

# Lentäminen sukeltamisen jälkeen

Vuonna 1989, DAN osallistui ensimmäiseen "lentäminen sukelluksen jälkeen" (flying after diving (FAD)) ryhmätyöhön. Sen rahoitti the Undersea and Hyperbaric Medical Society ja raportoidut sukellusonnettomuustapaukset keräsi DAN. Lentäminen sukelluksen jälkeen - kokeet tehtiin Duke yliopiston lääketieteellisen keskuksen laboratoriossa (1-3). Vuoden '89 kokouksen jälkeen työryhmä julkaisi yksimielisesti ohjeet lentämiselle sukeltamisen jälkeen.

Nämä ohjeet suosittelivat odottamaan vähintään 12 tuntia ennen lentämistä jo niinkin pienen kuin kahden tunnin pohja-ajan jälkeen suoranosusukelluksilla yhden päivän aikana. Lisäksi suositus oli odottaa 24 tuntia mikäli sukelluksia oli tehty useana päivänä peräkkäin. DAN ehdotti konservatiivisempaa 24 tunnin odotusta minkä tahansa sukelluksen jälkeen.

Virkistysukellusteollisuus kuitenkin vastusti. He perustelivat sillä, että uskoivat sukeltajantaudin (DCS) riski oli liian pieni vaatiakseen 24 tunnin odotuksen ja että se aiheuttaisi bisneksen menetystä saarilla oleville sukellusresorteille.

DAN uusi ohjeistuksensa vuonna 1991, suosittaen vähintään 12 tunnin pinta-aikaa yhden suoranosusukelluksen jälkeen ja yli 12 tunnin pinta-aikaa uusintasukellusten, dekompressiosukellusten ja useita päiviä kestäneiden sukellussarjojen jälkeen (4, 5).

Tämän jälkeen DAN on tehnyt kaksi laboratoritutkimusta lentämisestä sukeltamisen jälkeen. DAN on tehnyt myös yhden lisätutkimuksen käyttäen vammautuneiden sukeltajien tietoja, sekä haastatellut niitä sukeltajia, jotka ovat lentäneet oireiden kanssa tai painekammiohoidon jälkeen.

Kokemusperäiset tutkimukset lentämisestä sukeltamisen jälkeen Vuoden 1989 työryhmän läpikäymä data osoitti, ettei ollut riittävästi kokeellisia todisteita tukemaan ehdotettuja ohjeita. Luodakseen tällaisia todisteita DAN alkoi kokeelliset lentäminen sukelluksen jälkeen (FAD)- tutkimukset Duken ylipaineakeskuksessa (Duke Hyperbaric Center) vuonna 1992 simuloituilla lennoilla 8.000 jalkaan (2,438 metriin). Kokeet loppuivat vuonna 1999, mukana 40 DCS-tapausta 802 altistuksessa.

Vuoden 1999 U.S. Navy FAD suositukset perustuvat tähän dataan, kuten yhteiset suosituksetkin lentämiseen sukeltamisen jälkeen, jotka laadittiin vuoden 2002 DANin sponsoroimassa ryhmätyössä. Kokeelliset tutkimukset ja työryhmän tiedonanto julkaistiin 2004 (6,7). Uusitut lentäminen sukeltamisen jälkeen suositukset määrittivät:

- (a) Yhden suoranosusukelluksen jälkeen suositellaan minimissään 12 tunnin lentoa edeltävää pinta-aikaa.
- (b) Kun on sukeltettu useita sukelluksia päivässä useamman päivän ajan suositellaan minimissään 18 tunnin lentoa edeltävää pinta-aikaa.
- (c) Dekompressiopysähdyksiä vaativista sukelluksista on vain vähän aineistoa jolle perustaa suositus, mutta oleellisesti 18 tuntia pidempi pinta-aika vaikuttaa viisaalta.

DANin tutkimukset oli suunniteltu arvioimaan lentoa edeltäviä tarvittavia pinta-aikoja pisimmän oletetun yhden suoranosusukelluksen raja-arvoille tai uusintasukelluksilla. Toinen tutkimus alkoi vuonna 2002 U.S. Navyn sponsoroimana ja jatkuu edelleen. Sen tavoite on tutkia lyhyitä suoranosusukelluksia sekä dekompressiosukelluksia, joita ei aiemmin testattu. Tähän päivään mennessä on 368 altistuksessa tullut

neljä DCS-tapausta ja seitsemän "pikkutapausta (mariginaalisia DCS-tapauksia tai pikkuoireita jotka kestivät korkeintaan tunnin).

