

# Hiilidioksidi - pelätty vihollinen (osa 3)

## ***Varotoimenpiteet ja vastatoimet, joilla parannetaan sukeltajien turvallisuutta***

Tämän pienen hiilidioksidia ja sukeltamista käsittelevän artikkelisarjan ensimmäisessä osassa jaoin henkilökohtaisen tarinani [läheltä piti -tilanteesta](#) sekä kerroin lyhyesti hiilidioksidin aineenvaihdunnasta ihmiskehossa. [Toisessa osassa](#) tarkastelimme hiilidioksidin muodostumiseen ja eliminointiin liittyviä periaatteita samoin kuin syvyyden ja sukelluslaitteiden aiheuttamia komplikaatioita sekä hyperkapnian erittäin epämiellyttäviä ja mahdollisesti tuhoisia vaikutuksia.

Toivon, että sarjan kaksi ensimmäistä osaa ovat osoittaneet, miksi sukeltajien tulisi välttää hiilidioksidin kertymistä elimistöön. Tässä kolmannessa eli viimeisessä osassa haluaisin tarkastella sitä, millä keinoin pääsemme tähän tavoitteeseen. Samoin haluan kertoa käytössä olevista varotoimenpiteistä ja vastatoimista. Nämä vastatoimet voidaan ryhmitellä neljään selkeään kategoriaan: rasituksen välttäminen, henkilökohtaiset sukellustaidot ja -tottumukset, fyysinen kunto ja hengityksen (work of breathing, WOB) hallinta.

### **Rasituksen välttäminen**

Paras tapa välttää hiilidioksidin kertymistä on ensinnäkin minimoida tuottamamme hiilidioksidin määrä. Tämä tarkoittaa rasituksen ja energiankulutuksen vähentämistä. Sukeltaminen ei ole kuntoliikuntaa. Pidä vauhtisi hitaana ja tasaisena, äläkä ui turhaan ympäriinsä. Alueilla, joilla on voimakas virtaus, käytä virtausta hyödyksesi. Valitse saapumis- ja poistumiskohdat niin, että voit ajelehtia virran mukana sen sijaan, että uisit sitä vastaan. Viisas sukellusopas osaa lukea vuorovesitaulukkoa ja ennustaa virtauksen voimakkuuden ja suunnan. Näin hän voi järjestää sukellukset sen mukaisesti.

Virkistyssukeltamisen parissa skoottereita ja DPV-laitteita pidetään yleensä vain hauskoina vekottimina. Pitkän matkan luolasukelluksilla ja syvillä tekniikkasukelluksilla ne ovat kuitenkin välttämätön työkalu, jotta useiden sukelluspullojen kuljettaminen ja pitkät matkat sujuisivat ilman turhaa rasitusta. Skootterit ovat kalliita, eikä niitä ole kaikkialla saatavilla. Ammattitaitoisen sukeltajan käsissä ne eivät ole kuitenkaan mikään pieni tekijä, kun puhutaan rasituksen välttämisestä.



## Sukellustaidot ja -tottumukset

Henkilökohtaisten sukellustaitojen kehittämiseen kannattaa panostaa. Ensinnäkin mistä tahansa sukelluksesta tulee nautinnollisempi hyvien taitojen ansiosta. Tämän lisäksi hyvät sukellustaidot ovat myös loistava tapa vähentää sukeltajan tuottaman hiilidioksidin määrää. Tähän liittyviä tärkeitä taitoja ovat nosteenhallinta, trimmi ja oikea potkutekniikka.

Nosteenhallinta vaikuttaa rasitukseen suoraan. Neutraalisti kelluvan sukeltajan ei tarvitse kuluttaa energiaa säilyttääkseen oikean syvyyden liikkumalla räpylöiden avulla ylös tai alas. Hän voi sen sijaan pysähtyä ja levätä, ilman että hänen sukellusasentonsa vesipatsaassa muuttuu. Tämä vuorostaan mahdollistaa sen, että sukeltaja voi sukeltaa tasaisella (neutraalilla) trimmilla ja minimoida veden vastuksen päällikesuunnassa.

Kaikki nosteenhallinta ei kuitenkaan ole samanarvoista. Valitettavan suuri määrä sukeltajia ylpeilee sillä, että he luottavat ensisijaisesti keuhkoihinsa ja koskevat tuskin ollenkaan tasapainotusliivinsä täyttöventtiiliin. Vaikka onkin totta, että keuhkomme kehittyvät alun perin kalojen uimarakoista, on olemassa lukuisia syitä, miksi niiden palauttaminen tähän alkuperäiseen tarkoitukseen on [huono idea](#).

