

Saimaan ammattikorkeakoulu
Sosiaali- ja terveysala Lappeenranta
Ensihoitajakoulutus

Topias Kälviäinen ja Timo Niemenmaa

Sukellusonnettomuuspotilaan tunnistaminen ja hoitaminen ensihoidossa

Opinnäytetyö 2019

Tiivistelmä

Topias Kälviäinen ja Timo Nimenmaa

Sukellusonnettomuuspotilaan tunnistaminen ja hoitaminen ensihoidossa, 44 sivua, 5 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveysala Lappeenranta

Ensihoitajakoulutus

Opinnäytetyö 2019

Ohjaajat: lehtori Antti Kosonen, Saimaan ammattikorkeakoulu, ensihoitoesimies Heta Strömberg, Kanta-Hämeen pelastuslaitos, ensihoitaja Emmi Taira, Kanta-Hämeen pelastuslaitos

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen ensihoitopalvelulle toimintaohje sukellusonnettomuuspotilaiden tutkimiseksi ja hoitamiseksi. Tarkoituksena oli lisätä tietoa pelastussukeltajiin kohdistuvista sukeltamisen riskeistä ja siitä, kuinka onnettomuuksien uhrien tila tulisi arvioida ja hoitaa. Tavoitteena oli myös yhtenäistää sukellusonnettomuuspotilaiden hoitoketjun toteutumista Kanta-Hämeen alueella. Opinnäytetyön tehtävinä oli haastatella asiantuntijoita sukellusonnettomuuspotilaan tutkimisesta ja hoitamisesta, laatia toimintaohje ja tarkistuslista haastatteluiden ja kirjallisuustiedon pohjalta sekä kerätä palautetta Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen työntekijöiltä toimintaohjeen parantamiseksi.

Teoriaosuus koostuu ensihoitopalvelun ja pelastussukeltamisen toiminnasta, hengityksen anatomiasta ja fysiologiasta sekä eri sukellusonnettomuuksien tyypeistä ja niiden hoitamisesta. Teoriatieto kerättiin suomen- ja englanninkielisistä tutkimuksista ja hoitoalan kirjallisuudesta. Asiantuntijahaastattelut pidettiin teemahaastatteluina sukellusonnettomuuksiin perehtyneelle tehohoitolääkärille ja kokeneelle pelastussukeltajalle. Haastatteluiden tulokset analysoitiin laadullisin menetelmin. Toimintaohje lähetettiin arvioitavaksi kymmenelle Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen työntekijälle. Palautteet kerättiin nimettöminä ja niistä laadittiin yhteenveto, jossa käsiteltiin korjausehdotuksia ja niiden perusteella tehtyjä tarvittavia muutoksia.

Kirjallisuudesta ja haastatteluista selvisi, että sukellusonnettomuuspotilaalle nopeasti aloitettu ensihoito, oikeaan työdiagnoosiin pääseminen ja oikean hoitopaikan valinta ovat tärkeitä potilaan ennusteelle. Toimintaohjeeseen koottiin tärkeimmät kohdat tärkeysjärjestykseen potilaan tutkimisesta hoitamiseen ja konsultoimiseen. Toimintaohje koettiin toimivaksi ja selkeäksi. Korjausehdotuksia saatiin toimintaohjeen eri kohtien jäsentelyyn ja tarkistuslistan sisältöön. Sukellusonnettomuudet ovat Suomessa hyvin harvinaisia, joten toimintaohjeen hyöty käytännössä käynee ilmi vasta tulevaisuudessa.

Asiasanat: sukellusonnettomuus, sukeltajantauti, pelastussukellus, ensihoito

Abstract

Topias Kälviäinen, Timo Niemenmaa

Identification and Treatment of a Diving Emergency Patient in a Prehospital Setting, 44 pages, 5 appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Social Services and Health Care, Lappeenranta

Degree Programme in Paramedic Nursing

Bachelor's Thesis 2019

Instructors: Ms Niina Nurkka, Principal Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Mr Antti Kosonen, Senior Lecturer, Saimaa University of Applied Sciences, Ms Heta Strömberg, Paramedic Superior, Kanta-Häme Rescue Department, Ms Emmi Taira, Paramedic, Kanta-Häme Rescue Department

The purpose of this thesis was to create a local diving emergency procedure guide for the paramedics of Kanta-Häme Rescue Department. There had not been any specific procedure for occupational diving emergencies in Kanta-Häme before. The tasks of the thesis were to collect information about diving-related emergencies from scientific literature and by interviewing two professionals with experience in rescue diving and treating decompression sickness. The collected information was used to create the procedure guide. The guide was then sent to Kanta-Häme Rescue Department for evaluation, after which adjustments were made. The goal of the thesis was to standardize the operating models of occupational diving emergencies in Kanta-Häme Rescue Department.

Material was collected from various scientific sources, both Finnish and international. The two selected professionals were interviewed with open questions and the answers were analyzed with qualitative methods. The information obtained from the interviews supported the scientific literature when creating the procedure guide.

The results suggest that the survival of the diving emergency patient is heavily dependant on quick oxygenation and intravenous liquefaction, accurate diagnostics and transportation. Kanta-Häme Rescue Department was pleased with the guide. The real-life benefits of the guide remain to be seen because diving emergencies in general are very rare accidents in prehospital emergency care.

Key words: decompression illness, decompression sickness, rescue diving, pre-hospital care

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Ensihoitopalvelu ja sukeltaminen	6
2.1	Ensihoitopalvelun toiminta	6
2.2	Pelastussukeltaminen	8
3	Kaasut ja hengityselimistö	9
3.1	Kaasujen fysiikkaa	10
3.2	Hengityselimistö	11
4	Sukellusonnettomuus	13
4.1	Dekompressiotauti	13
4.2	Valtimokaasuembolia ja muut keuhkovauriot	16
4.3	Hukkuminen	18
4.4	Korvien ja pään ilmaonteloiden painevauriot	20
5	Sukellusonnettomuuspotilaan tunnistaminen ja hoitaminen	21
5.1	Dekompressiotauti ja valtimokaasuemboliat	22
5.2	Hukkuminen	25
6	Opinnäytetyön tarkoitus, tehtävät ja tavoite	28
7	Opinnäytetyön toteutus	29
7.1	Haastattelut	30
7.2	Toimintaohjeen laatiminen	32
7.3	Palautteen kerääminen	34
8	Pohdinta	36
8.1	Yhteenveto ja johtopäätökset	36
8.2	Työn arviointi ja jatkotutkimusaiheet	38
	Lähteet	41

Liitteet

Liite 1	Tapahtumaraaportti
Liite 2	Saatekirje
Liite 3	Haastattelukysymykset
Liite 4	Suostumuslomake
Liite 5	Toimintaohje

1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on laatia Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen ensihoitopalvelulle paikallinen toimintaohje sukellusonnettomuuspotilaiden tunnistamiseen ja hoitamiseen. Toimintaohjetta käytetään kohteeseen mentäessä apuvälineenä hoitosuunnitelman tekemisessä ja tapahtumapaikalla potilaan luona tutkimus- ja hoito-ohjeena sekä tarkistuslistana. Opinnäytetyössä selvitetään, miten sukellusonnettomuuksissa on toimittava ensihoidon näkökulmasta. Työssä käydään läpi ensihoitopalvelun ja pelastussukelluksen toimintaa, hengityselimistön anatomiaa ja fysiologiaa, eri sukellusonnettomuuksien syntymekanismeja sekä sukellusonnettomuuspotilaiden tutkimista ja hoitamista.

Kanta-Hämeen pelastuslaitos aloitti pelastussukeltajien vesisukellustoiminnan alueellaan vuonna 2015. Aikaisemmin sukellustehtävistä vastasivat Vantaan ja Valkeakosken pelastuslaitokset. (Taira 2018.) Opinnäytetyö rajataan pelastussukeltajien vesisukellukseen, koska Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen täytyy varmistaa sukeltajiensa työturvallisuus pelastustehtävillä. Toimintaohjetta voidaan kuitenkin hyödyntää myös siviilien virkistyssukeltamiseen liittyvissä onnettomuuksissa. Kanta-Hämeen pelastuslaitoksella ei ole selvää toimintamallia sukellusonnettomuuksien varalle, joten tarve selkeälle ja kootulle toimintaohjeelle on todellinen. Toimintaohje laaditaan hoitoalan kirjallisuuden ja ammattilaisten haastattelujen pohjalta.

Ensihoitaja AMK -koulutuksessa ei harjoitella sukellusonnettomuuksissa toimimista, koska onnettomuustyyppi on hyvin harvinainen. Tämän vuoksi ensihoitajien on haasteellista tehdä oikeat työdiagnoosit, hoitotoimenpiteet ja valita oikea hoitopaikka potilaan parhaan hoidon takaamiseksi. Opinnäytetyön tekijät uskovat työn lisäävän heidän tietoaan pelastussukeltamisesta ja ammattitaitoa sukellusonnettomuuspotilaiden tunnistamisesta ja hoitamisesta.

2 Ensihoitopalvelu ja sukeltaminen

Tässä luvussa käsitellään Suomen ensihoitojärjestelmää yleisesti ja sitä, miten ensihoitotoiminta on järjestetty Kanta-Hämeen alueella. Lisäksi luvussa käsitellään pelastustoimen pelastussukeltamista.

2.1 Ensihoitopalvelun toiminta

Suomessa vastuu ensihoitopalvelun järjestämisestä on sairaanhoitopiirien kuntayhtymillä. Ne voivat järjestää alueidensa ensihoitotoiminnan itse, yhteistyössä pelastustoimen tai toisen sairaanhoitopiirin kanssa tai hankkimalla palvelun muulta palveluntuottajalta. Kuntayhtymät tekevät alueellensa palvelutasopäätöksen, jossa määritetään ensihoitopalvelun järjestämistapa, sisältö, henkilöstön koulutusvaatimukset ja potilaiden tavoittamisviiveet. (Terveystoimintalaki 1326/2010.) Kanta-Hämeen sairaanhoitopiiri on tehnyt alueen pelastuslaitoksen kanssa yhteistoimintasopimuksen, jonka mukaan pelastuslaitos toteuttaa ensihoidon koko maakunnassa (Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2014a).

Sairaanhoitopiirin kuntayhtymässä on oltava ensihoitopalvelusta vastaava lääkäri, joka johtaa alueen ensihoitopalvelua ja sen toimintaa. Lääkärillä tulee olla hyvä perehtyneisyys ensihoitolääketieteeseen ja kokemusta ensihoitopalvelun toiminnasta. (Sosiaali- ja terveystoiministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017.) Terveystoimintalain (1326/2010) mukaan ensihoitopalveluun sisältyvät äkillisesti sairastuneen tai loukkaantuneen potilaan hoidon tarpeen arviointi ja kiireellinen hoito ensisijaisesti terveystoimintalaitoksen ulkopuolella. Ensihoitopalveluun kuuluu myös potilaan kuljettaminen tarkoituksenmukaisimpaan hoitoyksikköön sekä äkillisesti sairastuneen tai vammautuneen potilaan jatkohoitoon liittyvät siirrot silloin kun potilas tarvitsee siirron aikana vaativaa ja jatkuvaa hoitoa tai seurantaa. Lisäksi ensihoitopalveluun kuuluvat ensihoitovalmiuden ylläpitäminen, tarvittaessa tapahtumaan osallistuneiden henkilöiden ohjaus psykososiaalisen tuen piiriin ja virka-apun antaminen muille viranomaisille. (Terveystoimintalaki 1326/2010.)

Ensihoitopalvelun yksiköllä tarkoitetaan ensihoitopalvelun operatiiviseen toimintaan kuuluvaa kulkuneuvoa tai sen henkilöstöä. Näitä ovat esimerkiksi ensivasteyksiköinä toimivat pelastuksen ajoneuvot, ambulanssit ja lääkärihelikopterit.

(Määttä & Länkimäki 2017, 17–18; Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017.) Ensivastetoiminnalla tarkoitetaan hätäkeskuksen kautta hälytettävissä olevan muun yksikön kuin ambulanssin hälyttämistä äkillisesti sairastuneen tai loukkaantuneen potilaan luokse tavoittamisviiveen lyhentämiseksi (Terveystoimintalaki 1326/2010). Ensivasteyksikössä vähintään kahdella henkilöllä täytyy olla ensivastetoimintaan soveltuva koulutus (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017). Sairaanhoidopiirin kuntayhtymä voi päättää ensivastetoiminnan sisällyttämisestä ensihoitopalveluun palvelutasopäätöksessään (Terveystoimintalaki 1326/2010).

Perustason yksikössä ainakin toisen ensihoitajan on oltava terveydenhuollon ammattihenkilö ensihoitoon suuntautuvalla koulutuksella. Toinen ensihoitaja voi olla terveydenhuollon ammattihenkilö, pelastajatutkinnon suorittanut tai sitä vastaavan aikaisemman tutkinnon suorittanut henkilö. Hoitotason yksikössä on oltava vähintään yksi henkilö, joka on käynyt joko ensihoitajakoulutuksen ammattikorkeakoulussa tai sairaanhoidajakoulutuksen lisäksi ensihoidon 30 opintopisteen lisäopinnot. Toisen ensihoitajan kriteerit ovat samat kuin perustason yksikön toisella ensihoitajalla. Hoitotason ensihoitaja voi toimia myös kenttäjohtajana. Kenttäjohtajan tehtäviin kuuluu johtaa toiminta-alueensa ensihoitopalvelun päivittäistoimintaa, säädellä moniviranomaistilanteissa ensihoitoyksiköiden käyttöä ja osallistua ensihoitotehtävien hoitamiseen. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017.) Operatiivinen ensihoitolääkäri voi toimia muun muassa helikopteryksikössä, joka voidaan hälyttää tehtävälle esimerkiksi huonon liikenneyhteyksien tai hoitotason resurssien riittämättömyyden vuoksi (Määttä & Länkimäki 2017, 17–18).

Ensihoitopalvelu Kanta-Hämeen alueella

Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen ensihoitopalvelu sisältää ensivastetoiminnan, perus- ja hoitotasoisen ensihoidon sekä ensihoidon kenttäjohtamisen (Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2014a). Kanta-Hämeen sairaanhoidopiiri hoitaa kiireettömät hoitolaitosten väliset siirtokuljetukset (Taira 2018). Paloasemat sijaitsevat Forssassa, Hämeenlinnassa, Janakkalassa ja Riihimäellä. Sairaanhoidopiiri vastaa terveydenhuoltolain mukaisesti ensihoitopalvelun järjestämisestä. Alueella on yhteensä 17 ensihoitoyksikköä, joista 13 on hoitotason ja 4 perustason yksiköitä.

Ympäri vuorokautisesti toimii 10 hoitotason yksikköä, ja päiväsaikaan 3 hoitotason yksikköä sekä perustason yksiköt. (Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2014a; Taira 2018.) Ambulansseja käytetään lähimmän ja tarkoituksenmukaisimman yksikön periaatteella. Vuosittain yksiköt ajavat noin 31 000 ensihoitotehtävää. Noin 200 työntekijästä suunnilleen puolet ovat päätoimisia ensihoitajia ja puolet pelastajia. (Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2014a.) Kanta-Häme kuuluu sekä Turun, Helsingin että Tampereen lääkärihelikoptereiden toiminta-alueeseen. Alueella toimii pääasiassa Tampereen lääkärihelikopteri FinnHEMS 30. (Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2014b.)

2.2 Pelastussukeltaminen

Pelastussukeltaminen tarkoittaa savu-, kemikaali- ja vesisukeltamista (Sisäministeriö 2007, 2). Tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan vesisukeltamiseen. Vesisukelluksella tarkoitetaan sellaisia tehtäviä, joiden onnistumiseksi tarvitaan vesisukelluslaitteen ja -varustuksen käyttöä ihmisen ja omaisuuden pelastamiseksi sekä ympäristövahingon torjumiseksi (Sisäministeriö 2007, 4).

