

Korkean paineen aiheuttamia fysiologisia reaktioita sukeltaessa

Mitä fysiologisia reaktioita kehossa tapahtuu sukelluksen aikana johtuen lisääntyneestä paineesta?

Oletko koskaan ollut huolestunut seuraavista seikoista laitesukelluksen aikana: syvyyshumalasta, paineentasauksesta, virtsanerityksen lisääntymisestä tai päänsärystä sukelluksen jälkeen?

Syvyyshumala

Jotkut pitävät siitä narkoosin tunteesta, joka syntyy typen vaikutuksesta ja jota esiintyy tunnetusti 30 metrin syvyydessä tai sitä syvemmällä. Kaikki eivät sitä kuitenkaan koe. Englanniksi sillä on runollinen nimi, syvyyden hurmio (rapture of the deep), joka kuvaa tilaa oikein hyvin. Tällaisessa tilassa olevan henkilön käytös on usein omituista ja eleet huvittavia. Kasvoilla saattaa olla hölmö hymy, ja liikkeet ovat samanlaisia kuin juopolla. Sukeltajat itse kertovat tuntevansa olonsa iloiseksi, hyvinvoivaksi tai euforiseksi. Kaikki ihmiset eivät ole yhtä herkkiä tämän asian suhteen, ja näiden yksilöllisten erojen lisäksi tilanne saattaa vaihdella myös saman henkilön kohdalla eri päivinä.

Yleisesti voidaan sanoa, että syvyyden hurmion saa aikaan lisääntynyt typen osapaine, joka häiritsee hermosolujen välistä viestintää. Kun typen osapaine laskee, syvyyshumalan oireet häviävät.

Miten tämä sitten voidaan selittää fysiologisesti?

P. B. Bennettin mukaan narkoottisen vaikutuksen uskotaan ennen kaikkea olevan luonteeltaan fysikaalista eikä biokemiallista. Vaikutuksen pääkohde on keskushermostomme. Parhaiten tätä asiaa selittää luultavasti **Meyer-Overton-hypoteesi**. Narkoosi syntyy, kun reagoimaton (inertti) kaasu, siis typpi, läpäisee aivojen hermosolujen rasva-aineita sisältävän kerroksen ja häiritsee signaalien välittymistä hermosolusta toiseen.

Niille sukeltajille, jotka eivät vielä ole asiasta perillä, olkoon tiedoksi, että hengitysilmassamme on typpeä 78 prosenttia. Maan pinnalla ilmanpaine on yksi ilmakehä (toisin sanoen typen osapaine on 0,78), kun taas 10 metriä syvässä vedessä hengitämme kahden ilmakehän paineessa. Tämä merkitsee sitä, että paine on kaksinkertainen (toisin sanoen typen osapaine on 1,56). Laskeuduttaessa syvemmälle kuin 10 metriin paine kasvaa, ja typen osapaine kasvaa myös (20 metrissä se on 2,34, 30 metrissä 3,12 jne.).

Jotkut ihmiset ovat sitä mieltä, että typpinarkoosia voidaan verrata LSD:n vaikutuksiin. Ehkä järkevämpää on kuitenkin verrata sen henkiseen toimintakykyyn kohdistuvia vaikutuksia niihin vaikutuksiin, joita yhdellä tyhjään vatsaan otetulla martinilla on. Siksi syvyyshumalaa saatetaankin kutsua **Martini-ilmiöksi**. Jos joudut typpinarkoosiin, eikä kukaan vedä sinua takaisin ylös, vaan jatkat edelleen laskeutumistasi, tällöin laskeutuminen aina seuraavat 10 - 15 metriä vaikuttaa henkiseen toimintakykyyn samoin kuin yhden uuden martinin nauttiminen. Narkoosi itsessään ei ole hengenvaarallinen, mutta reagointikyvyn heikkeneminen vedenalaisessa ympäristössä tai vaikkapa laiteongelmat saattavat olla hengenvaarallista. Kukaan järkevä ihminen ei sukella humalassa, joten myöskään syvyyshumalassa ei kannata jatkaa sukeltamista.