Tämän artikkelin kannalta olennainen seikka on se, että käytettäessä keuhkoja nosteenhallintaan ei hengityksemme toimi enää parhaalla mahdollisella tavalla. Riittämättömän uloshengityksen vuoksi hiilidioksidia ei pääse tarpeeksi poistumaan, vaan se jää elimistöön. Sama koskee hengitystapamme muokkaamista kaasunkulutuksen vähentämiseksi, jota joskus kutsutaan *hengityksen väliin jättämiseksi*. Rentoudu ja hengitä luonnollisesti, äläkä ole laiska tasapainotusliivin täyttöventtiilin kanssa. Säädä myös nostettasi usein korjaamalla pieniäkin muutoksia.

Mitä tulee liikkumiseen, taitavan sukeltajan arsenaalin pääase on sammakkopotku. Tähän potkuun



sisältyvän lepovaiheen ansiosta hyvin suoritettu sammakopotku on ylivoimaisesti tehokkain tapa taistaa matkaa veden alla. Kokeneet tekniikka- ja luolasukeltajat käyttävät sitä uidakseen tasaisella vauhdilla tuntikausia. Toissijaiset potkutekniikat, kuten peruutuspotkut ja helikopterikäännökset, voivat parantaa tehokkuutta entisestään lähietäisyydellä liikuttaessa. Suuressa kuvassa hiilidioksidiin liittyvissä asioissa ne ovat kuitenkin enimmäkseen vain pintakuorrutusta. Varsinainen kakku koostuu oikeasta nosteenhallinnasta, hyvästä trimmistä ja sammakopotkuista.



## Fyysisen kunnon taso ja CO<sub>2</sub>-toleranssin kaksiteräinen miekka

Kunto on hyvin laaja käsite, johon sisältyy eri tekijöitä, kuten voima, tasapaino ja koordinaatio. Mitä tulee puolestaan hiilidioksidipitoisuuksien säätelyyn, olemme tällöin kiinnostuneita pääasiassa *sydän- ja verenkiertoelimistön suorituskyvystä*. Kardiovaskulaarinen suorituskyky liittyy läheisesti *anaerobiseen kynnykseen* eli siihen maksimaaliseen rasituksen sietokykyyn, jossa aineenvaihdunnan tarpeet hapensaannin ja hiilidioksidin poiston suhteen ovat henkilön hengityselinten kapasiteetin rajoissa.

Se, mikä lasketaan rasitukseksi, vaihtelee suuresti yksilöiden välillä; yhden henkilön lämmittely on toiselle treeni. Vaikka fyysinen kunto onkin suuri etu sukeltaessa ja yleensäkin elämässä, ikävä tosiasia on se, että ihmiset eivät saavuta hyvää kuntotasoa millään mielekkäällä tavalla vain sukeltamalla.