Tapauskohtainen tutkiminen lentämisestä sukeltamisen jälkeen Sukeltajataudin riskin suhdetta lentoa edeltävään pinta-aikaan tutkittiin myös tapaus tapaukselta 382 tapauksessa DANin tapaturmatiedostosta ja 245 ilman onnettomuutta olleesta kontrollisukeltajasta Project Dive Exploration (8) ryhmästä. Tapauskohtainen tutkimus ei voi mitata absoluuttista riskiä koska riskille altistuva kokonaismäärä ei ole tiedossa ja testissä jossa katsotaan onko joku riskitekijä mahdollinen tapahtuu sairastuminen useammin kuin vertailuryhmässä.

Sukeltaja- ja sukellusprofiilit kontrolloitiin tilastollisesti. Kuten kokeellisessa tutkimuksessa, DCS:n riski lisääntyi lentoa edeltävän pinta-ajan lyhetyssä ja sen huomattiin lisääntyvän viimeisen sukelluspäivän maksimi sukellussyvyyden kasvaessa.

Case-control tutkimukset mittaavat riskin mahdollisuuksia yhdessä olosuhteessa verrattuna riskiin toisessa olosuhteessa. Analyysit löysivät esimerkiksi, että mikäli suhteellinen riski sukeltajantautiin 18 msw (60fsw) sukelluksen jälkeen 24 tunnin pinta-ajalla on määritelty olevan yksi, on suhteellinen riski 18msw sukelluksen ja 12 tunnin pinta-ajan jälkeen 2,5 kertaa suurempi, ja suhteellinen riski 40msw (130fsw) sukelluksen ja 12 tunnin pinta-ajan jälkeen seitsemän kertaa suurempi.

Case-Control tutkimuksen 382:sta FAD DCS-tapauksesta 34% oli odottanut pidempään kuin 24 tuntia ennen lentoa. Tämä on epäjohdonmukaista FAD-ohjeiden yksimielisyyden kanssa, jossa kammio-testien jälkeen tultiin johtopäätökseen, että 18 tunnin pinta-aika olisi turvallinen lentämiselle sukellettuasi uusintasukelluksia.

Koska kokeelliset testit tehtiin kuivien, paikallaan olevien esineiden kanssa, herää kysymys siitä ovatko sukeltajat suuremmissa vaarassa saada sukeltajantauti kuin kammio-testien kohteet? Jos näin, niin mikä on lisääntynyt riski? case-control tutkimus antaa joitain käsityksiä. Mikäli sukeltajataudin suhteellinen riski 18msw sukelluksen ja 36 tuntisenlentoa edeltävän pinta-ajan jälkeen on yksi, on suhteellinen riski 24 tunnin pinta-ajan jälkeen 1,7 kertainen ja 12 tunnin pinta-ajan jälkeen 4,2 kerta suurempi.

Lisäksi, case-control tutkimus virkistys-sukeltajille ehdottaa, että lisäturvallisuuteen saattaisi olla varaa odottamalla yli 24 tuntia. Odottaminen pienentää riskiä, koska pinta-aika pitenee. Lentäminen DCS oireiden kanssa Yksi tutkimus DANin datasta vuosilta 1987-1990 osoitti, että 5,6% 1,159:stä DCS-tapauksesta ilmeni lennon aikana tai sen jälkeen, kun 13,8% oli omannut oireita ennen lentoa (9). DANin sukellusraportit vuosilta 2000-2004 osoittivat, että 7,1% 2.438 sukeltajantautitapauksesta tapahtui lentomatkan aikana tai sen jälkeen, kun 10%:lla oli oireita ennen lentoa (10-14).

Koska lentäminen on vähenevän paineen lisäkuormitus, tutkittiin lentämisen vaikutukset oireisiin tapauksen vakavuuden ja hoitotuloksen perusteella (9). Tapauksen vakavuus mitattiin lopullisen II tyypin sukeltajataudin toisin kuin I tyypin sukeltajataudin diagnoosin mukaan. Hoitotulos mitattiin perusteena ensimmäisen paineistuksen jälkeisen oireiden häviämisen sekä oireiden uusiutumisen kolmen kuukauden jälkeen kaikista painehoidoista.

Näitä mittareita sukeltajataudin vakavuudesta verrattiin sukeltajiin, jotka oli paineistettu eivätkä lentäneet ja sukeltajiin, joiden oireet kehittyivät lennon aikana tai sen jälkeen ja saivat sen jälkeen

painekammiohoitoa. Kaikki kolme vakavuusmittaa vaikuttivat haitallisesti oireiden kanssa lentämiseen: Il-tyypin sukeltajantauti oli 1,6 kertaa todennäköisempi, epätäydellinen helpotus oli 1,8 kertaa todennäköisempi ja oireiden uusiutuminen 2,7 kertaa todennäköisempää.