Työnantajan täytyy selvittää ja tunnistaa työstä, työtilasta ja työympäristöstä aiheutuvat vaaratekijät, niiden poistamisen mahdollisuus ja niistä aiheutuvat riskit työntekijöille (Työturvallisuuslaki 738/2002). Vesisukeltamista tehdään onnettomuuden tapahduttua eikä työympäristöstä ja työolosuhteista aiheutuvia vaaratekijöitä voida poistaa (Sisäministeriö 2007, 5). Vesisukeltajalta edellytetään hyvää terveyttä, joten hänelle tehdään perusteellinen sukeltajan terveystarkastus ja fyysisen toimintakyvyn testi, ennen kuin hän voi toimia vesisukeltajana. Terveystilan tarkastus tehdään vuosittain. Vesisukeltajan tulee ylläpitää sukelluspäiväkirjaa, josta ilmenee hänen jokainen suorituskerta ja niiden sukellustekniset asiat, kuten sukelluksen kesto, syy ja paikka. Vesisukeltajien varusteet on huollettava jokaisen käytön jälkeen pelastuslaitoksen huolto-ohjeiden mukaisesti. (Sisäministeriö 2007, 7, 13.) Ramneffellin ym. (2012, 25) mukaan suurin osa kuolemaan johtaneista sukellusonnettomuuksista voitaisiin välttää, jos asianmukaisia turvallisuusmenetelmiä, kuten varusteiden huoltamista, noudatettaisiin.

Jos tehtävällä on useampi sukeltaja, joku pinnalla olevista sukeltajista määrätään sukellusvanhimmaksi vastaamaan sukelluksen teknisestä toteutuksesta (Kanta-

Hämeen pelastuslaitos 2017). Jokaisella vesisukeltajalla tulee olla tehtävällään oma sukellusavustaja. Sukellusavustajalla tarkoitetaan vesisukeltajan välittömänä apuna pinnalla olevaa henkilöä, joka on vesisukelluskelpoinen tai avustajan tehtävään koulutettu. Hänen tehtävänänsä on avustaa ja helpottaa vesisukeltajan toimintaa sekä huolehtia sukelluksen turvallisuudesta. (Sisäministeriö 2007, 4, 16.) Sukellusavustaja käy sukeltajan kanssa läpi varustetarkastuksen ja sukellussuunnitelman ennen sukeltamista. Näin molemmat varmistuvat oikeiden varusteiden olemassaolosta sekä sukelluksen toteutuksesta ja turvarajoista. Läpikäytäviä asioita ovat esimerkiksi sukelluksen maksimisyvyys, -aika ja paineilmalaitteen ilman määrä. Sukellusavustaja pyytää säännöllisin väliajoin sukeltajaa tarkistamaan varusteet ja jäljellä olevan ilman määrän. Hän seuraa aktiivisesti sukelluksen kulkua ja on jatkuvasti tietoinen sukeltamiseen kuluneesta ja jäljellä olevasta ajasta. Dekompressiotaudin ja keuhkorepeämän riskin vuoksi avustajan on tunnettava niiden syntymekanismit ja oireet, jotta mahdollisiin onnettomuuksiin osataan varautua ja ne tunnistettaisiin ajoissa. (Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2016.) Dekompressiotautia ja keuhkorepeämää käsitellään luvussa 4.

Sukellustehtävillä pintamiehistössä täytyy olla henkilö, joka osaa käyttää sukellustaulukoita ja käynnistää vaadittavat pelastustoimet sukellusonnettomuuden sattuessa. Sukellusyksikkö täyttää uhrista tapahtumapaikalla tapahtumaraportin, jossa ilmenee muun muassa uhrin henkilötiedot, sukeltamisen vaiheet yksityiskohtaisesti, kellonajat, hallitsevat sääolosuhteet, potilaan käyttämä välineistö ja oirekuva (Liite 1). Tämä raportti kuljetetaan potilaan mukana hoitopaikkaan. (Sisäministeriö 2007, 16, 40.)

3 Kaasut ja hengityselimistö

Tässä luvussa käsitellään kaasujen fysiikan perusteita sekä hengityselimistön anatomiaa ja fysiologiaa, jotta poikkeavat tilanteet olisivat erotettavissa normaalista hengitystoiminnasta. Kaasujen perusfysiikan tunteminen on välttämätöntä, jotta eri sukellusonnettomuuksissa aiheutuvien muutosten ymmärtäminen ja tunnistaminen olisi mahdollista.

3.1 Kaasujen fysiikkaa

Ilmanpaine muodostuu mittauspisteen yläpuolella olevan ilmapatsaan painosta (engl. atmospheric, atm). Merenpinnan tasolla ilmanpaine on 1 atm eli 1 ATA (atmosphere absolute) eli noin 101,3 kPa (kilopascal). Sukellettaessa koko elimistöön kohdistuva kokonaispaine muodostuu ilmanpaineen lisäksi yläpuolella olevan nestepatsaan hydrostaattisesta paineesta. (Jama 2016a, 12.) Veden ollessa ilmaa paljon tiheämpää, on myös sen aiheuttama paine ilmaa suurempi (Edge 2008, 235). Jokaista kymmentä vesimetriä kohden sukeltajaan kohdistuu veden vaikutuksesta 1 ATA lisää ympäröivää painetta (Edge 2008, 235; Jama 2016a, 12). Esimerkiksi 30 metrin syvyydessä sukeltajaan kohdistuu yhteensä 4 ATA:n ympäröivä paine, joista 3 ATA:a tulee vedestä ja 1 ATA ilmakehästä (Edge 2008, 235).

Kaikki molekyylit ovat jatkuvassa liikkeessä. Säiliössä olevat kaasumolekyylit törmäilevät koko ajan säiliön seinämiin ja aiheuttavat sen takia seinämiin kohdistuvaa painetta. Kaasun kokonaispaine riippuu kaasumolekyylien määrästä tilavuuteen nähden. Erikoisilla kaasumolekyyleillä on sama liike-energia, joten ne vaikuttavat yhtä paljon kokonaispaineeseen. Kaasuseoksen jokaisella kaasulla on oma paineensa, osapaine (p), joka ei riipu muiden kaasujen läsnäolosta. Eri kaasujen pitoisuudet kaasuseoksessa määräävät siis kaasujen osapaineet. Tavallisessa ulkoilmassa on noin 79 % typpeä, 21 % happea ja pieniä määriä vesihöyryä, hiilidioksidia ja muita kaasuja. Ilmanpaineen ollessa merenpinnan tasolla 101,3 kPa hapen osapaine (p_{O_2}) on 21 % siitä eli noin 21,3 kPa. Hiilidioksidin osapaine (p_{CO_2}) on vain 0,04 kPa. (Sand ym. 2014, 368.)

Boylen lain mukaan kaasun tilavuus ja paine liittyvät käänteisesti toisiinsa, jos lämpötila ei muutu. Jos kaasun osapaine kaksinkertaistuu, kaasun tilavuus puolittuu. Esimerkiksi pinnalla keuhkoihin vedetyn ilman tilavuus pienenee puoleen 10 metrin syvyydessä kaksinkertaisen paineen vuoksi. Daltonin lain mukaan keskenään reagoimattomien kaasujen seos aiheuttaa yhtä suuren paineen kuin yksittäisen kaasun paine, jos kaasuseoksen ja yksittäisen kaasun määrä on sama. Esimerkiksi yksi litra happea aiheuttaa saman paineen kuin kaasuseos, jossa on puoli litraa typpeä ja puoli litraa happea. Henryn lain mukaan nesteeseen liuke-
nevan kaasun määrä on suoraan riippuvainen kaasun osapaineesta. Asiaa kuvaa

kaava $m_n = v_n P_n$, jossa m_n on kaasun n massa, v_n on kaasun n liukoisuuden vakio ja P_n on kaasun n osapaine. Merenpinnan tasolla kaasujenvaihto on vapaata keuhkorakkuloiden sisällä olevan ilman ja verenkiertoon liuenneiden kaasujen välillä. Sukellettaessa keuhkorakkuloissa olevien kaasujen paine kasvaa ilmakehän painetta suuremmaksi, jolloin Henryn lain mukaisesti kaasujen liukeneminen verenkiertoon lisääntyy. (Edge 2008, 235–236.)

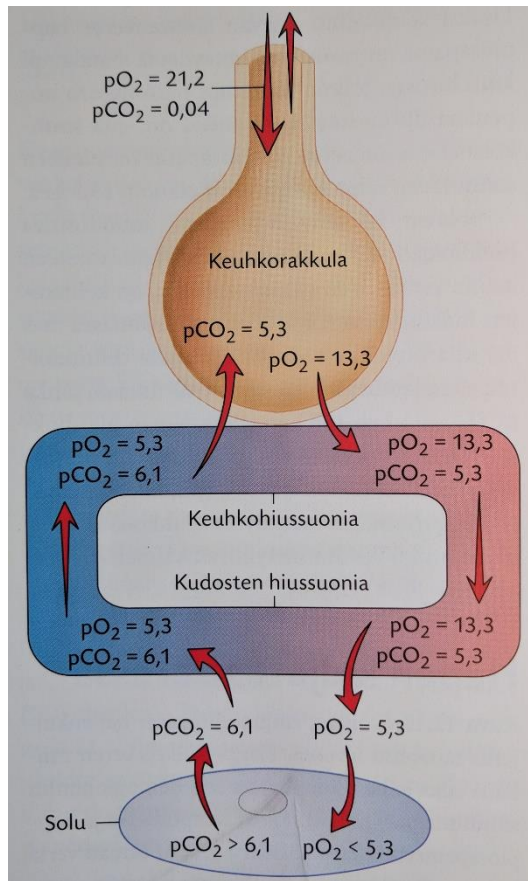
3.2 Hengityselimistö

Hengitys eli respiraatio kuuluu ihmisen tärkeimpiin elintoimintoihin, sillä se turvaa elimistön solujen hapensaannin. Happea solut tarvitsevat soluhengitykseen. Soluhengityksellä tarkoitetaan solunsisäisiä reaktioita, joissa orgaaniset molekyylit, kuten sokeri, hapettuvat ja muodostuu hiilidioksidia, vettä ja adenosiinitrifosfaattia (ATP). ATP on tärkein energianlähde elimistössä. Elimistön solut tarvitsevat jatkuvasti energiaa elämiseen, kasvuun, jakautumiseen ja tehtäviensä toteuttamiseen. Solut kuolevat välittömästi, jos niiden energia-aineenvaihdunta eli metabolia estyy. Kun keuhkot poistavat ylimääräistä hiilidioksidia elimistöstä ja ottavat samalla happea sisään, puhutaan kaasujenvaihdosta. (Sand ym. 2014, 39, 356.)

Hengityselimistö jaetaan ylä- ja alahengitysteihin. Ylähengitysteihin kuuluvat nenä- ja suuontelo sekä nielu. Nenän limakalvoissa on runsaasti verisuonia, jotka kostuttavat ja lämmittävät sisäänhengitysilman ruumiinlämpöiseksi. Alahengitysteihin kuuluvat kurkunpää ja henkitorvi eli trakea, joka jakautuu kahdeksi pääkeuhkoputkeksi sekä oikeaan että vasempaan keuhkopussiin. Pääkeuhkoputket jakautuvat edelleen lukuisiksi pienemmiksi putkiksi, joiden päissä on miljoonia pieniä keuhkorakkuloita eli alveoleja. Kaasujenvaihto tapahtuu alveolien seinämän läpi. Keuhkoja ympäröi keuhkopussi, jossa on kaksi päällekkäistä lehteä. Sisempi lehti on kiinnittyneenä keuhkoihin ja ulompi lehti rintaontelon sisäseinämään. Lehtien välissä on ilmatiivis tila eli pleuraontelo, jossa on nestettä. Tämä mahdollistaa keuhkopussin lehtien kitkattoman liikkeen toisiaan vasten, kun keuhkot laajenevat ja supistuvat hengitettäessä. Pleuraontelossa oleva neste muodostaa onteloon alipaineen, jolloin keuhko ei painu kasaan, vaan pysyy laajana. (Sand ym. 2013, 357–362.)

Sisään- ja uloshengitys muodostavat keuhkotuuletuksen eli ventilaation, joka mahdollistaa ilman liikkumisen ilmakehän ja alveolien välillä. Sisäänhengitys käynnistyy, kun pallealihas supistuu ja liikkuu alaspäin. Samalla uloimmat kylkilivähakset supistuvat ja nostavat kylkiluita ylöspäin laajentaen rintaonteloa. Rintaonteloon syntyy alipaine, jonka johdosta ilma virtaa ulkopuolelta hengitysteitä pitkin keuhkoihin. Sisäänhengitys loppuu, kun paine-ero ulkoilman ja alveolien välillä tasaantuu. Uloshengitys tapahtuu passiivisesti eli ilman lihastyötä pallean ja ulimpien kylkilivähilihasten rentoutuessa. Tällöin keuhkokudoksen ja rintakehän kimmoiset rakenteet vetävät keuhkoja ja rintakehää kokoon. Keuhkojen tilavuuden pienentyessä rintaonteloon syntyy ylipaine, jonka johdosta keuhkoissa oleva ilma virtaa ulos. Uloshengitys loppuu, kun paine-ero tasaantuu ulkoilman ja alveolien välillä. Rasituksen kasvaessa uloshengitystä voidaan tehostaa sisemillä kylkilivähilihaksilla ja vatsaontelon seinämän lihaksilla. (Sand ym. 2014, 362–364.)

Alveolit ovat pienten hiussuonien eli kapillaarien ympäröimiä. Sisäänhengityksessä ilman happi siirtyy alveolien ohuen seinämän läpi kapillaareihin, joissa sen osapaine on pienempi kuin alveoleissa (Kuva 1). Kaasut siis siirtyvät suuremasta osapaineesta pienempään, jolloin puhutaan diffuusiosta. Happiosapaine on alveoleissa 13,3 kPa jatkuvasta kaasujenvaihdosta ja vesihöyryn määrästä johtuen. Kapillaareista happi kulkeutuu verenkierron mukana kaikkialle elimistöön solujen käytettäväksi. Happi kulkeutuu veressä sitoutuneena punasolujen hemoglobiiniin ja liuenneena vereen. 37 °C lämpötilassa ja happiosapaineen ollessa 13,3 kPa yhteen litraan verta liukenee 3 ml happea. Keuhkoista lähtevän veren happipitoisuus on kuitenkin 200 ml/l, josta siis 197 ml/l (98,5 %) on sitoutuneena hemoglobiiniin. Hiilidioksidi sen sijaan kulkeutuu veren mukana kapillaareihin bikarbonaatiksi (HCO_3^-) muuntuneena, hemoglobiiniin sitoutuneena ja vereen liuenneena. Hiilidioksidi siirtyy diffuusion vaikutuksesta alveoleihin ja poistuu uloshengityksessä ilmakehään. Normaalissa rytmissä tapahtuva ventilaatio on välttämätöntä, jotta kaasujenvaihto toimisi ja solujen aineenvaihdunta pysyisi yllä. (Sand ym. 2014, 359–360, 367, 369–373.)



Kuva 1. Hapen ja hiilidioksidin osapaineet kilopascaleina alveoleissa, keuhkoverisuonissa ja soluissa (Sand ym. 2014, 370).

4 Sukellusonnettomuus

Sukeltaessa onnettomuuksia voi käydä sekä laite- että vapaasukeltajille, ammattilaisille ja harrastajille. Ne voivat johtua esimerkiksi sukelluslaitteiden vioittumisesta, varusteiden huoltamisen ja tarkastuksen laiminlyönnistä tai viallisten laitteiden käyttämisestä. (Ramnefjell ym. 2012, 25.) Yleisimmät kuolemansyyt sukeltajilla ovat hukkuminen, valtimokaasuembolia, sydänsairaudet ja dekompressiotauti (Denoble ym. 2011, 78). Seuraavien otsikoiden alla käsitellään yleisimpiä sukelluksessa esiintyviä komplikaatioita ja niiden syitä.

