoimen kierron laitteillakin sukeltavat.

Toinen suhteellisen lyhyen ajan kuluessa tapahtunut muutos vapaa-ajan laitesukelluksen parissa on se, että sukeltaminen voidaan aloittaa nykyään **nuoremmalla iällä**. Ainakin yksi johtavista sukelluskoulutusjärjestöistä tarjoaa tällä hetkellä laitesukellusta vähintään kymmenvuotialle lapsille. Näitä sukelluksia koskevat kuitenkin syvyys- ja kouluttajarajoitukset. Sukelluksen vaikutuksia lapsiin tutkitaan myös edelleen. Laitesukellusta on ollut nyt 40 vuoden ajan ja on alettu pohtia, mitä pitkäaikaisvaikutuksia

sillä on sukeltajan terveyteen. Tiedetään, että kuplia syntyy kehossa myös ns. turvallisten sukellusten jälkeen, jolloin niillä on vaikutuksia soluihin ja verisuonen sisäpintaa verhoavan endoteelin toimintaan. Aiheuttavatko koko elämän ajan jatkuneet syvät sukellukset muistin huononemista tai muita ei-toivottuja myöhäisvaikutuksia? Hiljattain julkaistun artikkelin mukaan virkityssukeltajilla voi olla hyvin lieviä muutoksia kognitiivisissa toiminnoissa, mutta ne eivät kuitenkaan vaikuta huonontavasti heidän elämänlaatuunsa. Jokin verran tutkimusnäyttöä on kuitenkin ammattisukeltajista.



Kaikesta huolimatta sukeltaminen on kuitenkin tullut jäädäkseen, ja sukelluksen oppiminen on tänä päivänä helpompaa kuin koskaan aikaisemmin. Siksi kehitys myös kulkee nopeasti kohti yhä syvempiä sukelluksia. Sukelluslaitteet eivät myöskään koskaan ole olleet niin edullisia tai käyttäjäystävällisiä kuin nykyään. Nykyaikaiset sukellustietokoneet näyttävät jäljellä olevaa suoranosuaikaa ja tarvittaessa laskevat etappipysähdykset, myös uusintasukelluksille, jotka ovat jo tavanomaisen virkistysukelluksen ulkopuolella. Ennen kuin sukellustietokoneet yleistyivät vanhemmat sukeltajat ja sukelluslääketieteen edustajat sanoivatkin, ettei 50 metrin sukelluksen jälkeen ollut järkevää sukeltaa samana päivänä toista kertaa, vaan on turvallisempaa antaa kehon poistaa typpeä ainakin yksi vuorokausi. Nykyään ei kuitenkaan ole harvinaista, että painekammioon tulee sukeltaja sukeltajantaudin hoitoon juuri tuollaisen syvän uusintasukelluksen jälkeen.

Teknologian kehittyessä on lisääntynyt myös huoli siitä, että sukeltajien perustiedot ja -taidot ovat yhä heikommat. Nykyisin monella sukelluskurssilla oppilaat eivät enää edes opi käyttämään sukellustaulukoita tai ymmärtää miten syvyys ja suoranosuaika suhtautuvat toisiinsa. He eivät myöskään opi toimintatapoja poikkeamatilanteissa. Ei siis ole mikään ihme, että jotkut sukeltajat voivat kuulla näistä asioista ensimmäisen kerran vasta ollessaan hoidossa paikallisessa painekammiossa. Jopa

tekniikkasukelluskursseilla on nykyään harvinaisempaa opetella suunnittelemaan sukelluksia taulukoiden avulla, ja näin ollen uudet tekniikkasukeltajat saattavat joku kaunis päivä olla epävarmoja siitä, miten heidän tulisi toimia silloin kun ladattavasta sukellustietokoneesta loppuukin virta pitkällä sukelluksella.



## Tulevaisuuden näkymiä

Oletamme, että kasvokkain tapahtuva sukelluskoulutus tulee edelleen vähenemään. Internetistä on tämän vuosisadan aikana tullut niin yleinen, että sukelluskurssien oppilaat opiskelevat usein teoriaosuuden itsenäisesti internetissä. On vain ajan kysymys, koska saataville tulee sukelluskursseja, jotka ovat kokonaan netissä.

Tällä hetkellä jo ainakin yksi suljetun kierron laitteen valmistaja tarjoaa koulutusta ja kortitusta internetin kautta tietyille laitemallille ilman henkilökohtaista ohjausta. On todennäköistä, että tiettyjen sukelluslaitteiden kahdentaminen ja paketoiminen kokonaisuiksi tulee yhä tavallisemmaksi. Tällainen uusi ajattelumalli helpottaa laitteiston muokkausta veden alla poikkeama- tai hätätilanteissa. Tämä puolestaan mahdollistaa sen, että tekniikkasukeltaja voi luottaa entistä enemmän varusteisiinsa.