Samanlainen analyysi sukeltajille, jotka odottivat vähemmän kuin 24 tuntia ennen lentoa: arvioitu hoitotulos oli jäännösoireita painekammiohoidon jälkeen (15). Vertailuryhmänä oli joukko sukeltajia, jotka eivät lentäneet. Vertailuryhmiä oli kaksi: (a) sukeltajat, joilla oli oireita ennen lentoa; ja (b) sukeltajat joilla oli oireita lennon jälkeen.

Sukeltajilla, jotka eivät lentäneet, oli 38%:lla jäännösoireita kaikkien kammiohoitojen jälkeen, kun 49%:lla sukeltajista, jotka lensivät oireiden kanssa oli jäännösoireita (OR=1,5) ja 46%:lla sukeltajista joiden oireet kehittyivät lennon jälkeen (OR=1,3) oli jäännösoireita. Sukeltajilla, joilla oli perusoireita (heikotusta, pahoivointia ja vertikoa) oli 31%:n esiintymistiheys jäännösoireista. Sukeltajat, joilla oli kipua, oli jäännösoireita 40% esiintymistiheydellä ja esiintymissuhde (OR) oli 1,5ertainen verrattuna perusoireita sisältäneeseen vertailuryhmään. Sukeltajat, joilla oli lieviä neurologisia oireita oli uusintaoireita 40%:ssa (OR=1,4) ja vakavia neurologisia oireita omaavilla uusintaoireita oli 45%:ssa (OR=1,8).

Lentäminen oireiden kanssa on sukeltajan koulutuskysymys (ts. "Älä lennä") mutta relaventti myös ilmaevakuointeihin, joissa vammautunut sukeltaja siirretään kaukaiselta sukelluspaikalta painekammioon (16). Kyse onkin, onko kaikki sukeltajat joilla epäillään vähenevän paineen aiheuttamia vammoja kuljetettava ambulanssilentokoneella keinotekoisessa merenpinnan paineessa vai voisiko sukeltajia, joilla on mietoja oireita kuljettaa matkustajakoneessa (jossa on vakio, meren pintaa pienempi ilmanpaine). Tätä huomioitaessa saattaa lennon odotusajan vaikutus olla tärkeä tekijä.

Satakaksikymmentäkuusi sukeltajaa, jotka lensivät oireiden kanssa oli ajettu kahteen ryhmään: Niihin, jotka odottivat korkeintaan 24 tuntia ennen lentoa ja niihin, jotka odottivat pidempään kuin 24 tuntia ennen lentoa. Vertailuryhmä oli 1.509 tapausta, joissa sukeltaja ei lentänyt. Sukeltajat luokiteltiin tapauksen vakavuuden mukaan.

Kun lentoa edeltävän pinta-ajan tehoa tutkittiin, oli painekammiohoito yhtä tehokas niillä henkilöillä jotka odottivat enemmän kuin 24 tuntia ennen lentoaan (73% parani täysin) kuin niillä sukeltajilla, jotka eivät lentäneet (71%). Sukeltajista, jotka odottivat alle 24 tuntia ennen lentoaan parani täydellisesti ainoastaan 34% niistä, joilla oli ollut vaikeita neurologisia oireita, kun taasen niistä sukeltajista, joilla oli ollut mietoja neurologisia oireita 53:lla oireet poistuivat kokonaan. Lentoa edeltänyt aika ei näyttänyt vaikuttavan kipuun.

### **Lentäminen painekammiohoidon jälkeen**

Lento hoidon jälkeen (FAT) aiheutuu, kun sukeltaja, jota jo on hoidettu vähenevän paineen aiheuttamasta taudista (DCI, johon kuuluvat sekä sukeltajantauti (DCS) että valtimon kaasuveritulppa (AGE)) kokee toisen paineen vähenemisen kabinin paineistuksen aikana (17). Tärkeä kysymys onkin, kauanko sukeltajan on odotettava hoidon jälkeen ennen kuin voi lentää matkustajakoneella.