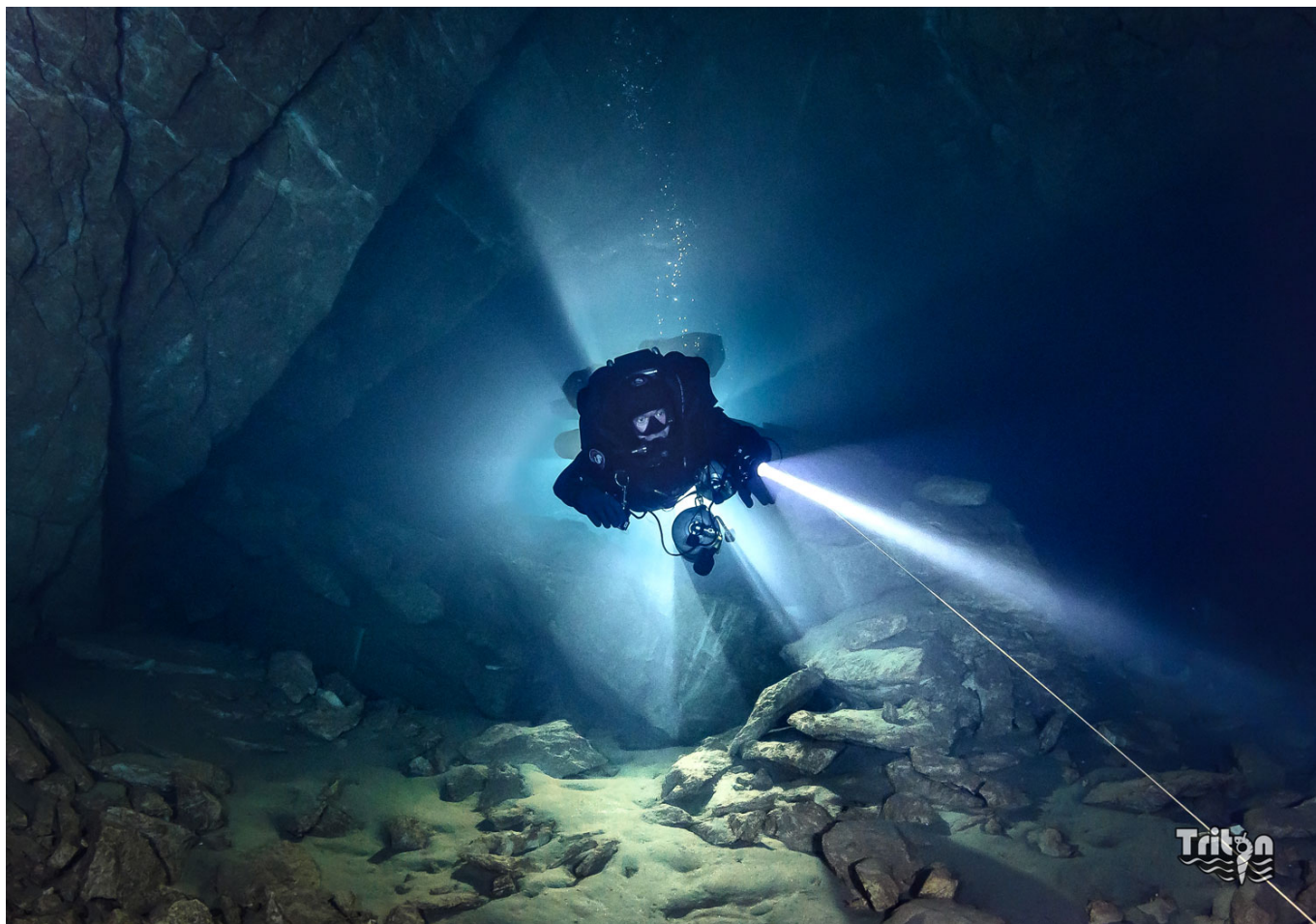
Yleisin tapa nostaa anaerobista kynnystä on intensiteetiltään muuttumaton, yhtäjaksoinen ja maltillinen kardioliikunta (aerobinen), kuten kävely, vaellus, lenkkeily, pyöräily, pitkän matkan uinti tai hyppiminen hyppynarulla. Korkean intensiteetin harjoittelu auttaa myös, mutta siihen sisältyy ansa.

Korkea anaerobinen kynnyks kehitty niiden lajien osallistujille, joissa urheilijat ylittävät reilusti anaerobisen kynnyksen usean minuutin ajan kerrallaan. Mieleen tulevat tässä kilpauimarit, keskimatkan juoksijat, crossfit-urheilijat ja taistelulajien harrastajat. Heillä on myös huomattavasti lisääntynyt hiilidioksidin

sietokyky. Tämän takia heidän on mahdollista jatkaa suoritustaan edelleen sellaisella hyperkapniatasolla, jolla useimmat ihmiset olisivat jo kauan sitten romahtaneet henkeään haukkoen. Muita väestöryhmiä, joilla on yleisesti korkea hiilidioksidin sietokyky, ovat koulutetut vapaasukeltajat ja, hieman ironista kyllä, tupakoitsijat.

Laitesukelluksella korkea CO<sub>2</sub>-toleranssi ei välttämättä ole hyvä asia. Kuten [tämän sarjan toisessa osassa](#) kerrottiin, hengästymisen välttäminen ei pelasta sinua muilta hyperkapnian vaikutuksilta, kuten narkoosilta ja kognitiivisten toimintojen heikkenemiseltä. Kun hengenahdistus sitten lopulta iskee, se voi tulla tällöin paljon kovempaa. Tämän seikan ei pitäisi estää ketään harjoittelemasta missä tahansa lajissa. Tämä seikka on kuitenkin hyvä pitää mielessä arvioidessasi sitä, kuinka kovasti haluat rasittaa itseäsi veden alla, vaikka olisit erittäin hyväkuntoinenkin. Kun alat tuntea hengästymistä, saatat olla jo vaikeuksissa.