Narkoosin välttämiseksi ei kannata juoda alkoholia edellisenä iltana ennen sukeltamista tai jos tunnet olosi stressaantuneeksi, ahdistuneeksi tai olet työskennellyt liikaa. Nämä kaikki tekijät saattavat moninkertaistaa narkoottista vaikutusta tai laukaista sen helpommin. Vaikuttavia tekijöitä voivat olla myös rasitus, kylmä vesi, pelko, laskeutumisenopeus, väsymys, sairaus, lääkitys, liikalihavuus ja monet muut. Jos

sinulla on taipumusta joutua typpinarkoosiin, paras henkivakuutuksesi on sukellusparisi, jonka tehtävänä on yksinkertaisesti vetää sinut ylemmäksi heti kun alat käyttäytyä omituisesti.

Typen lisäksi myös sellaiset kaasut kuin helium, neon, argon, krypton ja ksenon ovat reagoimattomia kaasuja ja voivat näin ollen aiheuttaa kaasunarkoosin läpäisemällä hermosolujen lipidikerrokset ja häiritsemällä näin hermojen sähköisiä signaaleja. Reagoimattomien kaasujen narkoottinen vaikutus riippuu niiden rasvaliukoisuudesta, joka vaihtelee eri kaasujen välillä. Helium ei ole kovin rasvaliukoinen, joten sen narkoottinen vaikutuskin on vähäisempi. Siksi siis syvälle sukeltavat käyttävät heliumia. Ksenonin rasvaliukoisuus on korkein, jolloin myös narkoottinen vaikutus on suuri. Itse asiassa ksenonia käytetään lääketieteessä anestesia-aineena. Typpi sijoittuu johonkin kahden edellä mainitun välille. Se on narkoottista normaalia korkeammassa paineessa.

Paineentasausongelmia

Useimmat ovat oppineet korvien paineentasauksen jo ennen sukelluksen aloittamista, nimittäin silloin kun he ovat olleet lääkärintarkastuksessa, jossa on testattu, kykenevätkö he ylipäättään ollenkaan aloittamaan laitesukellusta. Korva-, nenä- ja kurkkutautien erikoislääkäri pyytää silloin tavallisesti tasaamaan paineen korvissa.



Laitesukelluksessa paineentasaus on välttämätöntä tärykalvon suojaamiseksi. Tärykalvo on korvassa sijaitseva hyvin ohut kalvo, joka saattaa kasvavan vedenalaisen paineen vaikutuksesta puhjeta laskeuduttaessa alaspäin. Jos tärykalvoon tulee reikä, se ensinnäkin heikentää kuuloaistia, mutta sitä kautta pääsee myös vettä sisälle korvaan, mikä puolestaan ärsyttää tasapainojärjestelmää. Tasapainojärjestelmä sijaitsee tasapainoelimessä sisäkorvassa. Lisäksi revennyt tärykalvo aiheuttaa kipua

ja estää sukeltamisen usean kuukauden ajan. Jos se ei pääse paranemaan kunnolla, voit joutua kärsimään pysyvästä kuulon menetyksestä, huimauksesta ja tulehduksesta. Niinpä on parempi hyödyntää pään sisällä olevaa korvatorvea, joka yhdistää korvan ja nielun mahdollistaen sitä kautta ilman puhaltamisen vasten tärykalvon sisäpuolta. Näin saadaan kompensoitua eli tasattua ulkoapäin tulevan paineen vaikutusta. Mitä syvemmälle laskeudut, sitä voimakkaammin paine painaa vasten tärykalvon ulkopuolta. Siksi paineentasaus täytyy suorittaa monta kertaa laskeuduttaessa alaspäin. Paras vaihtoehto on tasata paine tarpeeksi ajoissa ja tarpeeksi usein!

Koska kaikki ihmiset ovat erilaisia, eikä kaikkien ole niin helppoa suorittaa paineentasausta, on hyvä tietää, että on olemassa ainakin viisi eri menetelmää tätä toimenpidettä varten. Valitse niistä itsellesi sopivin!

1. **Valsalvan** menetelmä: Helppo, yleisesti tunnettu menetelmä. Purista nenäsi kiinni ja puhalla ilmaa nenän sisällä.
2. **Toynbeen** manööveri: Sulje sieraimet ja nielaise. Tämä aukaisee korvatorvet, ja kielen liike työntää ilmaa niihin.
3. **Frenzelin** manööveri: Sulje sieraimet ja nielun takaosa ja yritä muodostaa k-äänne. Tämä vaatii vähän harjoittelua.
4. **Edmundsin** menetelmä: Jännitä pehmeä suulaki ja nielun lihakset. Työnnä leukaa alas- ja ulospäin ja yritä tehdä Valsalva. (Tämä on vaikea.)
5. **Vapaasti** tapahtuva korvatorvien aukaisu: Monet vapaasukeltajat osaavat tämän tekniikan ja käyttävät sitä. Menetelmä vaatii harjoittelua. Supista nielun lihaksia ja vedä leukaa alas- ja eteenpäin. Tämä on vähän niin kuin yrittäisi pidättää haukotusta. Tämän liikkeen avulla korvatorvet avautuvat ylöspäin, jolloin paineentasaus on mahdollista.