"Vanhan koulun" tekniikkasukeltajia huolestuttaa erityisesti se, että dekompressiosuunnitelmien laadinnan yhteydessä ollaan hyväksymässä ajatus siitä, että sukellustietokoneiden käyttö takaa turvallisuuden mahdollisten virheiden tai vikojen varalta. Dekompressiosuunnitelmia laativien PC-ohjelmistojen ja sukeltajan ranteeseen kiinnitettyjen tietokoneiden yhteistyö on tervetullutta sekä virkistys- että tekniikkasukeltajien parissa, mutta tämän ei kuitenkaan tulisi merkitä sitä, että sukellussuunnitelmien tekeminen annettaisiin kokonaisuudessaan tietokoneen tehtäväksi. Vahva ymmärrys sukeltajan fysiologian, fyysisen kunnon, syvyyden, sukellusajan, dekompressiostressin ja kaasun kulutuksen

suhteesta toisiin antaa tekniikkasukeltajalle mahdollisuuden huomata tietokoneen tekemän dekompressiosuunnitelman heikkoudet ja jopa virheet.

**Sukellustietokoneiden** luotettavuus paranee koko ajan samoin kuin niiden kyky arvioida sitä, kuinka hyvin ihmiskeho sietää dekompressiostressiä. Samanaikaisesti tulisi tekniikkasukeltajien koulutuksessa kuitenkin säilyä taulukkopohjainen sukellussuunnittelu perussisällössä. Kyseessä on hieman samankaltainen tilanne kun ensimmäiset sähkölaskimet tulivat käyttöön, silloin opeteltiin edelleen laskutikun käyttöä niin kauan, että uusien välineiden laskentateho täytti tutkijoiden, insinöörien ym. tarpeet. Ei ollut järkevää heti hylätä vanhoja tapoja. Meillä on nyt meneillään siirtymävaihe tämän alan kehityksessä, emmekä ole vielä täysin valmiita luottamaan yksinomaan sukellustietokoneisiin. Eräs sukelluskoulutusjärjestö jopa vastustaa niiden käyttöä, koska niiden turvallisuudesta dekompression suunnittelussa ei ole tieteellistä näyttöä.



Yllä kuvattuun kehitykseen liittyy huoli siitä, että tekniikkasukeltajat ovat ottamassa käyttöön sukellustietokoneet ja automaattisen kaasun kulutuksen mittauksen ilman että heillä olisi riittävät valmiudet reagoida niissä hätätilanteissa, joissa nämä automaattiset järjestelmät pettävät. Näin käy säännöllisesti esimerkiksi silloin, kun sukeltajat tekevät toistuvia sukelluksia vaativiin syvyyksiin, koska "tietokone ei varoittanut mitenkään" tai kun heillä ei ole tarpeeksi kaasua etappipysähdystä varten ja he joutuvat nousemaan pintaan suunniteltua aikaisemmin, koska "tietokone sanoi, että kaasua olisi tarpeeksi". Samalla kun riippuvuutemme teknologiasta lisääntyy, on hyvä säilyttää edelleen ne taidot, joiden avulla olemme selviytyneet tähän asti.

Useammalle kuin yhdelle sukeltajalle on käynyt niin, että hänen on täytynyt ottaa esille luotettavat muistiinpanonsa, ns. wet notes, ja varasuunnitelma etappipysähdyksessä, koska tietokone on mennyt epäkuuntoon. Vaikka käytössä olisi useampikin tietokone, tekniikkasukeltajan ei tule kuitenkaan jättää tekemättä varasuunnitelmaa, jotka koskevat esim. kaasun loppumista ja sukellussyvyyttä. Poikkeavien

sukellusprofiilien, joita nähdään usein luolasukelluksessa ja joissakin syvissä sukelluksissa (esim. käänteinen profiili, jojo- tai uusintasukellus), dekompressiota ei vielä ymmärretä täysin. Tämä vaatisikin lisätutkimuksia, myös kenttäolosuhteissa.

Lopuksi kehotamme kaikkia tekniikkasukelluskouluttajia pysymään ajan tasalla tekniikan kehityksen ja viimeisimpien tutkimustulosten suhteen, sillä koulutus ja menetelmät kehittyvät koko ajan. Uutta tietoa saa esimerkiksi lukemalla tekniikkasukellukseen erikoistuneita lehtiä, osallistumalla konferensseihin, joita ovat esimerkiksi EuroTek, Techmeeting ja/tai OzTeK sekä osallistumalla myös tekniikkasukelluksen foorumeihin.

Lopuksi, hanki lisää tietoa tekniikkasukelluksesta, mutta muista, että kaikki saatavilla oleva tieto ei välttämättä ole asianmukaista. Todennäköisesti puolet saamastasi tiedosta ei ole totta, valitettavasti emme tiedä kumpi puoli.

Varovaisuus ja vanhassa pitäytyminen ovat siis tällä hetkellä ainoa järkevä valinta. On ikävää joutua hoitamaan loukkaantunutta sukeltajaa, jolla ei ollut tarpeeksi tietoa riskeistä lähtiessään sukeltamaan.

---

Tämä artikkeli on ote kirjasta "**Sukellustiede. Mitä kouluttajasi ei koskaan kertonut sinulle**".

Kirjan on julkaissut Lambert Academic Publishing, ja sitä voi ostaa internetin kautta [tästä](#) , tai sitä voi tilata minkä tahansa kirjakaupan kautta. ISBN-numero on 978-3-659-66233-1. Kirjan hinta on 49,90 €, ja kaikki myynnistä saadut tekijänpalkkiot lahjoitetaan European Underwater and Baromedical Societylle sukelluslääketieteellisen tutkimuksen edistämiseksi