

Sami Ollila

Pelastushelikopterin vinssaustoiminta

Nostovälineiden fysiologiset vaikutukset

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Ensihoitaja (AMK)

Ensihoidon tutkinto-ohjelma

Opinnäyte

10.10.2018

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Sami Ollila Pelastushelikopterin vinssaustoiminta – nostovälineiden fysiologiset vaikutukset 39 sivua + 0 liitettä 10.10.2018
Tutkinto	Sosiaali- ja terveystieteiden ammattikorkeakoulututkinto
Koulutusohjelma	Ensihoitaja (AMK)
Suuntautumisvaihtoehto	Ensihoidon tutkinto-ohjelma
Ohjaaja(t)	lehtori Iira Lankinen, TtT lehtori Sami Mikkonen, TtM
<p>Vartiolentolaivueen vinssaustoiminnan menetelmällinen ohjeistus perustuu pääsääntöisesti vinssaustoiminnan toteuttamiseen ja lento- sekä työturvallisuuden toteutumiseen. Vinssaustoiminnan menetelmiin liittyvää ohjeistusta voisi tarkentaa suosituksilla, jotka huomioivat nostovälineiden fysiologiset vaikutukset pelastettavaan vinssaustoiminnan prosessissa.</p> <p>Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata Vartiolentolaivueen pelastushelikoptereiden pelastustoiminnassa käytettäviä nostovälineitä ja nostovälineiden fysiologisia vaikutuksia pelastettavaan. Tavoitteena on edistää suositusten kehittämistä Vartiolentolaivueen vinssaustoiminnan prosessissa.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena kansainvälisistä tutkimusartikkeleista, järjestelmällisistä tutkimuskatsauksista, aihetta tukevasta kirjallisuudesta ja onnettomuustutkintaraportista. Tiedonhaku toteutettiin pääsääntöisesti manuaalisella tiedonhauulla internetin hakukoneista, PubMed- ja ResearchGate tietokannoista sekä kansainvälistä ammatillista verkostoa hyödyntäen.</p> <p>Kansainväliset tutkimukset osoittavat vinssaustoiminnassa käytettävien nostovälineiden aiheuttavan merkittäviäkin rasitteita pelastettavan hengitys- ja verenkiertoelimistöön. Nostovälineet vaarantavat potentiaalisesti pelastettavan turvallisuutta, ellei vinssaustoiminnan prosessissa huomioida nostovälineiden mahdollisia fysiologisia rasitteita. Pelastusteknisistä syistä tai haastavien olosuhteiden vuoksi nostovälineiden fysiologisten rasitteiden huomioiminen ei kuitenkaan aina ole mahdollista vinssaustoiminnan prosessissa.</p> <p>Kansainvälisen tutkimustiedon hyödyntäminen Vartiolentolaivueen menetelmällisten suositusten kehittämisessä voi varmentaa vinssaustoiminnan turvallisuutta. Tutkimukseen perustuvan tiedon hyödyntäminen peruskoulutuksessa edistää helikopterimiehistöjen ymmärrystä nostovälineiden fysiologisista vaikutuksista kehittäen potilasturvallisuutta ja riskien hallintaa Vartiolentolaivueen pelastustoiminnassa.</p>	
Avainsanat	pelastushelikopteri, nostovälineet, vinssaustoiminta, potilasturvallisuus

Author(s) Title	Sami Ollila Winch Operations in Helicopter Rescue – Physiological Effects of Winching Equipment
Number of Pages Date	39 pages + 0 appendices 10th October 2018
Degree	Bachelor of Health Care (Emergency Care)
Degree Programme	Emergency Care
Instructor(s)	Iira Lankinen, Senior Lecturer, Doctor of Health Science Sami Mikkonen, Senior Lecturer, Master of Health Science
<p>Air Patrol Squadron's standard operating procedures (SOP) for helicopter winch rescue operations are mostly based on conducting the winch operation itself in a way that it's effective and safe for the helicopter and the crew. The SOP's should be amplified with recommendations that take the physiological effects of winching equipment into account in the operational winching process.</p> <p>The purpose of the thesis is to describe currently used winching equipment used by the Air Patrol Squadron and the physiological effects of most commonly used winching equipment. The aim is to promote further development of Air Patrol Squadron's standard operating procedures relating to the operational winching process.</p> <p>The thesis was implemented as a literature review from international research articles, research reviews, and from literature supporting the thesis. The information retrieval was generally conducted as a manual search from the internet search engines, PubMed and ResearchGate databases and by utilizing an international collegial network.</p> <p>Researches relating directly to the physiological effects of winching equipment demonstrate significant strain to the respiratory and circulatory system. The winching equipment pose a risk to the patients or rescue's health and security if the physiological strains of the winching equipment are not noted and understood by the rescue personnel. However, helicopter rescue scenarios can be challenging and complex in a way where the rescue method posing the highest physiological risk, may be the only practical option.</p> <p>Utilizing the data from conducted researches at further development of Air Patrol Squadron's standard operating procedures may enhance safety in the operational winching process. Utilizing evidence based data in the initial training may promote the understanding of physiological effects posed by the winching equipment.</p>	
Keywords	rescue; helicopter, winching; equipment, hoist, safety