4.1 Dekompressiotauti

Dekompressiotauti eli sukeltajantauti (engl. decompression sickness, DCS) syntyy, kun hengityskaasuja liukenee keuhkojen kautta elimistöön (Sipinen 2010,

435). Yleensä oireita aiheuttavat kaasut ovat elimistössä reagoimattomia kaasuja, kuten typpi ja helium (Vann ym. 2011, 153). Hengitettävien kaasujen liukeneminen lisääntyy sukellussyvyyden kasvaessa ja altistuksen pidentyessä. Liukeneminen verenkiertoon ja kudostesteisiin jatkuu, kunnes kaasujen osapaine on tasaantunut ympäröivän paineen kanssa. (Sipinen 2010, 435.) Kun sukeltajaan kohdistuva ulkoinen paine laskee vedestä nousun aikana, ylimääräiset kaasut siirtyvät kudoksista verenkierron kautta keuhkoihin, joista ne uloshengityksen mukana poistuvat elimistöstä (Levett & Millar 2008, 575). Jos ulkoinen paine laskee kaasujen poistumista nopeammin, kaasut alkavat laajentua kudoksissa ja verenkierrossa muodostaen kuplia, mikä on pääasiallinen syy dekompressiotaudille (Rosińska ym. 2014, 45; Sipinen 2010, 435). Altistavia tekijöitä dekompressiotaudille ovat fyysisesti rasittavat sukellukset, kylmä vesi sekä sukeltajan yli-paino tai huono fyysinen kunto (Jama 2015a, 600).

Muodostuneet kuplat häiritsevät verenkiertoa kudoksissa, estävät verenvirtausta verisuonissa ja aiheuttavat tulehdusreaktion elimistössä (Vann ym. 2011, 153; Levett & Millar 2008, 575). Molemmissa tapauksissa kudosten hapensaanti heikkenee (Sipinen 2016a, 23). Kliinisiä oireita voi tulla heti, kuten kudoksissa kuplien laajenemisen aiheuttama kipu tai verisuonen tukkeutumisesta johtuvat aivohalvausoireet. Sekundaariset oireet voivat tulla jopa 24 tuntia sukelluksen jälkeen. Verisuonissa olevat kuplat voivat vahingoittaa suonen seinämää, mikä voi johtaa hiusverisuonten vuotamiseen ja veren plasman valumiseen kudoksiin. (Vann ym. 2011, 153.) Suonen seinämän rikkoutuminen aktivoi useita verenkierron hyttymisjärjestelmiä. Kuplien aikaansaamat muutokset verisuonten ja veren proteiinien rakenteisiin aiheuttavat tulehdusreaktion, joka lisää plasman läpäisevyyttä verisuonista ympäröiviin kudoksiin. (Levett & Millar 2008, 575.) Verenkierrossa olevien kaasukuplien ympärille voi myös muodostua proteiinikalvo, johon trombosyytit eli verihiutaleet tarttuvat. Tämä saattaa aktivoida veren hyttymisjärjestelmän myös muualla kehossa. Vaikka kuplat muodostuvat pääosin laskimopuolella, niitä on myös lymfateissa eli imunestekierrossa, nivelten ympärillä ja luuytimessä. (Sipinen 2016a, 23–24.)

Dekompressiotaudin oireiden yleisimpiä kohde-elimä ovat nivelet, keuhkot ja keskushermosto. Oireet jaetaan kahdella eri tavalla: lievään I-tyyppiin ja vaikeaan

II-tyyppiin. I-tyyppiin kuuluu muun muassa nivelkipuja ja II-tyyppiin keskushermosto- sekä muita vakavia oireita. Molemmissa ennakoivina oireina saattaa olla esimerkiksi kutina ja laikukas iho. (Sipinen 2016a, 25–26.) Yleensä potilaalla on yhtä aikaa sekä I-tyypin että II-tyypin oireita (Jama 2017, 629). Kummallekin tyyppille yhteistä on poikkeava väsymys suhteessa sukellustapahtuman kuormittavuuteen. Klassisen jaon käyttöä suositetaan edelleen, koska hoitoviiveellä ei ole suurta merkitystä lievemmissä tapauksissa, mutta II-tyypin dekompressiotautipotilas täytyy saada ylipainehappihoitoon mahdollisimman pian pysyvien keskushermostovaurioiden välttämiseksi. (Sipinen 2016a, 25–26.)

I-tyypin oireet ovat yleensä kiusallisia, mutta eivät henkeä uhkaavia (Sipinen 2016a, 26). Tyypillisiä oireita ovat kipu lihaksissa ja nivelissä, puutuminen ja pistely (Vann ym. 2011, 155–156). Nivelkipuja esiintyy eniten nivelissä, jotka kuormittuvat sukelluksessa, kuten olka- ja lonkkanivelissä. Myös pienemmissä nivelissä tai selässä saattaa olla kipua. Nivelkipujen oletetaan syntyvän sekä kuplien paikallisista mekaanisista vaikutuksista että kudosten hapenpuutteesta. (Sipinen 2016a, 26.)

Dekompressiotaudin II-tyypissä keuhko-oireet ovat seurausta laskimopuolen ahtaumisesta verenkierrossa olevien kuplien vuoksi, mikä tuntuu hengitysvaikeutena. Osa kuplista läpäisee keuhkot suuttien eli keuhkoverisuonten oikovirtausten tai sydämen mahdollisen eteisväliseinäaukon kautta. Kuplat kulkeutuvat suoraan sydämen vasempaan eteiseen, josta ne jatkavat vasemman kammion kautta edelleen pääverenkiertoon. Tämän seurauksena sydäntä ympäröivät sepelvaltimot ja aivojen verisuonet ovat vaarassa tukkeutua. Lisäksi selkäydinvauriot ovat mahdollisia. Vakavat keuhko-oireet saattavat johtaa keuhkojen ja keuhkoverenkierron toimintahäiriöiden kautta sydämen toimintakyvyn laskuun ja jopa kardiogeeniseen sokkiin eli sydäimestä johtuvaan verenkierron riittämättömyyteen. Neurologiset II-tyypin oireet esiintyvät pääasiassa spinaalisina motorisina häiriöinä, kuten halvauksina, tuntohäiriöinä ja eriasteisina pareeseina eli lihasheikkouksina. Aivojen ja aivohermojen oireita ovat sekä tajunnan että näkö-, kuulo- ja tasapainoelinten häiriöt. Kaikista dekompressiotautipotilaista yli puolella II-tyyppi on vallitseva. Mitä aikaisemmin oireet alkavat, sitä vakavampia ne yleensä

ovat. Sydämen avoin eteisväliseinän aukko on usein poikkeavan ja vaikean dekompressiotaudin takana. (Sipinen 2016a, 26.)

Yleisimpiä oireita ovat kipu (68 % potilaista), puutuminen tai tunnottomuus (63 %), yleistilan lasku (päänsärky, rasitukseen sopimaton uupumus, pahoinvointi tai oksentelu) (40 %), lihasheikkous (19 %) ja ihottuma (10 %). Yleisimmät kiputyypit ovat nivelkivut (58 %), lihaskivut (35 %) ja vannemainen kipu (7 %). (Vann ym. 2011, 155–156.) Levettin ja Millarin (2008, 575) mukaan yleisimmät oireet ovat keskushermosto-oireet, raajakivut, yleistilan heikkeneminen, iho-oireet ja hengitysvaikeudet. Dekompressiotauti voi ilmetä itse vedestä nousun aikana, mutta yleisimmin se ilmenee vasta hetken päästä pintaan nousun jälkeen. Sukelluksen jälkeen 42 % tapauksista ilmenee tunnin sisällä, 60 % kolmen tunnin sisällä, 83 % kahdeksan tunnin sisällä ja 98 % 24 tunnin sisällä. (Vann ym. 2011, 155–156.)

4.2 Valtimokaasuembolia ja muut keuhkovauriot

Keuhkoihin syntyvän barotrauman eli painevaurion syynä on keuhkojen liiallinen täyttyminen sukeltaessa joko omavaraisilla paineilmalaitteilla tai pintasyöttöjärjestelmällä (Sipinen 2016b, 30). Boylen lain mukaan kaasut tiivistyvät paineen kasvaessa, joten ne myös laajenevat paineen laskiessa (Edge 2008, 235–236). Jos keuhkoissa oleva ilma ei pääse poistumaan uloshengityksen mukana, saattaa laajenevan kaasun aiheuttama korkea paine aiheuttaa keuhkorepeämän (Levett & Millar 2008, 574). Syitä hengityksen pidättämiseen voi olla esimerkiksi tajuttoman tai kouristavan sukeltajan hätänosto, tahaton nopea pintaan tulo ja keuhkon ilmasalpaus keuhkoputken tukkeutumisen vuoksi (Jama 2015a, 600). Riittävä altistus keuhkovaurion saamiseksi on 92–120 cmH₂O (vesisenttimetri), joka vastaa noin metrin sukellussyvyyttä (Sipinen 2016b, 30).

Keuhkojen painevaurion seuraukset riippuvat kaasun purkautumistiestä:

- ilmarinta
- välikarsinan ilmapöhö
- valtimokaasuembolia (Levett & Millar 2008, 574–575).

Ilmarinta aiheutuu keuhkokudoksen vaurioitumisesta, kun ilmaa pääsee vuotamaan pleuraonteloon keuhkopussin sisemmän lehden repeämästä. Yksipuolinen

ilmarinta ei välttämättä ole vaarallinen, ellei siihen liity jänniteilmarintaa. Sukeltajan ilmarinta hoidetaan normaalisti eli ylimääräinen kaasu poistetaan pleuraontelosta pleuradreenillä ja imulla. Jos sukeltajalla on esimerkiksi dekompressiotaudin oireita, on ilmarinta hoidettava ennen ylipainehappihoidon aloittamista. (Sipinen 2016b, 30.)

Välikarsinan ilmapöhö on suhteellisen yleinen tapahtuma painevaurion yhteydessä. Se voi esiintyä joko yksinään tai olla yksi monista oireista. (Sipinen 2016b, 31.) Välikarsinan ilmapöhössä keuhkokudos on vaurioitunut rintakehän keskeltä henki- ja ruokatorven ympäriltä (Levett & Millar 2008, 574; Sipinen 2016b, 31). Tyypilliset oireet ovat kaulan paksuuntuminen ja ihonalaiset ilmakuplat. Nämä tuntuvat ihoa paineltaessa ritinä eli krepitaationa. Keuhkojen röntgenkuvassa voi näkyä kaasua välikarsinassa ja kaulalla. Sukeltajan tuntemana oireena saattaa olla rintalastan takaista kipua ja lievää hengenahdistusta. Tila ei ole hengenvaarallinen ja korjautuu nopeasti ylipainehappihoidolla. Lievät muodot korjautuvat itsestään ilman hoitoa muutamassa päivässä. (Sipinen 2016b, 31.)

Valtimokaasuembolia on keuhkojen painevaurion vaarallisin ja yleisin muoto. Sitä ilmenee myös sekamuotoisena muiden sukellussairauksien kanssa. Sukeltajan ensimmäinen oire on yleensä äkillinen tajuttomuus pian pintaan nousun jälkeen. Jos potilas on tajuissaan, oireina saattavat olla hengenahdistus tai sokki. Joskus potilas voi yskiä verisesti tai erittää veristä vaahtoa suusta. Syynä on ylipaineesta johtuva keuhkorakkuloiden repeäminen, jonka seurauksena hengityskaasut pääsevät verenkiertoon liian nopeasti aiheuttaen embolioita eli tukoksia. (Sipinen 2016b, 31.) Kaasukuplien eteneminen verenkierrossa riippuu veren virtauksesta ja kuplien nosteesta. Kuplat joutuvat yleensä aivoverenkiertoon aiheuttaen aivoinfarktia muistuttavia oireita. Näitä ovat esimerkiksi kouristelu, halvausoireet ja tajuttomuus. Useimmissa tapauksissa neurologiset oireet helpottuvat tai väistyvät kokonaan hetken päästä verenkierron palautuessa aivokudokseen. Oireiden uusiutuminen muutaman tunnin aikana on yleistä, sillä suonet saattavat tukkiutua uudestaan tai embolian aiheuttama vahinko voi aiheuttaa verenvuotoa ja aivokudoksen turvotusta. Lisäksi potilaalla voi tulla vakava verenkierron häiriö tai sydänpysähdys. (Levett & Millar 2008, 575.) Sydämfarkti on mahdollinen, jos verenkiertoon päässyt ilma kulkeutuu sydäntä ympäröiviin sepelvaltimoihin ja estää

hopen pääsyn sydänlihaskudokseen. Kaasumäärän ollessa usein suuri, kymmeniä senttilitroja tai enemmän, sydän pysähtyy ja pumppaustoiminta keskeytyy. Aivoverisuonten runsas täyttyminen kaasuilla johtaa väistämättä kuolemaan. (Sipinen 2016b, 31.)

4.3 Hukkuminen

Yleisin välitön kuolinsyy sukellusonnettomuuksissa on hukkuminen. Hukkuminen on kuitenkin sukellustapaturmien lopputilanne, johon yleensä monen eri tapahtuman summa johtaa. Yleisimmät taustasyyt hukkumiselle ovat laiteviat, perussairaudet, kokemattomuus, sukelluskumppanin puuttuminen tai alkoholin käyttö. Suurimmassa osassa laitesukeltajien hukkumisista sukeltajien välineissä tai hengityskaasuissa on ongelmia, jotka johtuvat huonosta huoltamisesta ja tarkastamisesta. (Ramnefjell ym. 2012, 25.)

Immersio tarkoittaa veden varaan tai veden ympäröimäksi joutumista ja submersio kokonaan veden alle vajoamista. Hukkuminen tarkoittaa tukehtumista nesteseen, useimmiten veteen. Tämä edellyttää joko submersiota tai ainakin hengitysteiden immersiota. Lopputulos voi olla eriasteinen neurologinen selviäminen tai kuolema. (Idris ym. 2003, 2567–2568.) Veden alle joutuessaan uhri pidättää hengitystään tahdonalaisesti, mutta ei kykene pidättämään sitä kuin noin minuutin ajan. Kun sisäänhengittämisen tarve nousee liian suureksi, uhri aspiroi eli vetää jonkin verran vettä keuhkoihinsa, mistä seuraa yskimisrefleksi. (Szpilman ym. 2012, 2103.) Aspiroidun veden määrä vaihtelee potilaskohtaisesti (Idris ym. 2003, 2567). Jopa 70 % hukkuneista aspiroi myös mutaa, hiekkaa tai oksennusta (Jama 2016b, 58). Pienelle osalle potilaista kehittyy kurkunpääspasmi, joka supistaa kurkunpään rakenteet umpeen ja estää veden kulkeutumisen keuhkoihin hengitysyrityksistä huolimatta (Idris ym. 2003, 2567). Tästä seuraa hukkuminen ilman aspiraatiota, mutta kurkunpääspasmi hellittää nopeasti aivojen hypoksian eli hapenpuutteen myötä (Szpilman ym. 2012, 2103; Jama 2016b, 57).