Jos sinulla on jatkuvasti ongelmia korvien paineentasauksessa, sinun olisi hyvä käydä erikoislääkärin luona tarkastuttamassa korvasi. Älä tee väkisin mitään, sillä voit silloin aiheuttaa liikaa painetta tärykalvoa vasten. Se voi rikkoutua, sillä se on kuitenkin hyvin ohut kalvo.

Lisääntynyt virtsaamisen tarve

Oleskeltaessa veden alla tapahtuu ihmisessä monenlaisia fysiologisia muutoksia johtuen muutoksista lämpötilassa, painovoimassa, hapen imeytymisessä sekä yksinkertaisesti sukellusrefleksistä johtuen.

Sydän- ja verenkiertoelimistömme kykenee selviytymään tärkeimmistä muutoksista niin sanotun **blood shift -ilmiön** avulla sopeutuessaan "uuteen" ympäristöön. Tämä ilmiö tarkoittaa siis sitä, että ulkoisen paineen kasvaessa verisuonemme joutuvat puristuksiin, erityisesti syvemmällä vedessä olevissa kehon osissa, jolloin veri pakenee raajoista kohti vartalon keskiosia eli vatsan ja rinnan alueelle (mikäli sukeltaja on pystyasennossa pää ylöspäin). Noin 400 - 800 millilitraa verisuonten sisältämästä verestä siirtyy tällä tavalla pois raajoista. Keuhkorakkuloita ympäröivät pienet suonet (hiussuonet ja pikkuvaltimot) imevät tämän veren itseensä kuin sienet ja toimivat näin painetta vastaan. Tämä veren siirtyminen vaikuttaa verimäärän säätelyjärjestelmään. Järjestelmän tunnistimet aktivoituvat, mutta tämän aiheuttaa siis vain veren siirtyminen toiseen paikkaan, eikä syynä ole verimäärän todellinen lisääntyminen. Tämä on alkusysäyksenä kokonaiselle fysiologisten reaktioiden sarjalle, jota kutsutaan **Gauer-Henry-reaktioksi**, koska Gauer ja Henry kuvasivat sen ensimmäisinä. Tässä reaktiossa siis rintakehä laajenee veren ja plasman siirtyessä sinne, ja se puolestaan aktivoi reseptoreita sydämessä ja keuhkoissa, jolloin munuaisille välittyy hermosolujen ja hormonien kautta viesti lisätä virtsaneritystä. Sen pääasiallisena tavoitteena on keventää sydämen kuormitusta. Veren pakkautumisesta johtuen sydämen täytyy työskennellä enemmän, jolloin se pyrkii selviytymään tästä tilanteesta lisäämällä iskutilavuutta. Sydämen syke säilyy lähes

ennallaan. Lyhyesti sanottuna veden alla oleskelu saa munuaiset toimimaan aktiivisemmin, jolloin virtsaamisen tarve lisääntyy. Tämä johtaa pitkällä aikavälillä nestehukkaan ja elektrolyyttivajeeseen. Korvaavana toimenpiteenä on tarpeen aloittaa nesteytys eli veden nauttiminen kaksi tuntia ennen sukellusta ja muistaa se myös sukellusten välillä.



Lopuksi vielä tietoa päänsärystä sukelluksen jälkeen eli jos sinulla on joskus esiintynyt päänsärkyä sukelluksen jälkeen, syynä saattaa olla jokin seuraavista:

- nestehukka
- puristava maski
- liian paljon alkoholia edellisenä iltana
- huono hengitystekniikka laitesukelluksen yhteydessä (esim. tauot hengityksessä voivat lisätä hiilidioksidin määrää)
- unenpuute
- auringonpistos
- lämpöuupumus
- korva/paineentasausongelmat johtuen esimerkiksi sivuonteloiden tukkoisuudesta
- sukeltajataudin oire

Jos päänsärky ei mene nopeasti ohi, on hyvä mennä käymään lääkärissä.