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Rajavartiolaitos – meripelastuksesta vastaava viranomainen	2
2.1	Vartiolentolaivue	2
2.2	Lentotoimintakäsikirja	3
3	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset	4
4	Opinnäytetyön toteutus	5
4.1	Aineiston valinta	6
5	Vartiolentolaivueen nostovälineet vinssaustoiminnassa	7
5.1	Nostovälineet vinssaustoiminnassa	8
5.1.1	Pelastuslenkki	8
5.1.2	Kahden pelastuslenkin menetelmä	9
5.1.3	Pelastettavan valjaat	10
5.1.4	Pelastuspaarit	11
6	Nostovälineiden fysiologiset vaikutukset pelastettavaan	13
6.1	Pelastuslenkki ja ortostaattinen toleranssi	14
6.2	Nostovälineiden vaikutukset hengitykseen	18
7	Vedestä pelastamisen ja riipuntaonnettomuuden fysiologiset erityispiirteet	22
7.1	Vedestä nostamisen vaikutukset ihmiseen	25
7.2	Nostoasentojen ja suojavaatetuksen vaikutukset vedestä nostettaessa	26
7.3	Riipuntaonnettomuus ja synkopee	29
7.3.1	Synkopee	31
8	Johtopäätökset ja pohdinta	32
8.1	Tulosten tarkastelu	32
8.2	Toimintaehdotukset	35
8.3	Luotettavuus ja eettisyys	35
	Lähteet	37

1 Johdanto

Rajavartiolaitoksen, lentotoiminnasta vastaavan Vartiolentolaivueen pelastushelikopterit suorittavat pelastus- ja sairaankuljetustehtävissä potilaiden tai pelastettavien evakuoiminta helikopterin pelastusvinssin avulla laivoilta, veneistä, pelastuslautoilta, luodoilta, vedestä ja maastosta silloin, kun helikopterin ei ole mahdollista laskeutua. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.) Pelastus- ja vinssaustoiminnassa käytettävillä pelastettavan nostovälineillä on tutkimuksissa havaittu merkittäviäkin fysiologisia vaikutuksia pelastettavaan (Murphy – Garner – Bishop 2011: 123).

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena lähteistä, jotka kuvaavat Vartiolentolaivueen pelastushelikoptereiden pelastustoiminnassa käytettäviä nostovälineitä ja nostovälineiden fysiologisia vaikutuksia pelastettavaan sekä aiheuttaen tukevasta järjestelmällisistä tutkimuskatsauksista ja kirjallisuudesta. Keskeisimmiksi lähteiksi valikoituivat tutkimusartikkelit, jotka tarkastelevat nostovälineille ominaisen asennon ja riipunnan vaikutusta mahdollisen tajunnanmenetyksen aiheuttajana ja nostovälineiden mahdollisia hengitystä rajoittavia vaikutuksia sekä vedestä pelastamiseen liittyviä erityispiirteitä.

Tutkimustulokset osoittavat pystyasennosta aiheutuvan kollapsin olevan seurausta sentraalisen verenkierron vähentymisestä ja siksi pelastettavan nostamista vaakasennossa suositellaan ensisijaisena vaihtoehtona silloin, kun se olosuhteet huomioon ottaen on mahdollista. (Madsen ym. 1998: 784.) Eräiden nostovälineiden on tutkimuksissa todettu aiheuttavan ylimääräistä rasitetta pelastettavan hengitystyöhön. (Murphy ym. 2011: 123.) Vedestä pelastamisen erityispiirteet liittyvät pelastettavaan kohdistuvan hydrostaattisen paineen ja painovoiman vaihteluiden sekä hypotermian aiheuttamiin fysiologisiin vaikutuksiin (Golden – Tipton – Hervey 1981: 143).

Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää Vartiolentolaivueen vinssaustoiminnan menetelmällisten suositusten ja näyttöön perustuvan koulutuksen kehittämisessä. Vartiolentolaivueen vinssaustoiminnassa käytettävien nostovälineiden fysiologisten vaikutusten ymmärtäminen on hyödyllistä myös pelastusalan- ja ensihoidon yhteistoimintaviranomaisille.

2 Rajavartiolaitos – meripelastuksesta vastaava viranomainen

Rajavartiolaitos on Sisäministeriön alainen turvallisuusviranomainen, jonka ydintoiminnot ovat valtakunnanrajojen valvonta, rajatarkastukset, rikostorjunta, merialueen turvallisuus, kansainvälinen yhteistyö ja maanpuolustus. Rajavartiolaitos on kansallinen meripelastusta johtava viranomainen sekä monialainen merellinen lainvalvontaviranomainen, joka vastaa meripelastuksesta silloin, kun onnettomuudessa on vaarassa ihmisen henkiä tai ympäristö. Meripelastusta johdetaan meripelastus- ja meripelastuslohkokeskuksista. (Rajavartiolaitos. 2018.)

Rajavartiolain 26 §:n (578/2005) mukaan Rajavartiolaitos osallistuu muuhun pelastustoimintaan sekä maastoon eksyneiden tai siellä muutoin välittömän avun tarpeessa olevien henkilöiden etsintään asettamalla käytettäväksi kalustoa, henkilöitä ja asiantuntijapalveluja, jos sitä on onnettomuuden taikka hädän laajuus tai erityisluonne huomioon ottaen pidettävä välttämättömänä. Rajavartiolaitos voi suorittaa kiireellisen sairaankuljetuksen, jos siitä vastaava viranomainen tai sairaankuljetuspalvelun tarjoaja ei voi suorittaa kuljetusta pelastumisen vaarantumatta.

Meripelastuksesta annetun valtioneuvoston asetuksen (37/2002) 9 §:n mukaan Rajavartiolaitoksen meripelastushelikopterin tulee voida osallistua meripelastuslain 8 §:n 2 momentissa tarkoitetuissa tapauksissa perustasoiseen ensihoitopalveluun tarjoamalla sellaista hoitoa ja kuljetusta, jossa on riittävät valmiudet valvoa ja huolehtia potilaasta siten, ettei hänen tilansa kuljetuksen aikana odottamatta huonone, ja jossa on mahdollisuus aloittaa yksinkertaiset henkeä pelastavat toimenpiteet.

2.1 Vartiolentolaivue

Rajavartiolaitos harjoittaa laissa säädettyjen tehtäviensä toteuttamiseksi valtion ilmailutoimintaa lentokoneilla ja helikoptereilla. Vartiolentolaivue vastaa ilmailutoiminnan toteuttamisesta ja se ylläpitää jatkuvaa operatiivista valmiutta tukikohdissaan Helsingissä, Turussa ja Rovaniemellä. (Rajavartiolaitos. 2018.)

Vartiolentolaivue tukee yhteistoimintaviranomaisia etsintä- ja pelastustehtävissä, sairaankuljetuksissa, maasto- ja metsäpalojen sammutuksessa sekä muissa virkaaputehtävissä. Vartiolentolaivue osallistuu tarvittaessa kansainvälisiin rajavalvontaope-

raatioihin EU:n alueella sekä ympäristönvalvontaan koko Itämeren alueella. (Rajavartiolaitos. 2018.)

Meripelastushelikopterin miehistö muodostuu helikopterin päälliköstä (lentäjä), perämiehestä (lentäjä), vinssioperaattorista (lentomekaanikko) ja helikopterityypin tai tehtävän perusteella joko 1 – 2 pintapelastajasta tai pintapelastajasta ja ensihoitajasta. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

2.2 Lentotoimintakäsikirja

Rajavartiolaitoksen ilmailussa noudatetaan siviili-ilmailusta annettuja säännöksiä, ilmailuviranomaisen hyväksymin poikkeuksin. Poikkeamat on sisällytetty Rajavartiolaitoksen Lentotoimintakäsikirjaan. Rajavartiolaitoksen valtion ilmailutoimintaan kuuluvassa erityislentotoiminnassa sekä lentokoulutuksessa ja harjoittelussa noudatettavat määräykset, jotka eivät sisälly siviili-ilmailua koskeviin määräyksiin sisällytetään Rajavartiolaitoksen Lentotoimintakäsikirjaan. Poikkeamat hyväksyy käyttöön Rajavartiolaitoksen päällikkö. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