Ruumiinavauksissa on todettu, että lähes 99 %:lla hukkumiskuolemien uhreista on vettä keuhkoissa. Tappavaksi aspiraatin määräksi on eläinkokeiden perusteella arvioitu 22 ml/kg, mutta suurimmalla osalla määrä jää kuitenkin tätä selvästi

pienemmäksi. Hukkuneilla aspiraatio ei olekaan merkittävä patofysiologinen tekijä. (Jama 2016b, 57–58.) Ilman pelastautumista uhri jatkaa veden aspirointia ja kehittyvä hypoksemia eli veren matala happipitoisuus johtaa nopeasti tajunnan menetykseen ja hengitystyön loppumiseen. Sydämen rytmin heikentyminen alkaa takykardiasta eli nopealyöntisyydestä, johtaen bradykardian eli hidasleyöntisyyden kautta pulssittomaan rytmiin ja lopulta asystoleen eli sydämen toiminnan täydelliseen pysähtymiseen. Hukkumisprosessi immersioista tai submersioista sydänpysähdykseen tyypillisesti tapahtuu sekunneista muutamaan minuuttiin. Poikkeuksellisissa tapauksissa, kuten hypotermiassa tai hukkuessa jäiseen veteen, prosessi voi kestää jopa tunnin. (Szpilman ym. 2012, 2103.)

Lämpötila-aluetta, jossa ihminen ei joudu aktiivisesti ylläpitämään ruumiinlämpöään, kutsutaan termoneutraaliksi alueeksi (Tieteen termipankki 2015). Ihmiselle termoneutraali lämpötila on noin 27 °C, mutta vedessä vastaava lämpötila on noin 35 °C (Lauritsalo 2016, 48). Termoneutraalissa vedessä hydrostaattinen eli ympäröivän veden aiheuttama paine muuttaa elimistön sisäistä tasapainoa, kasvattaen laskimopaluuta sydämeen ja lisäten sydämen minuuttivirtausta 32–66 %. Lisäksi hengitystyö lisääntyy huomattavasti ja hapenkulutus kasvaa. Elimistö aistii verenkierron pakkaantumisen vartalon alueelle hypervolemiana eli verenkierrossa olevan nesteen liian suurena määränä. Tämä taas lisää diureesia (immersiodiureesi) eli nesteiden poistumista kehosta virtsaan, joka voi pitkittyessään johtaa hypovolemiaan. (Jama 2016b, 56.)

Kylmän veden aikaansaama ääreisverenkierron supistuminen lisää hydrostaattisen paineen vaikutusta, joka lisää huomattavasti sydämen kuormitusta. Sydämen syke nousee ensimmäisten kahden tai kolmen minuutin ajaksi 50 % ja minuuttivirtaus lisääntyy 100 %. Tätä kutsutaan kylmäshokki-ilmiöksi. Sydämen sykettä ja verenpainetta nostavia katekoliamiineja eli elimistön toimintaa kiihdyttäviä hormoneja, kuten adrenaliinia, vapautuu runsaasti verenkiertoon ja nämä yhdessä lisäävät merkittävästi sydänlihaksen hapenkulutusta. Erilaiset sydämen rytmihäiriöt ovat kylmäshokissa hyvin tavallisia. Mikäli sydämen toiminta on entuudestaan heikentynyt esimerkiksi sepelvaltimotaudin vuoksi, sydänlihas voi altistua sekä iskemialle eli hapenpuutteelle että tappaville rytmihäiriöille. Immersio kylmään veteen lisää immersiodiureesia kolmanneksella, joten hypovolemia on

pitkittyneen altistuksen jälkeen vielä todennäköisempää. Minuuttiventilaatio voi lisääntyä aluksi jopa kymmenkertaiseksi. Hyperventilaatio yhdessä hengenahdistuksen tuntemuksen kanssa sekä lihaksiston kangistuminen vaikeuttavat uima-suoritusta merkittävästi ja voivat johtaa nopeasti submersioon. Hyperventilaatio madaltaa kouristuskynnystä siihen taipuvaisilla henkilöillä. (Jama 2016b, 56.)

Edellä mainitut mekanismit johtavat happiosapaineen pienentymiseen ensin alveoleissa, sitten niitä ympäröivissä hiusverisuonissa ja lopulta systeemivieressä. Samalla veren hiilidioksidiosapaine nousee johtaen respiratoriseen asidoosiin eli elimistön happamoitumiseen. (Jama 2016b, 58.) Aivot ja sydän ovat herkimvät hypoksiaan reagoivat elimet (Idris ym. 2003, 2567). Hypoksia johtaa sydänpysähdykseen minuuttien kuluessa, jolloin rytminä on yleensä pulssiton rytmi tai asystole. Hermostolaut alkavat tuhoutua noin neljän minuutin kuluttua hapentarjonnan loppumisen jälkeen. Voimakas kamppailu ennen tajunnan menetytystä sekä kehittyvä hypoksia ennen sydänpysähdystä aiheuttavat vaihteleva-asteisen metabolisen asidoosin. (Jama 2016b, 58.)

4.4 Korvien ja pään ilmaonteloiden painevauriot

Vesisukeltamiseen liittyy aina paineenmuutos, joten sukeltaessa ilmaa virtaa Boylen lain mukaisesti ilmateiden onteloihin tai sieltä pois. Näitä onteloita ovat esimerkiksi välikorvat ja pään sivuontelot. Korvatorvet ovat hengitysteihin kuuluvia limakalvon kattamia putkimaisia rakenteita, jotka johtavat nenän takaosasta, nenänielusta, kumpaankin välikorvaonteloon. Välikorvaontelossa sijaitsevat muun muassa korvaluut ja ontelon korvatorvea vastakkaisella puolella sijaitsee tärykalvo. Sivuntuoloita ovat otsa-, poski- ja kitaontelot sekä seulalokerot. Nämä yhdistyvät nenäonteloon normaalisti 2–3 mm:n kokoisilla aukoilla. Ellei ontelossa oleva laajeneva tai kasaan puristuva ilma pääse vapaasti virtaamaan, onteloon syntyy ympäristöön nähden joko ali- tai ylipainetta. Molemmat painetilat voivat aiheuttaa vaurioita sekä limakalvoilla että ympäröivissä rakenteissa. (Suvilehto 2016, 33–35, 38.)

Alaspäin mentäessä onteloihin syntyy suhteellinen alipaine ja kaasua pyrkii virtaamaan onteloon, jotta paine tasautuisi. Tämän epäonnistuttua ilmaontelon limakalvolle syntyy imuvaikutus alipaineen vaikutuksesta, mikä aiheuttaa plasman

tihkumisen verisuonista soluvälitilaan ja limakalvon turpoamisen. Riskinä on verisuonten rikkoutuminen, joka voi aiheuttaa mustelmia ja verenvuotoa onteloon. Ylöspäin mentäessä onteloihin syntyy suhteellinen ylipaine ja kaasua pyrkii virtaamaan pois onteloista. Jos kaasu ei pääse poistumaan, niin laajentuessaan se puristaa limakalvoa ja muita rakenteita. (Suvilehto 2016, 34.)

Välikorvan painevaurio voi syntyä jo uima-allassyvyyksissä, jos korvien paineentasausta epäonnistuu. Se on yleisin sukeltamiseen liittyvä vamma. (Levett & Millar 2008, 574.) Oireina ovat kipu, tukkoisuus, lievä korvan soiminen ja kuulon huonontuminen. Tärykalvo voi revetä, josta seuraa muutaman minuutin kestävä kiertohuimaus veden päästessä välikorvaan. Sivuonteloiden ja nenäontelon väliset aukot voivat tukkiutua anatomisesta ahtaudesta tai limakalvoturvotuksesta, joka voi johtua allergiasta, virusperäisestä nuhasta tai kroonisesta nuhasta. Tyypillisesti painevaurio syntyy alaspäin mentäessä ja aukon ollessa tukittuna, jolloin alipaine ontelossa kasvaa ja limakalvoturvotus lisääntyy. Oireina on kipua ja paineentunnetta sivuontelon alueella. Onteloon tihkuu usein verta tai kudostunnetta alipaineesta, mikä ylöspäin palatessa tyhjenee ontelosta nenään ja näkyy veren tai liman vuotona nenästä sukelluksen jälkeen. (Suvilehto 2016, 37–38.)

Sisäkorvan dekompressiotauti syntyy sukelluksen nousuvaiheessa tai pian sen jälkeen. Yleensä taudin takana on taulukkorikkomukset eli sukeltajan turvapysähdysten laiminlyönti nousun yhteydessä, josta seuraa typpi- tai heliumkuplien aiheuttamat verenkiertohäiriöt tai mekaaniset vauriot sisäkorvan tasapaino- ja kuulolaistielimissä. (Suvilehto 2016, 41.) Oireina ovat kiertohuimaus, korvien soiminen eli tinnitus ja kuulon heikentyminen (Jama 2015a, 600). Lisäksi potilaalla voi olla pahoinvointia ja oksentelua (Suvilehto 2016, 41). Yli puolessa tapauksista sisäkorvaoireiden lisäksi ei ole muita dekompressiotaudin oireita, mutta samanaikaiset dekompressiotaudin oireet vahvistavat diagnoosia (Jama 2015a, 600).

5 Sukellusonnettomuuspotilaan tunnistaminen ja hoitaminen

Tässä luvussa käsitellään eri sukellusonnettomuuksien diagnostiikkaa ja hoitamista. Onnettomuuden alkuperäinen syy täytyy tunnistaa, jotta potilaalle voidaan antaa parasta mahdollista hoitoa ja valita oikea hoitopaikka.

5.1 Dekompressiotauti ja valtimokaasuemboliat

Dekompressiotaudin diagnosoiminen on vaikeaa sen monimuotoisen luonteen vuoksi. Vaikka diagnoosi tehdään kliinisten havaintojen perusteella, on tarkka anamneesi aina tärkeää. (Vann ym. 2011, 155–156.) Oireiden alkamisaika, sukelluksen kesto ja syvyys oireiden alkaessa on saatava selville (DeGorordo ym. 2003, 176). Vedestä nousun jälkeen ilmenneitä uusia oireita tulisi pitää dekompressiotaudista johtuvina etenkin, jos nousuvaiheen ajastukset ovat olleet joko lähellä suositeltuja raja-arvoja tai ylittäneet ne. Dekompressiotautia ei ilmene juuri koskaan alle 6 metrin sukelluksissa ja harvoin alle 10 metrin sukelluksissa. (Vann ym. 2011, 155–156.)

Dekompressiotaudin ja valtimokaasuembolian ensihoito on samanlaista: potilas laitetaan selinmakuulle lepoon ja suojataan kylmältä. Selinmakuuasento vaakatasossa nopeuttaa reagoimattoman kaasun poistumista elimistöstä. Peruselintointojen turvaamisen jälkeen annetaan happea varaajamaskilla FiO_2 100 %. Jos potilaalla on tajunnanhäiriö tai hänet on intuboitu, käytetään hengityspaljetta lisähapella. (Jama 2015a, 601–602.) Intubaatiolla pystytään parhaiten varmistamaan potilaan happeutumisen (DeGorordo ym. 2003, 176). Intubaatiokalvosin kannattaa täyttää suoraan 0,9 % keittosuolaliuoksella, koska kalvosimen ilma puristuu kasaan ylipainehappihoidon aikana (Jama 2015a, 602). Korkea happipitoisuus parantaa hapen pääsyä kudoksiin, joiden perfuusio eli veren läpivirtaus on heikentynyt. Se myös vähentää kuplissa olevien reagoimattomien kaasujen osapaineita, jolloin kuplien koko pienenee ja liukeneminen kudoksiin helpottuu. (DeGorordo ym. 2003, 176.) Kentällä aloitettu happihoito parantaa sukellusonnettomuuspotilaan ennustetta ja ylipainehappihoidon tuloksia (Jama 2015a, 602).

Runsasta suonensisäistä nesteytystä glukoosittomilla isotonisilla nesteillä, kuten NaCl 0,9 %, suositellaan käytettäväksi, koska potilaiden kuivuminen on yleistä (DeGorordo ym. 2003, 176; Sipinen 2016a, 28). Nesteytys saattaa myös lisätä kaasujen huuhtoutumista pois elimistöstä. Isotonisten nesteiden käyttöä suositellaan, jotta vältetään hypotonisten nesteiden haittavaikutuksilta, kuten aivoturvotukselta. (DeGorordo ym. 2003, 176.) Ringer-liuosta annetaan 10 ml/kg esimerkiksi 30 minuuttia, jonka jälkeen jatketaan aukiolotiputuksella tai potilaan verenkierron tilan mukaisesti (Jama 2015a, 602). Sairaalahoidon aikana nestehoitoa

jatketaan, kunnes potilaan tuntidiureesi eli tunnissa erittyvän virtsan määrä on 1–2 ml/kg (Pulley 2016, 17).

Elottoman, vedestä nostetun potilaan hoitoelvytys aloitetaan normaaliin tapaan viidellä puhalluksella. Kuljetettaessa potilas on selkäasennossa ja vaakatasossa. Poikkeuksena ovat intuboimattomat potilaat, joiden tajunnan taso on alentunut. Heidät kuljetetaan kylkiasennossa. Voimakkaasta hengitysvaikeudesta kärsivä potilas voidaan kuljettaa puoli-istuvassa asennossa, jos hänen verenpaineensa sen sallii. (Jama 2015a, 602.)

Lieväoireiset potilaat, joiden oireet eivät häviä kokonaan normaalipaineisella 30 minuutin 100-prosenttisella happihoidolla, kuuluvat sairaalaseurantaan. Jos oireilu jatkuu vielä sairaalassa 1–2 tunnin happihoidon jälkeen tai oireet palaavat happihoidon lopettamisen jälkeen, potilas tulee suositusten mukaisesti ohjata yli-painehappihoitoon sukelluslääkärin konsultaation perusteella. Nivel- ja lihaskipuiset on syytä ohjata suoraan kentältä ylipainehappihoitoon. Sukelluslääkärinä kannattaa aina konsultoida, jos potilaalla on dekompressiotaudin oireita tai löydöksiä. (Jama 2015a, 602.)

Vakavien dekompressiotaudin oireiden jo alkaessa, tai tiedettäessä niiden väistämättä olevan edessä, ainut hoito on uudelleenpaineistaminen eli rekompressio. Hoito tapahtuu ylipaineistetussa kammiossa, jossa käytetään korkeapaineista happea parantamaan reagoimattoman kaasun liukenemista kuplista kudoksiin ja verenkiertoon, jolloin perfuusio iskeemisiin kudoksiin parantuu. (DeGorordo ym. 2003, 176.) Kudokset happeutuvat tehokkaasti jopa osin ilman kapillaarikiertoa, koska happi etenee neljä kertaa pidemmälle kudokseen verrattuna normaalipaineiseen ympäristöön. Lisäksi ylipainehappihoito vähentää kudosturvotusta, mikä on hyödyllistä etenkin kallonsisäisen paineen ollessa koholla. (Jama 2015a, 602.)

Suomessa ainoa ympärivuorokautinen ylipainehappihoito järjestetään Turun yliopistollisen keskussairaalan teho-osastolla, jossa hoidetaan sekä tehohoitoa vaativia että sukellusonnettomuuspotilaita (TYKS 2018). Sukelluspotilaista yli 70 % toipuu ylipainehappihoidon jälkeen joko täysin tai lähes oireettomiksi. Seitsemälle prosentille jää pysyviä oireita, ja yleensä heille annetaan elinikäinen sukellus-

luskielto. Kliinisestä kokemuksesta on saatu muodostettua käsitys, että mitä nopeammin ylipainehappihoito saadaan aloitettua, sitä tehokkaampaa se on. Potilaat saattavat joskus hyötyä parinkin vuorokauden jälkeen oireiden alusta aloituksesta hoidosta. Kentällä varhain aloitettu 100-prosenttinen normaalipaineinen happihoito parantaa sukellusonnettomuusuhrien ennustetta ja säästää tuntuvasti yhteiskunnan kustannuksia. (Jama 2015a, 603.)