Virkistyssukelluksen kuntovaatimukset eivät ole kovin korkeat. Tämä on hyvä uutinen kaikille meille, jotka emme halua viettää jokaista vapaata minuuttia kuntosalilla, polulla tai uimalla kierroksia uima-altaassa. Kohtuullinen kunto on tarpeeksi hyvä. [Couch to 5k](#) -ohjelman suorittaminen parantaa sukellusturvallisuuttasi veden alla. 5k:sta siirtyminen maratonin suorittamiseen on sinänsä hieno saavutus, mutta sukellusturvallisuuden kannalta mennään tällöin huonompaan suuntaan.



## Hengityksen hallinta

Kuten sarjan [toisessa osassa](#) kerrottiin, hengitystyöhön vaikuttavat sisäiset ja ulkoiset lisäkuormitukset sukelluksen aikana. Ulkoinen kuormitus syntyy sukelluslaitteista, pääasiassa regulaattorista. Regulaattorin pitäisi olla sellainen, että hengittäminen olisi mahdollisimman helppoa. Tämän takia on tärkeää käyttää



laadukkaita välineitä ja pitää ne puhtaina ja hyvin huollettuina. Samoin tulee säätää annostimen avautumispaine hyvin herkäksi. Jos käytät vuokravarusteita ja huomaat, että regulaattorilla on vaikea hengittää, kerro ongelmasta kohteliaasti ja pyydä vaihtoa.

Useammin kuin kerran olen tavannut sukeltajia, jotka tavallisesti alentavat annostimensa kaasun virtausta väittäen, että se auttaa heitä "säästämään kaasua". Tämä käsitys on helppo valita niiden kolmen suurimman harhakäsityksen listalle, joihin olen törmännyt opettajanurallani. Tällainen toiminta lisää ensinnäkin tarpeettomasti hengitystyötä ja siten hiilidioksidin muodostumista. Toiseksi tällaisen annostimen käytön vaatima suurempi negatiivinen keuhkopaine lisää myös [sukeltamisen aiheuttaman keuhkopöhön](#) riskiä.

Pääasiallinen sisäisen kuormituksen lähde on kaasun tiheys, jota valitettavasti voidaan hallita vain kahdella tavalla: rajoittamalla syvyyttä ja käyttämällä heliumia. Helium on kallista, eikä kaikilla ole aikaa tai halua harjoitella trimix-sukeltajaksi. Myös syvyyden rajoittaminen 29 tai 37 metriin, jossa O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>-seosten tiheys saavuttaa [Gavinin ja Mitchellin suosittelemat rajat](#), ei näytä olevan kovinkaan monen mielestä houkuttelevaa. Niiden sukeltajien, jotka haluavat sukeltaa syvälle ilmaa käyttäen, tulisi ainakin olla tietoisia riskeistä. Nämä riskit koskevat sekä heitä itseään että heidän sukellusparejaan, jotka eivät välttämättä saa tarvitsemaansa apua hätätilanteessa, kun kaikki tiimin jäsenet toimivat kognitiivisesti ja fyysisesti heikentyneessä tilassa.



## Ajatuksia artikkelisarjamme loppuksi

Suurin osa sukelluksista sujuu mutkattomasti, eikä hiilidioksidi ole kovinkaan merkittävässä roolissa. Silloin kun sukellus ei kuitenkaan suju odotetusti ja sukeltajan aineenvaihdunta joutuu koville suuremman työmäärän vuoksi, hiilidioksidin kerääntyminen elimistöön voi muuttaa muuten hallinnassa olevan

tilanteen vaikeaksi tai vieläkin pahemmaksi. Toivon, että tämä artikkelisarja antaa ajattelemisen aihetta ja valaisee hieman sitä, kuinka kehomme tuottaa hiilidioksidia ja reagoi siihen. Samoin on hyvä tietää, miten tämä liittyy nimenomaan sukeltamiseen ja miten voimme vähentää tähän liittyviä riskejä.

Pysy turvassa ja toivottavasti sukelluksesi ovat aina onnellisia!

---

### **Tietoa artikkelin kirjoittajasta**

Tim Blömeke opettaa virkistys- ja tekniikkasukellusta Taiwanissa ja Filippiineillä. Hän on myös freelance-kirjoittaja ja -kääntäjä sekä Alert Diver -verkkolehden toimitusryhmän jäsen. Hän sukeltaa Fathom CCR -järjestelmällä. Kysymyksiä ja kommentteja varten voit olla häneen yhteydessä hänen [blogisivunsa](#) kautta tai [Instagramissa](#).

---

**Kääntäjä:** Marianna Rantanen