Rajavartiolaitoksen lakisäätteisiin lentotehtäviin Rajavartio- ja Meripelastuslain perusteella luetaan kuuluvaksi oheisessa luettelossa (kuvio 1) esitetyt asiat. Rajavartiolaitos antaa EASA Part FCL määräysten mukaista lentokoulutusta erillisen ilmailuviranomaisen hyväksymän toiminta- ja koulutuskäsikirjan mukaisesti. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

Tehtävä	Säädösperusta
Rajavalvontalentotoiminta maalla ja merellä	Rajavartiolaitolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tehtävät
Muu valvontalentotoiminta (mm. ympäristön, kalastuksen, metsästyksen sekä luonnonsuojelualueiden valvonta)	Rajavartiolaitolaki 578/2005, 77§ Rajavartiolaitoksen antama virka-apu
Etsintäalentotoiminta ml. lentotoiminta raja-alueilla (mm. kadonneiden etsintä, laittomat rajanylitykset)	Rajavartiolaitolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tehtävät
Pelastuslentotoiminta (mm. lennot ihmishenkien pelastamiseksi, palonsammutuslennot, onnettomuudet, luonnonmullistukset, henkilöstön ja materiaalin kuljetukset)	Rajavartiolaitolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tehtävät, 26§ Pelastustoimintaan, sairaankuljetuksiin ja ensihoitoon osallistuminen
Kiireellinen sairaankuljetuslentotoiminta (A-, B- ja C-tason sairaankuljetukset)	Rajavartiolaitolaki 578/2005, 26§ Pelastustoimintaan, sairaankuljetuksiin ja ensihoitoon osallistuminen
Viranomaistehtävien henkilö- ja materiaalikuljetukset (mm. rajavartiolaitos, poliisi, tulli, pelastus- ja	Rajavartiolaitolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tehtävät

hoitohenkilöstö)	
Valtion johdon ja muun henkilöstön tai materiaali-kuljetustehtävät	Rajavartiolaki 578/2005, 23§ Turvaamistehtävät
Sotilaalliseen maanpuolustuksen tehtävät (mm. koulutus, kuljetukset, pelastuspalvelu, maalilennot, kaikumittailennot, tunnistuslentotoiminta, kuvaus)	Rajavartiolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tehtävät, 25§ Sotilaallisen maanpuolustuksen tehtävät
Tarkkailu- ja seurantalentoiminta sekä ilmakuvaustoiminta (mm. raja-, poliisi- tullitehtävät)	Rajavartiolaki 578/2005, 3§ Rajavartiolaitoksen tehtävät
Viranomaistoimintaan liittyvä muu operatiivinen lentotoiminta (mm. kiireelliset poliisin tehtävät, kuvaus, seuranta, köysilaskeutuminen, esineiden pudottaminen, ampuma-aseen käyttö ilma aluksessa, kuljetus, ilma-aluskaluston antaminen muiden viranomaisten käyttöön)	Rajavartiolaki 578/2005, 21§ Yleisen järjestyksen ja turvallisuuden ylläpitämisen poliisin toimenpiteet, 22§ Terrorismintorjunta ja muut erityistilanteet, 77§ Rajavartiolaitoksen antama virka-apu
Meripelastustehtävät (mm. etsintä- ja pelastuspalvelu, evakuoinnit, materiaalin kuljetukset, avustus, sairaankuljetus)	Meripelastuslaki 1145/2001, 8§ Valmiusvaatimukset

Kuvio 1. Vartiolentolaivueen lentotoiminnan säädösperusta (Lentotoimintakäsikirja. 2018).

Lentotoimintakäsikirjan liitteenä oleva lentomenetelmäkirja antaa ohjaajille operatiiviset menettelytavat ja miehistöyhteistyömenetelmät, joita käytetään lentotoiminnassa. Jokaiselle Vartiolentolaivueen ilma-alustyyppille on omat soveltuvat lentomenetelmät ja menettelytavat. Ilma-aluksen päällikkö vastaa ohjeenmukaisen toiminnan suorittamisesta. Lentomenetelmäkirja ei ohita ilmailulain, asetuksen, ilmailumääräysten eikä ilma-aluksen lentokäsikirjan antamia määräyksiä tai rajoituksia. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

Kaikki ohjaamokommunikointi lentomenetelmäkirjan lentomenetelmiin liittyen tulee olla mahdollisimman selvää ja se on pidettävä minimaalisena. Ohjaamossa käytetään kielenä suomea ja englantia. Miehistön välillä ei saa olla lennon kulkuun kuulumatonta keskustelua; lentoon lähdön tai laskeutumisen aikana, lähestymisen aikana, hätätilanteessa, vinssaustoiminnassa tai ulkopuolisen kuorman nosto- ja asennustöissä. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

3 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata Vartiolentolaivueen pelastushelikoptereiden pelastustoiminnassa käytettäviä nostovälineitä ja nostovälineiden fysiologisia vaikutuk-

sia pelastettavaan. Tavoitteena on edistää suositusten kehittämistä Vartiolentolaivueen vinssaustoiminnan prosessissa.