Valtimokaasuemboliapotilaat kuuluvat välittömästi ylipainehappihoitoon (Jama 2015a, 602). Kaasuembolian voisi hoitaa äkillisellä paineistuksella lähtösyvyyteen tai sen yli, mutta käytännössä hoito on mahdoton toteuttaa painekammion välittömän tarpeen vuoksi. Joskus lievässä valtimokaasuemboliassa tai sekamuotoisessa painevaurion ja dekompressiotaudin tilassa saattaa esiintyä hengitysvaikeuksia, veristä vaahtoa suusta ja nopeasti kehittyvän sokin oireistoa. Ilman nopeaa hoidon aloitusta tila johtaa kuolemaan. Mikäli sydämeen tai aivoihin kulkeutunut kaasumäärä on riittävän suuri, mistään hoidosta ei ole apua. Siksi sukellustapaturmien ennaltaehkäisy on tärkeää eli sukeltajalla on terveydelliset edellytykset ja riittävä koulutus suorittamaan sukellus. (Sipinen 2016b, 32.)

Korvien ja ilmaonteloiden painevauriot

Välikorvan painevauriossa nähdään yleensä paksuuntunut, verestävä ja vetäytynyt tärykalvo, repeämä tärykalvossa ja verta tai nestettä välikorvassa. Jos tärykalvo on säilynyt ehjänä, mutta korvassa näkyy muita painevaurion merkkejä, niin siitä seuraa noin kahden viikon sukelluskielto. Korva on usein kivulias, joten kipulääkitys suun kautta on suositeltavaa. Antibiootille ei ole tarvetta, ellei selkeitä tulehduksen merkkejä ole näkyvissä. Sukelluksen aikana alkanut korvakipu on syytä selvittää ennen seuraavaa sukellusta. Yleensä lääkärin tekemä korvatutkimus on aiheellinen. (Suvilehto 2016, 37–38.)

Ilmaonteloiden painevauriot johtavat sukelluskieltoon, kunnes oireet häviävät ja taustalla oleva syy on parantunut tai hoidettu. Limakalvoturvotusta vähentävät lääkkeet lievittävät oireita. Sisäkorvan dekompressiotaudissa korvaa tutkittaessa välikorvassa ei näy merkkejä painevauriosta. Hoitona on nopea ylipainehappihoito. Viive hoitoon pääsyssä heikentää selvästi paranemisen mahdollisuuksia, ja vain puolet alle kuudessa tunnissa hoitoon päässeistä paranee täysin. Pysyvä

sukelluskielto on mahdollista, ellei sisäkorva, erityisesti tasapainoelin, parane oireettomaksi. (Suvilehto 2016, 39, 41.)

5.2 Hukkuminen

Uhrin pelastaminen vedestä on monen eri viranomaisen, kuten poliisin, pelastuslaitoksen, meripelastuksen ja ensihoidon yhteistyötä. Kammiovärinän suuri riski on huomioitava, kun pelastetaan elossa olevaa potilasta kylmästä vedestä. Potilas tulisi nostaa vedestä vartalo vaaka-asennossa, jotta välttyttäisiin äkillisiltä verenkierron muutoksilta, jotka saattavat aiheuttaa herkästi kammiovärinän. Pelastussukeltajien etsiessä uhria, ensihoidon paikalla oleva tilannejohtaja varmistaa elvytysvalmiuden. Kun uhri on saatu pintaan, varaudutaan elottomuuteen, tajuttomuuteen tai muuhun peruselintoimintojen häiriöön. Mikäli uhri ei ole hengittänyt vettä hengitysteihinsä ja on täysin tajuissaan eikä merkkejä hengitysvajaudesta tai muusta peruselintoimintojen häiriöstä ole, kyse ei ole hukkumisesta vaan veden varaan joutuneen pelastamisesta. Tällöin ei ole tarvetta päivystykselliseen arvioon. (Jama 2015b, 595.)

Ensiarviossa on selvitettävä veden alla kulunut aika, veden lämpötila, hälytys- ja tavoittamisviiveet, hengitysteiden avoimuus, hengityksen laatu, verenkierto sekä onko potilas joutunut hukuksiin tapaturman vai sairauden vuoksi (Martikainen 2016). Systemaattisen tutkimisen tulisi keskittyä hengitykseen, verenkiertoon ja neurologiseen tilaan. Aspiraatioon viittaavat hengitysvaikeus, vinkunat ja rahinat hengitysäänissä. Potilaan verenkierron tila selvitetään rannesykkeestä. Traumojen ja mahdollisten sairauksien tutkiminen tulee myös huomioida hukkuneen tutkimisessa. Laitesukeltajalla kannattaa harkita dekompressiotaudin mahdollisuutta. (Martinez & Hooper 2014, 421.)

Potilaan nopea pelastaminen vedestä ja elottoman välittömästi aloitettu painelupuhalluselvytys (PPE) ovat välttämättömiä potilaan selviytymiselle. Hukkumisessa sydänpysähdys ja neurologiset vahingot johtuvat hypoksiasta, joten elvytyksen prioriteetit ovat hapettumisen, ventilaation ja perfuusion palautumisessa. Potilaan elvyttämisen tarpeen tutkiminen ja elvytys tapahtuvat normaalien elvytysohjeiden mukaisesti: jos potilas ei reagoi käsittelyyn ja ei hengitä normaalisti,

niin aloitetaan PPE. Elvytys aloitetaan viidellä puhalluksella, mutta muuten elvytys etenee normaalisti. (Martinez & Hooper 2014, 421.) Märkä ylävartalo kuivataan, jotta defibrillaatioelektrodit jäävät ihoon kiinni. Sydämen alkurytmi tarkastetaan monitoridefibrillaattorilla mahdollisimman nopeasti. Elvytyksen aikana PEEP-venttiiliin (Positive End Expiratory Pressure) käyttöä ei suositella, koska sen vaikutuksesta nouseva rintaontelon sisäinen paine voi heikentää sydämen huonoa minuuttivirtausta entisestään. Jos keuhkojen kimmoisuus on suuren aspiraatiomäärän vuoksi hyvin huono, niin voidaan harkita enintään 8 cmH₂O:n PEEP-tasoa ventilaation turvaamiseksi. (Jama 2015b, 596.)

Mahalaukun sisäinen paine puretaan nenä-mahaletkulla heti, kun se on mahdollista elvytystä häiritsemättä. Ilman tai veden nieleminen ja puhalluselvytyksen aikainen mahalaukun täyttyminen ilmalla voi puristaa ja aktivoida aivoista tulevaa kiertäjähermoa. (Jama 2015b, 596.) Kiertäjähermon toiminnan kiihtyminen vähentää sydämen pumppaustoimintaa (Sand ym. 2014, 139). Voimakas ärsytys voi aiheuttaa bradykardian tai jopa asystolen. Kohonnut vatsaontelon sisäinen paine heijastuu rintaontelon puolelle nostaen rintaontelon sisäistä painetta, mikä voi romahduttaa sydämen minuuttivirtauksen ja merkittävästi hankaloittaa ventilaatiota. Nenä-mahaletku laitetaan viimeistään elvytetyn potilaan spontaanin verenkierron palautumisen jälkeen. Yli 60 % hukkuneista oksentaa ja painelu-puhalluselvytystä saavilla luku on yli 85 %. (Jama 2015b, 596.)

Tajuttoman potilaan suu ja nielu puhdistetaan vierasesineistä ja imetään eritteistä. Hengitystä avustetaan muutama minuutti naamaripalkeella, johon on kiinnitetty varaajapussi 100 %:n happilisällä. (Jama 2015b, 596.) Tajuton, mutta hengittävä potilas laitetaan kylkiasentoon (Martikainen 2016). Jos hengitys palautuu normaaliksi ja tajunta palaa, voidaan edetä varaajamaskiin. Jos potilaan tajunta ei palaa normaaliksi muutamassa minuutissa ventilaation ja happihoidon aloittamisesta, vaan hän on edelleen muun muassa sekava, hänet kannattaa intuboida kaasujenvaihdon varmistamiseksi ja aspiraation ehkäisemiseksi. Potilas täytyy lääkittää asianmukaisesti ennen intubaatiota, jotta vältetään laryngoskopian ja intubaatioputken aiheuttamien ärsytysten haitallisilta verenkiertovasteilta, kuten verenpaineen, sykkeen ja kallonsisäisen paineen kohoamiselta. Nenä-mahaletku

laitetaan ennen kuljetusta. Kapnometrilla monitoroidaan uloshengityksen hiilidioksidipitoisuutta (EtCO₂), jossa pyritään 4–4,5 kPa:n tasolle. (Jama 2015b, 596–597.)

Potilaalla saattaa olla hengitysvajaus, verenkiertovajaus tai molemmat (Jama 2015b, 597). Hukkuneella keuhkopöhön riski on lisääntynyt, joten SpO₂ ollessa alle 90 % ja hengitysänten rohistessa aloitetaan CPAP-hoito, ellei happeutumishäiriö ole korjaantunut pelkällä 100 %:n happilisällä (Jama 2015b, 597; Martikainen 2016). Yskänäräytys on normaalia submersion ja aspiraation jälkeen. Se ei tarvitse erityistä hoitoa, jos happeutuminen pysyy hyvänä ja hengitystyö kohtuullisena. Pitkittynyt ja voimakas yskänäräytys voi viitata keuhkopöhöön, jolloin CPAP-hoito on aiheellinen. (Jama 2015b, 597.)

Akuuttiin pumppausvajaukseen saattaa liittyä keuhkopöhön lisäksi hypotensio. Sydänlihasiskemia ja rytmihäiriöt saattavat pahentaa tilannetta. 12-kytkentäinen EKG otetaan kaikilta potilailta. Hemodynaamisesti haitalliset rytmihäiriöt hoidetaan lääkkeellisesti tai sähköllä tavalliseen tapaan. (Jama 2015b, 597.) Pitkään veden varassa olleet potilaat voivat olla hypovoleemisia immersiodiureesin vuoksi. Ringer-liuosta infusoidaan nopeasti 500–1000 ml (10 ml/kg) kaikille huuksissa olleille ja laitesukellusonnettomuuden uhreille. (Jama 2016b, 67.) Tämä voidaan toistaa tarvittaessa ad 30 ml/kg. Jos verenpaine on edelleen matala, tulee aloittaa verenkiertoa tukeva lääkehoito, esimerkiksi noradrenaliini-infuusio. Keuhkopöhöepäilyssä nesteitä tulee kuitenkin antaa varovaisesti. Hoitolinjana on tällöin vasopressiivinen eli verisuonia supistava tai inotrooppinen eli sydämen pumppaustoimintaa lisäävä lääkehoito sekä CPAP-hoito. (Jama 2015b, 597.)

Rankavammojen riskit ovat matalia hukkumisissa (Martinez & Hooper 2014, 421). Pohjoisamerikkalaisen aineiston mukaan vain 0,5 %:lla submersion uhreista oli kaularankavamma, vaikka kaikilla oli taustalla korkeaenerginen vammautuminen, kuten pää edellä hyppääminen, putoaminen tai liikenneonnettomuus. Matalaenergisissä hukkumisonnettomuuksissa – kuten uimisessa, kylpemisessä, kalastamisessa tai laitesukeltamisessa – uhreilla ei todettu yhtään kaularankavammaa. (Jama 2016b, 60.) Hukkumiseen liittyviä tekijöitä ovat muun muassa päihteet, traumat, kouristuskohtaukset, pyörtäminen, itsetuhoisuus, vesiliikenneonnettomuudet, verenkiertokollapsit ja sydänsairaudet (Idris 2017, 149).

Quanin ja Cummingsin (2003, 165) mukaan kymmenellä prosentilla hukkuneista oli taustalla aikaisempia kouristuskohtauksia, jotka ovat yleisimpiä sairaudellisia hukkumisen syitä. Vaikka hukkumisen syy jää usein epäselväksi, siihen liittyvän tekijän selvittäminen voi vaikuttaa suuresti potilaan hoidon laatuun ja selviytymiseen (Idris 2017, 150).

Submersioaika on tärkein ennusteeseen vaikuttava tekijä. Yli 15 minuutin submersioaika kesäoloissa, lähtörytminä asystole ja yli 25 minuuttia kestävä elvytys ovat vahvasti yhteydessä huonoon ennusteeseen. (Jama 2015a, 598.) Elvytyksestä ei useimmiten ole hyötyä, jos potilas on ollut hukuksissa yli 30 minuuttia (Martikainen 2016). Lisäksi laajat, valojäykät pupillit (paitsi vaikeassa hypotermiassa), vaikea asidoosi ja sydänpysähdys ovat huonon ennusteen merkkejä normaalilämpöisellä tai vain lievästi hypotermisellä potilaalla. Hyvän ennusteen merkkejä ovat alle viiden minuutin submersioaika, alle kymmenen minuutin kokonaiskesto elvytyksessä ja tajunnan palautuminen ennen sairaalaan saapumista. (Jama 2015a, 598.)

6 Opinnäytetyön tarkoitus, tehtävät ja tavoite

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen ensihoitopalvelulle toimintaohje sukellusonnettomuuksien varalle, koska aihetta ei ollut erikseen käsitelty alueen ensihoito-ohjeessa. Ennen Kanta-Hämeen alueen sukellustehtävät hoitivat Valkeakosken ja Vantaan pelastuslaitokset, mutta vuonna 2015 Kanta-Hämeen pelastuslaitos aloitti oman vesisukellustoiminnan. Sukellustoiminnan siirtyessä pelastuslaitokselle haluttiin laatia yhtenäinen ja selkeä toimintamalli sukellusonnettomuuksien varalle. Lisäksi pelastuslaitoksen pelastajien ja ensihoitajien tietämystä sukellusonnettomuuksista haluttiin lisätä.

Opinnäytetyön tehtävinä oli:

1. Haastatella kokenutta pelastussukeltajaa ja sukelluslääketieteeseen erikoistunutta tehohoitolääkärinä sukellusonnettomuuksista ja niihin joutuneiden potilaiden hoitamisesta.
2. Laatia tutkimustiedon ja haastattelujen avulla toimintaohje ja tarkistuslista Kanta-Hämeen ensihoitopalvelulle sukellusonnettomuuksien varalle.

3. Kerätä toimintaohjeesta kirjallinen palaute Kanta-Hämeen ensihoitopalvelulta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selkeyttää ja yhdenmukaistaa Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen ensihoitajien toimintaa sekä potilaiden tutkimista ja hoitamista sukellusonnettomuuksissa. Toimintaohjetta käytettäisiin hoitosuunnitelman laatimiseen sekä potilaan tutkimisen ja hoidon tukena.

7 Opinnäytetyön toteutus

Kehittämistoiminta, esimerkiksi toiminnallinen opinnäytetyö, jakaa samoja periaatteita kuin tutkimustyö (kehittäminen, hyöty ja tulos), mutta niillä on myös eroavaisuuksia. Tutkimuksilla on omat tieteen tekemisen sääntönsä, joita täytyy noudattaa, ja ne ovat teoriaperusteisia. Kehittämistoiminta on vapaampaa, mutta sen täytyy kuitenkin sisältää laajasti aihealuetta käsittelevää kirjallisuutta ja määrättyjä standardeja. Kehittämistoiminta on suunniteltu työ, jossa pyritään laatimaan konkreettinen tuotos, joka sisältää uuden tiedon lisäksi esimerkiksi oppaan tai palvelun, joka on aikaisempaa parempi tai täysin uusi. (Salonen 2013, 12–13, 25.) Tavoitteena on, että syntynyttä tuotosta voi hyödyntää ammatillisesti ja työelämän tarpeita vastaten. Tuotoksesta tehdään raportti, jossa käy ilmi, mitä on tehty ja miksi. Siinä myös esitetään työn prosessi ja saadut tulokset. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9–10, 51, 64.)

Tässä toiminnallisessa opinnäytetyössä laadittiin teorian tiedon ja asiantuntija-haastatteluiden pohjalta toimintaohje sukellusonnettomuuspotilaiden kanssa toimimiseen. Työelämäohjaajana oli aluksi ensihoitoesimies Heta Strömberg Kanta-Hämeen pelastuslaitokselta, ja hänen tilalleen tilalle tuli myöhemmin ensihoitaja AMK Emmi Taira. Ohjaajaksi valikoitui ensihoitaja, koska työn aihe oli suunnattu ensihoidolle. Taira työskentelee Kanta-Hämeen pelastuslaitoksella, joten yhteistyö pelastussukeltajien kanssa oli hänellä melko tiivistä. Opinnäytetyöhön saatiin myös pelastussukeltajien näkemystä ja tietämystä laadun ja luotettavuuden tueksi.

Opinnäytetyö tehtiin kolmivaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa kerättiin tietoa kirjallisuudesta ja asiantuntijoita haastatteleamalla. Toisessa vaiheessa laadittiin

toimintaohje teoriatiedon ja haastatteluista saadun tiedon perusteella. Kolmannessa vaiheessa toimintaohje lähetettiin Kanta-Hämeen ensihoidolle arvioitavaksi ja kommentoitavaksi. Opinnäytetyön kolmas vaihe sisälsi myös toimintaohjeen viimeistelyn saadun palautteen pohjalta. Valmiin tuotoksen kohderyhmänä ovat Kanta-Hämeen pelastuslaitoksella työskentelevät ensihoitajat, mutta tuotoksen informaatiota voivat hyödyntää myös muiden toimialueiden ensihoitajat ja alan opiskelijat sekä pelastajat.

7.1 Haastattelut

Opinnäytetyössä päädyttiin haastattelemaan tehohoitolääkäreitä ja pelastussukeltajia. Haastatteluun valittu tehohoitolääkäri on erikoistunut sukelluslääketieteen, ja valitulla pelastajalla on kokemusta pelastussukeltamisesta ja sukelluspalvelun toiminnasta Kanta-Hämeen alueella. Suunnitelmavaiheessa haastattelut päätettiin toteuttaa yksilöhaastatteluina, joissa hyödynnettiin teemahaastattelun tekniikkaa. Aiheisiin perehdyttiin etukäteen, jotta haastattelujen teemat saatiin suunniteltua. Teemahaastattelu on strukturoitua haastattelua väljempi versio, jossa ei ole tarkkoja kysymyksiä ja vastausvaihtoehtoja (Kylmä & Juvakka 2007, 78). Sen sijaan teemahaastattelussa käytetään muutamia avainkysymyksiä tai avainaiheita, joiden ympärille haastattelu rakentuu (Kylmä & Juvakka 2007, 78).

Haastatteluista saatiin ajankohtaista tietoa sekä sukellusonnettomuuspotilaan hoitamisesta että Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen sukellustoiminnasta. Haastatteluista saatu tieto vahvistaa opinnäytetyöhön löydettyä kirjallisuustietoa ja selkeyttää potilaan hoitamista sekä pelastajien toimintatapoja. Asiantuntijat valittiin sillä perusteella, että he ovat alansa puolesta tekemisissä sukelluksen ja sukellusonnettomuuspotilaiden kanssa. Haastateltaville henkilöille lähetettiin sähköpostilla saatekirjeet (Liite 2), joissa esiteltiin opinnäytetyön aihe ja kysyttiin heidän kiinnostustaan osallistua työhön. Haastateltavien nimiä ei julkaista, koska he esiintyvät haastatteluissa yksityishenkilöinä. Henkilöt haastateltiin kasvotusten ja keskustelut nauhoitettiin. Haastatteluihin laadittiin teemoittain kysymyksiä, joihin haettiin vastauksia (Liite 3). Haastateltavilta pyydettiin opinnäytetyöhön osallistumisesta myös kirjallinen suostumus (Liite 4).

Sekä tehohoitolääkärin että pelastussukeltajan haastattelut litteroitiin kokoamalla kysymysten ja vastausten ydinasiat selkeiksi virkkeiksi tulosten esittämisen helpottamiseksi. Opinnäytetyöhön kerättyyn kirjallisuustietoon verrattuna haastattelut ja niistä saadut materiaalit olivat melko suppeita, joten niiden tarkoitus oli lähinnä tukea kirjallisuudesta saatua tietoa.

Tehohoitolääkärin haastattelun mukaan tärkeintä sukellusonnettomuudessa on nopeaan arvioon perustuva päätös siitä, onko potilaan hoidolla kiire vai ei. Nykyisen mallin mukaan dekompressiotauti luokitellaan joko lieväksi tai vakavaksi. Lievät oireet, kuten puutumisoireet ja pistelyn tunne eivät uhkaa henkeä. Vakavia oireita ovat esimerkiksi neurologiset oireet, tajunnan häiriöt sekä hengitys- ja verenkierto-ongelmat. Sekä lievä- että vakavaoireisille potilaille annetaan aina ensiapuna varaajamaskilla 100-prosenttista happea, joka helpottaa elimistöön muodostuneiden kaasukuplien aiheuttamia oireita. Hapenanto ei kuitenkaan ole korjaava hoito. Sukellusonnettomuuspotilaan hoito eroaa 100-prosenttista happea lukuun ottamatta melko vähän normaalista peruselintoiminnoista huolehtimisesta.

Vakavaoireiset potilaat kuljetetaan aina nopeasti HBO-hoitoon. Esimerkiksi valtimokaasuemboliapotilas hyötyy hoidosta parhaiten 6–8 h aikaikkunan sisällä. Helikopterikuljetusta harkitaan pitkissä matkoissa huomioiden lentokorkeuden aiheuttama ilmanpaineen vaihtelu. Lievissä oireissa, tai kun epäillään sukellukseen liittymätöntä syytä, riittää kuljetus päivystyspoliklinikalle. Lääkäriyksiköstä onnettomuuspaikalla on selkeä hyöty vakavissa tajunnan, verenkierron ja hengityksen ongelmassa. Esimerkiksi ilmatien varmistus invasiivisesti ja verenkierron lääkkeellinen tukeminen ovat rutiininomaisempia toimenpiteitä ensihoitolääkärille kuin ensihoitajalle. Vakavassa keuhkopöhdössä hengitysteihin kajoamaton ventilointi, kuten BiPAP-hoito, voi olla tarpeen.

Haastateltu pelastussukeltaja korosti sukellustehtävien turvallisuuden ja siitä huolehtimisen tärkeyttä. Sukeltajan tulee olla terve ja hyvävointinen. Hänen on veden alla oltava aina yhteydessä sukellusavustajaan köydellä ja mahdollisesti myös puhekaapelilla. Sukellusonnettomuustilanteessa, jossa sukeltajaa lähdetään kuljettamaan ylipainehappihoitoon, sukellusavustajalta otetaan mukaan ta-

pahtumaraaportti (Liite 1) diagnostiikan helpottamiseksi. Kanta-Hämeen sukellusvalmiudesta vastaa Hämeenlinnan paloasemalla päivystävä sukellusyksikkö, jossa toimii kaksi nimettyä sukeltajaa vuorossa.

Ensihoito hälytetään sukellusyksikön kanssa vesipelastustehtävälle usein yhtä aikaa. Poikkeuksena esimerkiksi sukellusetsintätehtävissä ensihoitovalmiutta ei välttämättä automaattisesti ole, jos potilaan tiedetään olleen hukuksissa jo pitkiä aikoja. Myös sukellus- ja sammutusyksiköissä on perustasoinen ensihoitovälineistö. Sukellukseen päätyminen tehtävällä on melko harvinaista, vaikka siihen usein varaudutaankin esimerkiksi ihmisen joutuessa veden varaan.

Kanta-Hämeellä sukelluksessa ei käytetä kaasuseoksia, vaan tavallista paineilmaa. Suurin sallittu sukellussyvyys on 30 metriä. Usein sukellukset ovat niin lyhytkestoisia, että nousun taulukonmukaiselle tauottamiselle ei ole tarvetta. Noin kolmen minuutin kestoista turvapysähdystä kuitenkin käytetään kolmen metrin syvyydessä. Sukelluksen kestoja ja sukeltajan ilmamäärää tarkkailee sukellusavustaja. Sukelluksen maksimisyvyyden saa selville sukeltajan mukana olevasta mittarista, joka tulisi ottaa mukaan jatkohoitopaikkaan mahdollisessa sukellusonnettomuudessa, mikäli tapahtumaraaporttia ei ehditä täyttää ennen kuljetusta. Pelastussukeltajan haastattelussa selvisi, että työtapaturmaisia sukellusonnettomuuksia on sattunut Kanta-Hämeellä todella vähän, joista niistäkin suurin osa on ollut lievähköjä poskionteloiden ja korvien vammoja. Näissäkin tapaturmissa yleisin syy on ollut jonkinasteinen ohjeiden laiminlyönti.

7.2 Toimintaohjeen laatiminen

Aiheeseen liittyvän tutkimustiedon hakeminen aloitettiin talvella 2017 Saimaan ammattikorkeakoulun Finna-tietokannasta ja Google Scholar -tietokannasta. Finna-tietokannasta hakusanoilla ”sukellusonnettomuus”, ”sukeltajantauti” ja ”sukellus” saatiin monia tuloksia, mutta vain muutama koski haluttua aihetta. Hakusanoilla ”decompression sickness”, ”diving” ja ”drowning” saatiin huomattavasti enemmän aihetta koskevaa kirjallisuutta sekä Finna- että Google Scholar -tietokannoista. Hakusana ”diving” johti monen lähteen hylkäämiseen, koska ne eivät käsitelleet aihetta. Tämän vuoksi ”diving”-hakusanan lisäksi haettiin sanalla

”emergency”, jotta hakutuloksia saataisiin rajatuksi sukellusonnettomuuteen. Hakutulosten määrä väheni huomattavasti, mutta toivottu rajausta toteutui. Työn kirjallisuuslähteinä käytettiin esimerkiksi hoitoalan kirjallisuutta ja koulutusmateriaaleja.

Tarkoituksena oli tehdä mukana kulkeva toimintaohje, jota ensihoitajat voivat hyödyntää hoitosuunnitelman tukena kohteeseen siirtyessä sekä kohteessa tutkimus- ja hoito-ohjeena. Toimintaohjeesta haluttiin selkeä ja helppolukuinen, jotta sitä on helpompi tulkita etenkin kiireellisissä tilanteissa. Ohje haluttiin pitää kahden sivun pituisena, jotta ohjeen liian suuri koko ei häittäisi sen käytettävyyttä kenttätöskentelyssä. Ensimmäiselle sivulle haluttiin tutkimisen ja hoitamisen osuus, jossa käydään kohta kohdalta järjestyksessä tärkeimmät tutkimiseen ja hoitamiseen liittyvät asiat. Helppolukuisuutta lisättiin rajaamalla eri toimet omiin tekstiruutuihin, joiden välissä on ohjaavia nuolia. Näin ohjeen käyttäjä pystyy helpommin seuraamaan ohjetta ja häneltä ei jää oleellisia asioita huomioimatta.

Tarkistuslistojen käyttö korostaa vähäpätöiseltä tuntuja tehtäviä, joiden unohtuminen voi kuitenkin aiheuttaa vakavia haittoja. Yhdenmukaiset toimintamallit vähentävät ulkomuistiin luottamista, jolloin laiminlyönneistä johtuvat virheet vähenyvät. (Walker ym. 2012, 48.) ABCDE-malli on maailmanlaajuisesti käytetty hätätilapotilaan tutkimiseen ja hoitamiseen kehitetty toimintamalli. Kirjaimet ABCDE tulevat englannin kielen sanoista Airway (ilmatie), Breathing (hengitys), Circulation (verenkierto), Disability (taju) ja Exposure (paljastaminen). Niillä tarkoitetaan järjestystä, jossa potilasta tulisi tutkia ja hoitaa. (Thim ym. 2012, 117–119.) Siksi toiselle sivulle laadittiin ABCDE-mallinen tarkistuslista, joka toimii hoitajien tukena ohjeen ensimmäisen sivun jälkeen. Aluksi toimintaohjeen ensimmäinen sivu sisälsi tarkistuslistassa mainittuja asioita, mutta helppolukuisuuden säilyttämiseksi piti muutamia kohteita siirtää tarkistuslistaan. Tärkeimmät kohdat haluttiin priorisoida toimintaohjeeseen ja tarkistuslistaan tuli lähinnä potilaan seurantaan liittyviä asioita, joihin tulisi keskittyä ensitoimien jälkeen. Tarkistuslistan sisältö laadittiin kirjallisuuden, haastatteluiden, Kanta-Hämeen sairaanhoitopiirin ensihoidon toimintaohjeiden ja NEWS-järjestelmän pohjalta. NEWS tulee sanoista National Early Warning Score ja se on tarkistuslista kriittisesti sairaiden potilaiden tunnistamisen ja hoidon aloittamisen helpottamiseksi (Royal College of

Physicians 2017). NEWS-kaaviossa on pisteytetty eriarvoiset parametrit eri elin-toiminnoille, jotka yhteenlaskettuna kertovat potilaan tilan vakavuudesta (Silcock ym. 2015, 31–32).

7.3 Palautteen kerääminen

Työelämäohjaaja Emmi Tairaa pyydettiin keräämään toimintaohjeesta avoin palaute. Hän jakoi toimintaohjeen valitsemilleen henkilöille, joita toivottiin olevan enintään kymmenen. Tekijät päättivät yhdessä Tairan kanssa, että hänen oli parasta valita henkilöt, joilta palaute kerättäisiin. Hänen tietonsa Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen organisaatiosta mahdollisti sen, että palaute saataisiin sellaisilta eri toimialojen henkilöiltä, jotka olisivat eniten tekemisissä toimintaohjeen kanssa. Näin palaute olisi mahdollisimman monipuolinen ja ottaisi huomioon eri toimijoiden erilaiset näkemykset. Palautetta kerättiin ensihoitolääkäriltä, kenttäjohtajalta, kolmelta ensihoitajalta ja kolmelta pelastussukeltajalta. Heille annettiin kaksi kuukautta aikaa tutustua toimintaohjeeseen ja antaa palaute, jonka Taira keräsi ja lähetti tekijöille. Palautteessa pyydettiin antamaan vapaamuotoisesti kehitysehdotuksia toimintaohjeen sisällöstä ja ulkonäöstä, jotta ohjeen käyttökelpoisuutta voitaisiin parantaa. Kehitysehdotukset ja niiden huomiointi esitetään seuraavassa taulukossa (Taulukko 1). Viimeistelty toiminta ohje löytyy työn lopusta (Liite 5).

Saadut kehitysehdotukset	Miten huomioitiin?
Happi- ja nestehoidon voisi siirtää heti ohjeen alkuun.	Nämä siirrettiin ohjeen alkuun.
Mihin kohtaan siirrytään, jos potilaalla on hengitysvaikeus?	Hengitysvaikeus-kohdasta alaspäin lähtevän nuolen teksti "Ei" poistettiin, jotta ohjeessa eteneminen olisi selkeämpää myös silloin, kun potilaalla on hengitysvaikeus. Sama muutos tehtiin Neurologia-kohdasta lähtevälle nuolelle.
Sukellusonnettomuuden harvinaisuuden takia lisätietoa syntymekanismista ja luonteesta esimerkiksi tarkistuslistaan.	Teoriatiedon lisääminen toimintaohjeeseen tai sen tarkistuslistaan tuntui tarpeettomalta, koska se veisi tilaa ohjeesta. Toimintaohjeen tarkoitus on tukea sukellusonnettomuuspotilaan tunnistamista ja hoitoa, eikä niinkään keskittyä patofysiologiaan.
Tarkennuksia ja laajennuksia tarkistuslistaan ABCDE-mallin mukaisesti.	Peruselintoimintojen seuranta laajennettu tarkistuslistaan palautteen ja teoriatiedon pohjalta.
Tarkistuslistaan FinnHEMS-lääkärin konsultaatio helikopterikuljetuksen tarpeesta.	Toimintaohjeen kohdassa "Sukelluslääkärin konsultaatio" käsitellään jatkohoito-ohje, kuljetuspaikka ja kuljetustapa. Sukelluslääkäri määrittää helikopterikuljetuksen tarpeen.

Taulukko 1. Kehitysehdotukset ja niiden huomiointi.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia sukellusonnettomuuspotilaiden tunnistamisen ja hoitamisen tueksi toimintaohje ja tarkistuslista. Toimintaohjeessa on järjestelmällisesti kuvattu prosessi potilaan oireiden tunnistamisesta ja hoitamisesta aina lopullisen hoitopaikan määrittämiseen asti. Tarkistuslista tehtiin ABCDE-mallin mukaiseksi, jossa on potilaan tarkkailua ja hoitamista täsmentäviä ohjeita. Lisäksi listassa on muita huomioon otettavia asioita, kuten tiettyjen oirekuvien kehittymisen seuranta. Työstä saatiin selkeä kokonaisuus, jota seuraamalla sukellusonnettomuuspotilaan hoidon saa aloitettua ja vietyä loppuun. Työ vastasi tekijöiden ja Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen odotuksia.

8.1 Yhteenveto ja johtopäätökset

Toimintaohjeesta saatiin tekijöiden mielestä selkeä ja myös hätätilanteissa helposti luettava. Oireet, joihin sukellusonnettomuuksissa tulee varautua, kerrotaan heti listan alussa, jotta toiminnalle saadaan oikea suunta. Järjestelmällisesti etenevä ohje vähentää epävarmuutta hoitajien toiminnasta. Tekijöiden mielestä ensihoidolle tärkeimmät asiat korostetaan toimintaohjeessa, jotta ylimääräistä aikaa ei kulu sukellusonnettomuuspotilaan kanssa kohteessa. Toimintamallit on kerätty monista eri kirjallisista teoksista, ja haastatellun asiantuntijan näkemys tukee työtä. Toimintaohje etenee vakavista oireenmukaisista hoidoista sukelluslääketieteeseen erikoistuneen lääkärin konsultaatioon, jonka avulla laaditaan toimintasuunnitelma potilaan jatkohoidolle. Konsultaation pääkohdat yhteystietoineen ovat selkeästi jaoteltuina samaan tekstiruutuun.

Lopputulokseen pääsemiseksi toimintaohjeen kohtia ja niiden järjestystä jouduttiin muokkaamaan useasti esimerkiksi palautteen perusteella. Osa palautteen antajista sanoi alkuperäisen järjestyksen olevan selkeä, kun taas toiset toivoivat erilaista jäsentelyä viimeistelyyn toimintaohjeeseen. Vastaavaa toimintaohjetta ei löytynyt Kanta-Hämeeltä ennestään, minkä vuoksi sellaisen rakentaminen alusta asti oli haasteellista. Monien eri henkilöiden eroavat mielipiteet jäsentelystä saivat tekijät miettimään toistamiseen, miten toimintaohjeen saisi kaikkein selkeimpään muotoon.

Ennen palautteen saamista tarkistuslista koettiin sisällöltään liian suppeaksi, jotta se olisi tuonut merkittävää lisäarvoa työhön. Materiaali oli melko vähäistä ja tärkeimmät kohdat oli mainittu jo ensimmäisellä sivulla eli varsinaisessa toimintaohjeessa. Tekijöistä tuntui, että mielekkään ja hyödyllisen tarkistuslistan pitäisi olla laajempi ja seikkaperäisempi. Tarkistuslistan kohdat jäivät lähinnä yleispäteviksi ohjeiksi, joita sovellettaisiin joka tapauksessa muidenkin potilaiden hoidossa. Suunnitelmana olikin hylätä tarkistuslista, jotta toimintaohje vaikuttaisi eheämmältä. Palautteesta saatujen kehitysehdotusten pohjalta tarkistuslistaa päätettiin kuitenkin muokata ja laajentaa, jolloin sen hylkäämisestä luovuttiin. Tarkistuslistaan lisätyt kohdat potilaan seurannasta toivat siihen tärkeää lisäsisältöä ja tekivät listasta toimivamman.

Sukellusonnettomuuspotilaiden hoitamisesta löytyi odotettua heikommin teoriatietoa etenkin ensihoidon näkökulmasta. Dekompressiotautia oli tutkittu muutoin kattavasti, mutta suurin osa löydetyistä kirjallisuudesta keskittyi joko dekompressiotaudin oireisiin, välittömään ensiapuun tai ylipainehappihoitoon. Täten kirjallisuutta oli hankala soveltaa kokonaisuudessaan suoraan suomalaiseen ensihoitoon. Oireiden tunnistaminen ja yksinkertaiset hoitotoimenpiteet saatiin hyvin esiin, mutta kovin laajaa ymmärrystä aiheesta ei tullut. Lisäksi sukellusonnettomuuspotilaan kuljetuksen aikaisesta hoidosta oli hyvin vähän tietoa saatavilla, mikä hankaloitti osaltaan toimintaohjeen ja etenkin tarkistuslistan tekoa. Tämän vuoksi työhön otettiin pohjaksi esimerkiksi NEWS-järjestelmä, jolla saataisiin arvioitua potilaan tilaa ja elintoimintojen hyviksi todettuja tavoitearvoja.

Opinnäytetyöprosessi lisäsi tekijöiden taitoja hakea ja analysoida tieteelliseen tutkimukseen perustuvaa kirjallisuustietoa. Työn kautta saatiin myös paljon uutta tietoa ja ymmärrystä sukeltamisesta, sukelluspelastamisesta sekä erilaisista sukellusonnettomuuksista. Aihe koettiin mielenkiintoiseksi, koska sukellukseen liittyviä asioita ei juurikaan käsitellä ensihoitajakoulutuksen aikana. Sukellusonnettomuus on ensihoidossa harvinainen mutta mahdollinen. Juuri tällaisista aiheista on aina mielekästä oppia lisää.

8.2 Työn arviointi ja jatkotutkimusaiheet

Alun perin tarkoitus oli kirjoittaa opinnäytetyötä siten, että molemmat tekijät olisivat paikalla, jolloin tekijöiden pohdintaa saataisiin paremmin tuotua työssä esille. Yhdessä kirjoittaminen ei kuitenkaan toteutunut halutussa määrin, koska esimerkiksi koulutuksen aikaiset työharjoittelujaksot veivät tekijät eri paikkakunnille jopa kuukausien ajaksi eikä kasvatusten tapaaminen useinkaan ollut mahdollista. Täten työtä jouduttiin kirjoittamaan paljon itsenäisesti, mutta välillä aikatauluja järjesteltiin niin, että yhdessä kirjoittaminen onnistui esimerkiksi Skype-puheluiden avulla. Myös kesät lukuvuosien välissä olivat opinnäytetyön suhteen todella hiljaisia. Toiseksi haasteeksi koettiin se, että opinnäytetyön aihe oli tekijöille alkuvaiheessa hieman epäselvä. Tarkkaa rajausta ei saatu vielä prosessin alussa, jolloin ohjeistukseksi annettiin tiedon etsiminen sukellusonnettomuuksista mahdollisimman laajasti. Aihe tuntui paisuvan liian suureksi kahdelle tekijälle, jolloin myös motivaatio työn tekemiseen kärsi tilapäisesti. Lopulta työelämäohjaajan kanssa sovituilla rajauksilla ja tarkennetuilla tavoitteilla työlle saatiin selkeämpi suunta, jolloin työskentelyyn päästiin jälleen paremmin kiinni. Aluksi ei esimerkiksi ollut selvää, onko toimintaohjeen tarkoitus käsitellä laite- vai vapaasukellusta. Lopullinen painopiste asetettiin pelastussukeltajien laitesukellukselle.

Sukellusonnettomuuksiin perehtyneen tehohoitolääkärin haastattelu toi tekijöille paljon uutta tietoa aiheesta. Se auttoi työstämään entistä parempaa teoriapohjaa ja tuki hyvin toimintaohjeen laatimista. Haastattelussa huomattiin, että laajempi perehtyminen aiheeseen ennen haastattelua olisi tuonut haastattelulle enemmän arvoa. Joitain epäselviksi jääneitä asioita, joita ei kirjallisuudessa tullut esille, olisi voinut listata haastattelua varten. Esimerkiksi sukellusonnettomuuspotilaan hoitamista kuljetuksen aikana ei käsitelty monessakaan kirjallisuuden lähteessä. Haastattelulla olisi voinut selvittää juuri tällaisia asioita kasvatusten ja saada niihin tarkempaa näkemystä. Sama ongelma kohdattiin pelastussukeltajan haastattelussa. Kanta-Hämeen pelastustoimintaan perehtyminen laajemmin etukäteen olisi saattanut lisätä haastattelun arvoa, jos pelastussukeltajalle esitettävät kysymykset olisi osattu laatia tarkemmiksi.

Opinnäytetyössä käytetyt materiaalit ovat alan ammattilaisten kirjallisuutta, joista monet on julkaistu tieteellisissä lehdissä tai ovat yleisesti arvostettuja teoksia.

Huomiota kiinnitettiin myös lähteiden ikään, jotta tiedot olisivat mahdollisimman ajantasaisia. Poikkeuksien kohdalla mietittiin yksilöllisesti, onko lähde käyttökelpoinen sen iästä huolimatta, jos lähteen sisältö käsitteli muuttumattomana pysyvää asiaa. Käytetyissä teoksissa on kattavat lähdeluettelot ja -viittaukset, jolloin voitiin käyttää ensisijaisia julkaisuja ohittaen toissijaisten lähteiden mahdolliset haasteet, kuten erilaiset tulkinnat alkuperäisestä tekstistä. Lähteet merkittiin tekstiin ohjeiden mukaan, mikä auttaa kirjoittajien oman tekstin ja lähteistä otetun tekstin erottamista toisistaan.

Opinnäytetyön tekijöillä ei ollut paljoakaan omakohtaista kokemusta ensihoidosta eikä lainkaan sukellusonnettomuuksista. Ensihoidon eri toimintaohjeiden ja tarkistuslistojen aikaisempi käyttö olisi mahdollisesti tuonut parempaa käsitystä siitä, millainen on hyvä toimintaohje. Tämän takia ohjeen laatimisessa ei voitu hyödyntää tekijöiden omaa näkemystä, vaan se laadittiin mallintamalla Kanta-Hämeen ensihoidon toimintaohjeita. Samalla toimintaohjeesta saatiin yhdenmukainen Kanta-Hämeen ensihoidon muiden hoito-ohjeiden kanssa. Työtä helpotti ja vauhditti myös se, että toinen tekijöistä suoritti kahdeksan viikon mittaisen harjoittelujakson Kanta-Hämeen pelastuslaitoksella syksyllä 2018, jolloin työelämäohjaajan kanssa saatiin tehtyä tiivistä yhteistyötä kasvatusten. Tämä helpotti työn muotoilemista pelastuslaitoksen tarpeita vastaavaksi. Tekijät eivät uskoneet, että yhteistyö olisi vaikuttanut henkilökunnan rehellisyyteen palautteen antamisessa.

Työhön haastateltujen ammattilaisten nimiä ei mainita yksityisyyden säilyttämiseksi. Työssä kuitenkin kerrotaan heidän taustoistaan siten, että heidän pätevyytensä ja perehtymisensä asiaan tulevat ilmi. Haastatteluissa korostettiin heidän osallistumisensa vapaaehtoisuutta kirjallisessa saatekirjeessä ja vielä suullisesti ennen haastattelua. Haastatteluissa mahdollisina riskeinä oli, että haastateltavia ei olisi tavoitettu tai että he eivät olisi suostuneet haastatteluun. Haastatteluista saatua materiaalia hyödynnettiin mahdollisuuksien mukaan, minkä jälkeen se hävitettiin.

Palautteeseen vastaaminen oli Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen työntekijöille vapaaehtoista. Palaute kerättiin nimettömänä, jotta se olisi mahdollisimman rehellistä ja avointa. Palautteeseen vastanneet henkilöt edustivat itseään eivätkä työ-

organisaatiotaan. Osa palautteen antajien henkilöllisyyksistä kuitenkin näkyi sähköpostikeskusteluissa, mutta ne eivät tule ilmi opinnäytetyössä. Riskinä palautteen saamisessa oli, että kaikki valitut henkilöt eivät antaisi palautetta. Kymmenestä henkilöstä kaksi jättikin vastaamatta, mikä vaikutti negatiivisesti palautteen laajuuteen. Palautelomakkeen selkeä jakaminen esimerkiksi valintakysymyksiin numeraalisilla arvosanoilla sekä lyhyisiin avoimiin kysymyksiin olisi voinut madaltaa kynnystä palautteen antamiselle.

Jatkotutkimusaiheeksi sopisi toimintaohjeen hyöty käytännössä Kanta-Hämeen sukellusonnettomuuspotilaiden ennusteiden kannalta. Käytännön hyötyä ei voi tämän opinnäytetyön osana mitata, sillä sukellusonnettomuudet ovat niin harvinaisia tapauksia. Tutkimus vaatisi usean vuoden seurantajakson, jotta aineistoa toimintaohjeen hyödyllisyydestä saataisiin riittävästi. Pelastussukeltajan hoitamisen sujuvuutta voitaisiin kehittää käytännön koulutuksilla, joissa harjoiteltaisiin esimerkiksi sukellusvarustuksen nopeaa riisumista ensihoitotilanteessa.

Lähteet

DeGorordo, A., Vallejo-Manzur, F., Chanin K. & Varon, J. 2003. Diving emergencies. *Resuscitation* (59), 171–180. Amsterdam: Elsevier.

Denoble, P., Marroni, A. & Vann, R. 2011. Annual Fatality Rates and Associated Risk Factors for Recreational Scuba Diving. Teoksessa Vann, R. & Lang, M. (toim.) *Recreational Diving Fatalities Workshop Proceedings*. Durham: Diving Alert Network. 73–85.

Edge, C. 2008. Recreational diving medicine. *Current Anaesthesia & Critical Care* (19), 235–246. Amsterdam: Elsevier.

Idris, A., Berg, R., Bierens, J., Bossaert, L., Branche, C., Gabrielli, A., Graves, S., Handley, A., Hoelle, R., Morley, P., Papa, L., Pepe, P., Quan, L., Szpilman, D., Wigginton, J. & Modell, J. 2003. Recommended Guidelines for Uniform Reporting of Data from Drowning: The “Utstein Style”. *Circulation* (108), 2565–2574. Dallas: American Heart Association.

Idris, A. 2017. 2015 revised Utstein-style recommended guidelines for uniform reporting of data from drowning-related resuscitation: An ILCOR advisory statement: An ILCOR advisory statement. *Resuscitation*, (118), 147–158. Amsterdam: Elsevier.

Jama, T. 2015a. Sukellusonnettomuus. Teoksessa Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) *Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy, 598–603.

Jama, T. 2015b. Hukkuminen. Teoksessa Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) *Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 592–597.

Jama, T. 2016a. Sukeltajan kaasut – Fysiikkaa ja fysiologiaa. *Advanced Diving Accident Life Support -kurssi*. Kirkkonummi, 12–19.

Jama, T. 2016b. Hukkuminen – Patofysiologia ja hoito. *Advanced Diving Accident Life Support -kurssi*. Kirkkonummi, 53–72.

Jama, T. 2017. Sukellusonnettomuudet. Teoksessa Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. (toim.) *Ensihoito*. Helsinki: Sanoma Pro Oy, 628–633.

Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2014a. Ensihoito. <http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kanta-Hameen-pelastuslaitos/Ensihoito/>. Luettu 25.5.2017.

Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2014b. Ensihoito. Ensihoitojärjestelmä. <http://www.hameenlinna.fi/Palvelut/Kanta-Hameen-pelastuslaitos/Ensihoito/Ensihoitojarjestelma/>. Luettu 25.5.2017.

Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2016. Sukellusavustajan toiminta: Kertausmateriaali sukellusavustajille ja työvuoroille. Hämeenlinna: Kanta-Hämeen pelastuslaitos.

Kanta-Hämeen pelastuslaitos 2017. Vesipelastusohje.

Kylmä, J. & Juvakka T. 2007. Laadullinen terveystutkimus. Helsinki: Edita Prima Oy.

Lauritsalo, S. 2016. Hypertermia – Patofysiologia ja hoito. Advanced Diving Accident Life Support -kurssi. Kirkkonummi, 48–52.

Levett, D. & Millar, I. 2008. Bubble trouble: a review of diving physiology and disease. Postgraduate Medical Journal (84), 571–578. London: BMJ.

Martikainen, M. 2016. Hukkunut ja sukellusonnettomuus 714 (ht). Ensihoitoparas. Duodecim. Luettu 21.6.2018.

Martinez, F. & Hooper, A. 2014. Drowning and immersion injury. Anaesthesia and Intensive Care Medicine (15:9), 420–423. Amsterdam: Elsevier.

Määttä, T. & Länkimäki, S. 2017. Ensihoitopalvelun organisointi. Teoksessa Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Taskinen, T. Ensihoito. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 14–31.

Pulley, S. 2016. Decompression Sickness Treatment & Management. Medscape. New York: WebMD.

Quan, L. & Cummings P. 2003. Characteristics of drowning by different age groups. Injury Prevention (9), 163–168. Abingdon: Taylor & Francis.

Ramnefjell, M., Morild, I., Mørk, S. & Lilleng, P. 2012. Fatal diving accidents in Western Norway 1983–2007. Forensic Science International (223), 22–26. Amsterdam: Elsevier.

Rosińska, J., Łukasik, M. & Kozubski, W. 2014. Neurological complications of underwater diving. Polish Journal of Neurology and Neurosurgery (49), 45–51. Amsterdam: Elsevier.

Royal College of Physicians 2017. Projects. National Early Warning Score (NEWS) 2. <https://www.rcplondon.ac.uk/projects/outputs/national-early-warning-score-news-2>. Luettu 8.3.2019.

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön – Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy - Juvenes Print.

Sand, O., Sjaastad, Ø., Haug, E. & Bjälle, J. 2013. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 8.–10. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

- Sand, O., Sjaastad, Ø., Haug, E. & Bjålie, J. 2014. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 8.–11. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- Silcock, D., Corfield, A., Gowens, P. & Rooney, D. 2015. Validation of the National Early Warning Score in the prehospital setting. *Resuscitation* (89), 31–35. Amsterdam: Elsevier.
- Sipinen, S. 2010. Sukeltajantauti. *Matkailulääketiede. Duodecim* (126), 435–442. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim.
- Sipinen, S. 2016a. Sukeltajantauti – Decompression sickness (DCS) ja decompression illness (DCI). *Advanced Diving Accident Life Support -kurssi. Kirkkonummi*, 22–29.
- Sipinen, S. 2016b. Kaasuembolia (AGE) ja muut keuhkovauriot. *Advanced Diving Accident Life Support -kurssi. Kirkkonummi*, 30–32.
- Sisäministeriö 2007. Pelastussukellusohje. Sisäasianministeriön julkaisuja 48/2007. Helsinki.
- Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017.
- Suvilehto, J. 2016. Sukeltajan KNK ongelmat ja barotraumat. *Advanced Diving Accident Life Support -kurssi. Kirkkonummi*, 33–41.
- Szpilman, D., Bierens, J., Handley, A. & Orłowski, P. 2012. Drowning. *The New England Journal of Medicine* (366), 2102–2110. Waltham: Massachusetts Medical Society.
- Taira, E. 2018. Ensihoitaja AMK. Kanta-Hämeen pelastuslaitos. Sähköpostikeskustelu 27.8.2018.
- Terveystieteiden tutkimuskeskus 1326/2010.
- Thim, T., Krarup, N., Grove, E., Rohde, C. & Lofgren, B. 2012. Initial assessment and treatment with the Airway, Breathing, Circulation, Exposure (ABCDE) approach. *International Journal of General Medicine* (5), 117–121. Cheshire: Dove Medical Press.
- Tieteen termipankki 2015. Eläintiede. Termoneutraali alue. http://tieteentermipankki.fi/wiki/El%C3%A4intiede:termoneutraali_alue. Luettu 15.3.2019.
- TYKS 2018. Turun yliopistollinen keskussairaala. Toimipaikat. TYKS Kantasairaala, Turku. Osastot ja poliklinikat. Valtakunnallinen ylipainehappihoitokeskus. <http://www.vssh.fi/toimipaikat/tyks/osastot-ja-poliklinikat/Sivut/valtakunnallinen-ylipainehappihoitokeskus.aspx>. Luettu 3.8.2018.
- Työturvallisuuslaki 738/2002.

Vann, R., Butler, F., Mitchell, S. & Moon, R. 2011. Decompression illness. *The Lancet* (377), 153–164. Amsterdam: Elsevier.

Vilkka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Jyväskylä: Tammi.

Walker, A., Reshamwalla, S. & Wilson, I. 2012. Surgical safety checklists: do they improve outcomes? *British Journal of Anaesthesia* (109), 47–54. Amsterdam: Elsevier.

Sukellusonnettomuuden tapahtumaraportti

Tapahtuma pvm. _____ Aika (klo) _____ Paikka/Kohde _____
 Nimi _____ Sotu _____
 Sukellus alkoi(klo) _____ Alttiina _____ Syvyys _____ Eta-
 pit _____/9m _____/6m _____/3m
 Sukellus päättyi _____ Sukelluspöytäkirjat mukana on ei

Onko onnettomuuden aikana hengittänyt laitteesta vai mahdollisesti aspiroinnut vettä keuhkoihin _____

Nousu pintaan: normaali, tupla-annostin, parihengitys _____metristä, suoranou-
 su _____metristä

Sää: *tuuli* heikko, kohtalainen, voimakas ----- *aallokko* pientä, kohtalaista,
 suurta

Pelastavan sukeltajan mieleen painamia asioita (esim. syvyys, laitteiden kunto, tajutto-
 muus, olosuhteet: näkyvyys, virtaus, veden lämpötila, tilanne yleensä)

Käytetty laite _____ Mistä hankittu ilma _____

Onko perussairauksia _____ Lääkitys _____

Sukellustehtävä _____ Sukelluskokemus _____

Viimeisen vuorokauden aikana tehdyt sukellukset _____

Aiemmat sukeltamiseen liittyneet vaivat _____

Sukeltajan tilan selvittäminen ennen mahdollista rekompresiohoitoa:

Onko kipuja/huimausta?	kyllä	ei	Missä? _____
Pahoinvointia?	kyllä	ei	
Puutuneisuutta/tunnottomuutta?	kyllä	ei	Missä? _____
Onko tajuton?	kyllä	ei	Koska alkanut? _____
Orientoitunut aikaan/paikkaan	kyllä	ei	_____
Onko puhe selvää?	kyllä	ei	_____
Onko unelias	kyllä	ei	_____



Sosiaali- ja terveysala

Hyvä haastatteluun osallistuja,

Olemme kolmannen vuoden ensihoitajaopiskelijoita Saimaan ammattikorkeakoulusta. Teemme opinnäytetyötä sukellusonnettomuuspotilaan tunnistamisesta ja hoitamisesta Kanta-Hämeen pelastuslaitoksen ensihoidolle. Tarkoituksemme on laatia ambulanssissa sijaitseva toimintaohje. Kanta-Hämeen pelastuslaitos on aloittanut joitakin vuosia sitten pelastajien sukellustoiminnan alueellaan, minkä vuoksi rajaamme opinnäytetyömme pelastussukeltajien laitesukellusonnettomuuksiin. Tavoitteenamme on selvittää, miten tunnistaa sukellusonnettomuuspotilas, mitkä tekijät voivat aiheuttaa kyseisen tapaturman ja miten sukellusonnettomuuspotilaita hoidetaan.

Toteutamme työn kaksivaiheisena. Ensimmäisessä vaiheessa laadimme hoito-ohjeen tutkimustiedon ja asiantuntijoiden haastattelujen pohjalta. Toisessa vaiheessa lähetämme oppaan työelämäohjaajallemme, jonka kautta keräämme työstä palautteen. Palautteen avulla muokkaamme oppaan lopulliseen muotoon. Pyrimme saamaan alustavan hoito-ohjeen valmiiksi vuoden 2018 syksyllä.

Haastatteluun valitsemamme henkilöt tulevat sekä lääketieteen että käytännön sukellustyön puolelta. Haastattelujen pohjalta saamme arvokasta ja ajankoh-
taista tietoa, miten ensihoitajien tulisi toimia sukellusonnettomuuksissa.

Opinnäytetyömme haastatteluun osallistuminen on täysin vapaaehtoista ja osallistujalla on mahdollisuus keskeyttää osallistumisensa missä tahansa vaiheessa. Osallistujan nimeä tai henkilötietoja ei mainita opinnäytetyössä missään vaiheessa. Haastattelut nauhoitetaan ja aukikirjoitetaan, minkä jälkeen niitä käytetään materiaalina opinnäytetyössä. Tämän jälkeen haastatteluihin liittyvä materiaali hävitetään asianmukaisesti.

Jos ilmenee kysymyksiä tai haluatte lisätietoja, niin voitte olla meihin yhteydessä.

Kiitoksia osallistumisestanne haastatteluun!

Topias Kälviäinen: topias.kalviainen@student.saimia.fi
Timo Niemenmaa: timo.niemenmaa@student.saimia.fi

Haastattelukysymykset

Pelastussukeltajan haastattelu

1. Miten sukeltajien työturvallisuus toteutuu esimerkiksi työparin kesken?
Miten varmistatte sen toteutumisen?
2. Millaisilla tehtävillä tarvitaan pelastussukeltajia? Minkä luontoisia tehtävät ovat? Onko ensihoito aina automaattisesti mukana?
3. Mitä kaasuseosta pelastussukeltajat käyttävät Kanta-Hämeen alueella?

Lääkärin haastattelu

1. Mitä asioita tulee ensisijaisesti ottaa huomioon laitesukellusonnettomuuspotilaan, kuten dekompressiotaudin, tutkimisessa ABCDE:n lisäksi?
2. Millä keinoin ensihoitajat voivat hoitaa sukellusonnettomuuspotilasta?
3. Missä tilanteissa potilas hyötyy eniten nopeasta kuljetuksesta verrattuna kohteessa annettavaan hoitoon?
4. Millaisissa tilanteissa sukellusonnettomuuspotilas erityisesti hyötyy lääkäriyksiköstä?
5. Mitkä asiat tai oireet määrittävät hoitopaikan valinnan?



Sosiaali- ja terveysala

Suostumus

Sukellusonnettomuuspotilaan tunnistaminen ja hoitaminen ensihoidossa – Topias Kälviäinen ja Timo Niemenmaa

Olen saanut riittävästi tietoa kyseisestä opinnäytetyöstä ja olen ymmärtänyt saamani tiedon. Minulla on ollut mahdollisuus esittää kysymyksiä ja olen saanut kysymyksiini riittävät vastaukset. Tiedän, että minulla on mahdollisuus keskeyttää osallistumiseni missä tahansa vaiheessa. Suostun vapaaehtoisesti osallistumaan tähän opinnäytetyöhön liittyvään haastatteluun. Haastatteluista ei tule ilmi haastateltavan henkilöllisyyttä.

Aika ja paikka

Haastateltava

Opiskelija(t)

SUKELLUSONNETTOMUUDEN ERITYISPIIRTEITÄ

HENKEÄ UHKAAVAT OIREET:

- **A:** Verinen vaahto suusta
- **B:** Hengenahdistus/hengitysvaikeus, rohiseva hengitys
- **C:** Hypotensio, sokki, rytmihäiriöt
- **D:** Tajunnan häiriöt, huimaus, muistihäiriöt, puheen tuottamisen vaikeus, näköhäiriöt, kouristelu, raajojen heikkous tai halvaus

LIEVÄT OIREET:

- **E:** Kipu lihaksissa, nivelissä, iholla, korvissa tai sivuonteloissa
 - Puutuminen, kutina tai laikut iholla
 - Uupumus, nenäverenvuoto

ELOTON?

Hälytä lisääpua

Kyllä

- Aloita elvytys
- Jos hukkunut, aloita 5:llä ventilaatiolla

**ALOITA KAIKILLE 100 % O₂-LISÄ
+
RINGER 1000 ML IV**

RIISU SUKELLUSPUKU

- Tajuton vasempaan kylkiasentoon
- Hengitysvaikeuspotilas tarvittaessa puoli-istuvaan asentoon
- Suojaa kylmältä

HENGITYSVAIKEUS?

Kyllä

- 100 % O₂ varaajamaskilla
- Tarvittaessa maski-paljeventilointi
- Keuhkopökössä CPAP 5 – 10 cmH₂O
- Jänniteilmarinnan oireet/epäily → neulatorakosenteesi

NEUROLOGISET OIREET?

Kyllä

- Vaikea tajunnan tason häiriö (GCS ≤8) + peruselintoimintojen häiriö → konsultoi Y2/FH ilmatien varmistamisesta

SELVITÄ SUKELLUKSEN TIEDOT

Tapahtumaraportti ja sukellustietokone sukellusavustajalta / sukellusvanhimmalta

SUKELLUSLÄÄKÄRIN KONSULTAATIO

TYKS ylipainehappihoidon päivystys 24/7

02 313 1950

- Jatkohoito-ohje
- Kuljetuspaikka
- Kuljetustapa

KULJETUS K-HKS:aan

- Lievaoireiset, jotka eivät tarvitse välitöntä painekammiohoitoa
- Mukaan sukellusraportti ja -tietokone

KULJETUS TYKSiin

- **Savitehtaankatu 1, T-sairaala, Turku**
- Henkeä uhkaavat oireet ja tilat, jotka vaativat välitöntä painekammiohoitoa
- Mukaan sukellusraportti ja -tietokone

Tarkistuslista

A: Ilmatie

Avoin ilmatie

Nenänielutuubi, jos alentunut tajunnantaso

Tajuttomalla iGel tai intubaatio (konsultaatio)

Intubaatioputken cuffi täytettävä **NaCl 0,9 %** ilman sijaan

B: Hengitys

SpO₂ ≥ 95 % → jos < 95 % lisähapesta huolimatta, poissulje/hoida keuhkopöhö

- Jos edelleen laskussa → konsultoi FH ilmatien varmistamisesta

EtCO₂ 4 - 5 kPa

Tarkkaile paineilmarinnan oireita

Varmista hapen riittävyys kuljetuksen aikana

C: Verenkierto

Pulssi 60 - 100 /min

RR syst. 100 - 200 mmHg

Nopeasti kehittyvän sokin oireet, rintakipu tai verinen vaahto suupielestä

- Mahdollinen keuhkorepeämä ja valtimokaasuembolia

D: Tajunta

Arvioi tajunnantaso uudelleen säännöllisesti

Riittävä sedaatio intuboidulla

E: Paljastaminen / tutkiminen / ympäristö

Korvien ja pään onteloiden vaivat pääasiassa kiireettömiä

- Poikkeuksena, jos oireet alkaneet nopeasti sukelluksen lopussa tai sen jälkeen

Kiertohuimaus, pahoinvointi ja oksentelu → mahdollinen sisäkorvan sukeltajantauti

- Konsultoi sukelluslääkäreä ylipainehappihoidosta