Yleisin nykyään suositeltava odotus on kolme päivää hoidon jälkeen. Lennon hoitoa heikentävä vaikutus näyttää tasoittuvan kolmesta neljään päivässä, mutta tämä huomio on peräisin datasta, jonka laatu on

kyseenalaista. Sukeltajille, joilla on hoidon jälkeen jatkuvia oireita näyttää kuitenkin kolme päivää olevan riittämätön, jos halutaan välttää oireiden pahenemista lennon aikana. Ratkaisevampi FAT-ongelman ymmärtäminen vaatii lisätietoa: (a) oireiden uusiutuminen kun ei lennetä ja lentämisen vaikutus oireiden vakavuudelle ja (b) uusiutuvien oireiden pysyvyys verrattuna ilman lentoa olevien oireiden uusiutumiseen.

## Referenssit

1. Bennett P, Dovenbarger J, Bond B, Wachholz C. DAN 1987 Diving Accident Incidence for Flying After Diving. In: Sheffield P, editor. Thirty-Ninth UHMS Workshop on Flying After Diving; 1989 February 24, 1989; Bethesda, MD: UHMS Publication; 1989. p. 29-34.
2. Vann R. Decompression risk in flying after diving. In: Sheffield P, editor. Thirty-Ninth Undersea and Hyperbaric Medical Society Workshop on Flying After Diving; 1989; Bethesda, MD: UHMS Publication; 1989, p. 37-43.
3. Vann R. Flying after diving: a database. In: Sheffield P, editor. The Thirty-Ninth Undersea and Hyperbaric Medical Society Workshop on Flying After Diving; 1989; Bethesda, MD: UHMS Publication; 1989. p. 179-222.
4. Bennett P. Flying After Diving Controversy. Alert Diver 1991:2.
5. Bennett P. DAN Resolution of flying after diving guidelines. Alert Diver 1991:2.
6. Sheffield P, Vann R. DAN Flying After Diving Workshop Proceedings – May 2002. In: Vann R, editor. DAN Flying After Diving Workshop. Durham, NC: Divers Alert Network; 2004.
7. Vann R. Diving at the no-stop limits: chamber trials of flying after diving. In: Sheffield P, Vann R, editors. Flying After Recreational Diving Workshop; 2004 May 2, 2002; Durham, NC: Divers Alert Network; 2004. p. 32-37.
8. Freiburger J, Denoble P, Pieper C, Uguccioni D, Pollock N, Vann R. The relative risk of decompression sickness during and after air travel following diving. Aviation, Space and Environmental Medicine 2002;73(10):980-984.
9. Vann R, Denoble P, Emmerman M, Corson K. Flying after diving and decompression sickness. In: Aviation Space and Environmental Medicine. Alexandria, VA: Aerospace Medical Association; 1993. p. 801-807.
10. Vann R, Denoble P, Dovenbarger J, Freiburger J, Pollock N, Caruso J, et al. Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration. Durham, NC: Divers Alert Network; 2004.
11. Vann R, Denoble P, Uguccioni D, Freiburger J, Perkins R, Reed W, et al. Report on Decompression Illness, Diving Fatalities, and Project Dive Exploration: DAN's Annual Review of Recreational Scuba Diving Injuries and Fatalities Based on 2000 Data. Durham, NC: Divers Alert Network; 2002.
12. Vann R, Denoble P, Uguccioni D, Freiburger J, Reed W, Dovenbarger J, et al. Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration. Durham, NC: Divers Alert Network; 2003.
13. Vann R, Uguccioni D. Report On Decompression Illness And Diving Fatalities: DAN's Annual Review Of Recreational Scuba Diving Injuries And Deaths Based On 1998 Data. In. 2000 ed. Durham: Divers Alert Network; 2000.
14. Vann R, Uguccioni D. Report on Decompression Illness, Diving Fatalities and Project Dive Exploration: DAN's Annual Review Of Recreational Scuba Diving Injuries And Fatalities Based On 1999 Data. In. 2001 ed. Durham: Divers Alert Network; 2001.
15. Freiburger J. Flying after multiday repetitive recreational diving. In: Sheffield P, Vann R, editors. Flying After Recreational Diving Workshop; 2004 May 2, 2002; Durham, NC: Divers Alert Network; 2004. p. 38-44.
16. Vann R, Wachholz C, Nord D, Denoble P, Marcis G. Can Divers with mild symptoms of DCI fly on

commercial airliners? In: Mitchell S, Doolette D, Wachholz C, Vann R, editors. Workshop on Remote Management of Mild DCI; 2004; Sydney, Australia; 2004. p. In press.

17. Vann R, Freiburger J, Denoble P, Dovenbarger J, Nord D, Winkler P, et al. The risk of relapse from flying after recompression therapy for decompression illness: an overview. In: Mitchell S, Doolette D, Wachholz C, Vann R, editors. Workshop on Remote Management of Mild DCI; 2004; Sydney, Australia; 2004. p. In press.