Tutkimuskysymykset ovat:

- Mitä nostovälineitä Vartiolentolaivue käyttää vinssaustoiminnassaan?
- Mitä fysiologisia vaikutuksia nostovälineillä on pelastettavaan?
- Mitä fysiologisia erityispiirteitä liittyy vedestä pelastamiseen ja riipuntaonnettomuuteen?

4 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyö toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Menetelmäksi valitaan kuvaileva kirjallisuuskatsaus, jonka tarkoituksena on etsiä vastauksia kysymyksiin, mitä ilmiöstä tiedetään tai mitkä ovat ilmiön keskeiset käsitteet ja niiden väliset suhteet. Kuvailevaa kirjallisuuskatsausta käytetään monenlaisiin tarkoituksiin, mutta erityisesti aiheeseen liittyvän tiedon esittämiseen, ongelmien tunnistamiseen ja teorian sekä tutkimuksen historiallisen kehityksen tarkasteluun. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen avulla ilmiöön on usein löydettävissä uusi tai erilainen näkökulma. Menetelmä on käyttökelpoinen akateemisissa opinnäytetöissä. (Ahonen ym. 2013: 294.)

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen erityispiirteitä ovat kuvailu, aineistolähtöisyys ja ymmärtäminen. Katsauksen prosessi muodostuu tutkimuskysymyksen muodostamisesta, aineiston valinnasta, kuvailun rakentamisesta ja tulosten tarkastelusta. Prosessin alkuvaiheessa laaditaan tarkasti rajattu tutkimuskysymys, joka antaa katsaukselle mahdollisuuden muovautua syvemmän sisällöllisen merkityksen saavuttamiseksi. Tutkimuskysymys ohjaa tutkimusprosessia ja on keskeinen osa tutkimuksen käsitteellistä tai teoreettista viitekehystä. (Ahonen ym. 2013: 294 – 295.)

Aineiston valinnan tulee olla tutkimuskysymyksen ohjaamaa ja ymmärrys aineiston sopivuudesta tarkentuu prosessin aikana. Kuvailun rakentaminen käynnistyy jo aineiston valinnan yhteydessä ja sen tulee toteutua niin, että se antaa vastauksen tutkittavaan ilmiöön ja luo mahdollisesti tutkittavaan ilmiöön liittyviä uusia johtopäätöksiä. (Ahonen ym. 2013: 294 – 295.)

4.1 Aineiston valinta

Kirjallisuuskatsauksen alustava tiedonhaku tehtiin asiasanojen kartoittamiseksi, koska suomalaista tutkimusta ei ole aiheesta löydettävissä ja kansainvälistä tutkimustakin on niukasti. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa hyödynnetään tavanomaisesti verkkopohjaisia tieteellisen tutkimusmateriaalin tietokantoja sekä manuaalista tiedonhakuja, esimerkiksi kirjaston tieteellisestä tietokannasta (Ahonen ym. 2013: 295).

Asiasanojen perusteella kirjallisuuskatsaukseen valikoitunut aineisto muodostui tieteellisten tutkimusten tiivistelmistä, tutkimusartikkeleista ja järjestelmällisistä tutkimuskatsauksista, mitkä etsittiin tieteellisen tutkimusaineiston tietokannoista (ResearchGate, PubMed). Puuttuvien kokonaisten tutkimusartikkeleiden hankinnassa tukeuduin myös Metropolian kirjastopalvelun informaattikkoon ja suoraan Australialaiseen tutkimusartikkelin kirjoittajaan. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa aineisto muodostuu aiemmin julkaistusta, tutkimusaiheen kannalta merkityksellisestä tutkimustiedosta ja sisältää yleensä jonkinlaisen kuvauksen aineiston valinnan prosessista (Ahonen ym. 2013: 295).

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen aineiston valintaa kuvaava prosessia voidaan tuoda esille joko implisiittistä tai eksplisiittistä menetelmää käyttäen. Implisiittisin menetelmin valitun aineiston luotettavuus tuodaan esiin kuvailemalla alkuperäismateriaalia katsauksen ilmiön kuvauksen ja analysoinnin yhteydessä. