

# Paineentasauksen vaikutukset sydämeen

Sukeltaminen on hyvin rentouttava harrastus, mutta se on myös fyysisesti vaativa laji. Laskeutuminen monen metrin syvyyteen veden pinnan alapuolelle merkitsee sitä, että elimistösi altistuu erittäin suuren vesimäärän paineelle. Siksi sukeltajille opetetaan harjoituksia, joiden avulla heidän elimistönsä pystyy sopeutumaan paineen vaihteluihin, ja he voivat näin tasata ympäröivän veden aiheuttamaa painetta välikorvissa. Nämä toimenpiteet käynnistävät elimistössä sarjan tapahtumia, jotka vaikuttavat sisäiseen paineeseen. Tällöin elimistö kykenee paremmin sopeutumaan uuteen ympäristöönsä. Jos elimistössä kuitenkin on jossain kohdassa, esimerkiksi sydämessä, jokin vika, se saattaa estää tämän automaattisen soputumisketjun normaalin toiminnan. Sydämessä oleva pieni vaurio, jota ei normaalioloissa havaita lainkaan, saattaa aiheuttaa vakavan terveystarpeen, kun elimistöä ympäröivä paine kasvaa sukeltaessa. Kyseessä on siis avoin soikea ikkuna (PFO), joka on pieni aukko sydämen eteisten välisessä kudossseinässä. Tämä väliseinä erottaa sydämen kaksi ylempää onteloa toisistaan, ja reikä tässä väliseinässä saattaa olla terveystarve sukeltajalle.

Tieteelliset tutkimukset ovat osoittaneet, että Valsalvan manööveri saa aikaan tiettyjä paineen vaihteluja ihmisen elimistössä liikkeessä. Valsalvan manööveri voidaan saada aikaan pitämällä nenästä kiinni, sulkemalla suu ja koettamalla sitten hengittää ulos. Valsalvan manööveri alkaa hengittämällä syvään sisään, jolloin paine keuhkopussiontelossa keuhkojen välissä laskee (rintakehän sisäinen paine). Sitten hengitetään ulos suljettua suuta ja nenää kohti usean sekuntin ajan. Tämän toimenpiteen aiheuttama rasitus saa aikaan sen, että rintakehän sisäinen paine kasvaa vomakkaasti. Paine rintakehässä estää verenvirtauksen sydämeen lähes kokonaan muutamien sekuntien ajan. Kun nenä ja suu sitten lopuksi vapautetaan, paine rintakehässä laskee, ja veri pääsee jälleen vapaasti kulkemaan virraten sydämen oikeaan eteiseen. Tämä vapautunut veri painaa sydämen väliseinää, ja veren voimakas virtaus lisää painetta sydämen oikealla puolella vasemman puolen kustannuksella. Näin ollen eteisten välinen seinä pullistuu vasemmalle. Ruokatorven kautta suoritettavan kaikukardiografian avulla on voitu havaita, että avoimen soikean ikkunan ollessa kyseessä tämä paineen siirtyminen vasemmasta onkalosta oikeaan saa aikaan eteisten välisessä seinässä olevan reiän huomattavan suurenemisen.

PFO on melko yleinen ilmiö, ja monilla sukeltajilla voi olla reikä eteisten välisessä seinässä ilman että he itse tietävät sitä. Valsalvan manööveria käytetään sukelluksessa paineen tasaukseen, mutta myös joillakin muilla tähän tarkoitukseen käytetyillä toimenpiteillä voi olla vaikutusta sydämeen. Siksi DAN Europe on katsonut tarpeelliseksi tutkia, voivatko muutkin toimenpiteet aiheuttaa samanlaisia sisäisiä paineen vaihteluja kuin Valsalvan manööveri ja vaikuttaa samalla tavoin sukeltajaan, jolla on PFO. DAN teki tutkimuksen, johon osallistui 16 kokenutta sukeltajaa, 4 naista ja 12 miestä. Heidän ikänsä oli 22 ja 39 vuoden välillä. Sukeltajia pyydettiin tekemään seuraavat sukelluksessa käytettävät toimenpiteet: kontrolli, kevyt Valsalva, voimakas Valsalva, kalibroitu Valsalva, yskäisy, polvien koukistus Valsalvan manööverin kanssa, polvien koukistus vapaasti hengittäen ja isometrinen loppusupistus. Tutkijat analysoivat näiden toimenpiteiden aiheuttaman rintakehän sisäisen paineen tason, ja saatuja arvoja verrattiin alkuperäisiin painearvoihin. Tällä tavoin voitiin laskea, aiheuttiko toimenpide paineen vähenemistä vai

lisääntymistä rintakehän sisällä. Kaikista harjoitteista kerättyjä tietoja verrattiin toisiinsa, ja tutkimustulokset osoittivat, että Valsalvan manööveri sukelluksessa ja muut tavalliset toimenpiteet paineen tasaamiseksi aiheuttavat vain vähäistä rintakehän sisäisen paineen nousua. Todennäköisesti nämä pienet muutokset paineessa eivät aiheuta suurta verenvirtausta PFO:n läpi. Tutkimuksessa havaittiin kuitenkin, että jos Valsalvan manööveri on voimakas, toisin sanoen sitä suoritettaessa käytetään myös vatsalihaksia, se aiheuttaa merkittäviä paineen vaihteluja. Tällöin verta virtaa suuri määrä sydämen oikeaan puoliskoon, jolloin reikä eteisten välisessä seinämässä suurenee niin, että veri pääsee vapaasti virtaamaan siitä läpi.

Kuten jo aikaisemmin todettiin, reikä sydämen eteisten välisessä seinässä ei ole harvinainen, ja ihmiset tekevät päivittäin sellaisia fyysisiä harjoituksia, jotka saavat aikaan veren virtausta reiän läpi sydämen oikeasta eteisestä vasempaan. Miksi PFO on sitten niin vaarallinen juuri sukelluksessa? Syy tähän on se, että se mahdollistaa kuplien kulkeutumisen elimistöön. Veressä on sukelluksen aikana muodostuneita kuplia, ja kun veri kulkee oikean eteisen läpi ja jatkaa normaalia reittiä keuhkoihin, veren sisältämät typpikuplat eivät pääse pidemmälle elimistöön, vaan typpi poistuu uloshengityksen mukana. Kun veri pääsee virtaamaan PFO:n kautta oikeasta eteisestä vasempaan eteiseen, typpikuplat voivat siirtyä sydämen oikeasta osasta vasempaan. Vasen kammio lähettää kuplia sisältävän veren takaisin verenkiertoon. Näin nämä kuplat jäävät pidemmäksi aikaa verenkiertoon, jolloin typpikaasun aiheuttamien tukosten riski lisääntyy. DANin tietoon on tullut tapauksia, joissa vanhat kokeneet sukeltajat ovat sukellukset jälkeen kärsineet yllättäen sukeltajataudista, vaikka heillä ei koskaan aikaisemmin ole ollut ongelmia sukeltaessaan ja he ovat toimineet kaikkien turvallisuusohjeiden mukaisesti. Näissä tapauksissa on aina voitu havaita suuri PFO ruokatorven kautta suoritettavan kaikukardiografian avulla.

DANin tutkimus osoitti, että voimakas Valsalvan manööveri nosti rintakehän sisäistä painetta niin paljon, että oikeaan onteloon padottu veri saattoi aiheuttaa PFO:n avautumisen. Siksi sukeltajia tulisi aina opettaa välttämään voimakkaita Valsalvan manöövereitä. Tutkimus osoitti myös sen, että muut painetta tasaavat, vähemmän rasittavat toimenpiteet eivät johda merkittäviin muutoksiin rintakehän sisäisessä paineessa, eivätkä ne näin ollen ole uhka sellaisten sukeltajien terveydelle, joilla on PFO. Sukellusharjoitusten aikana tulisi huomiota kiinnittää erityisesti siihen, että sukeltajia ohjattaisiin käyttämään paineentasaukseen niitä keinoja, jotka tehdään leuan ja kurkun avulla, ja vältettäisiin vatsalihasten käyttöä. Tästä tutkimuksesta saatujen tulosten perusteella DANin tutkijat neuvovat niitä sukeltajia, joilla on PFO, välttämään aina nousun aikana sellaisia toimenpiteitä, jotka lisäävät rintakehän sisäistä painetta. Ei myöskään ole hyvä tehdä mitään sellaista fyysistä ponnistelua vaativaa, jossa käytetään vatsalihaksia, esimerkiksi kiivetä tikkaita sukellusvälineiden kanssa, puhaltaa tasapainotusliiviä täyteen veden pinnalla tai tehdä rasittavia käsi- tai jalkaliikkeitä sukelluksen jälkeen. Kaasukuplia voi olla verisuonissa kaksi tuntia sukelluksen jälkeen, ja vatsalihasten käyttöä vaativat toimenpiteet lisäävät painetta sydämessä avaten PFO:n ja päästäen veren virtaamaan väärään suuntaan, niin että kuplat kulkeutuvat kaikkialle elimistöön. Sukelluksen jälkeen on siis hyvä muistaa rentoutua, ja näin välttää painetta sydämessä.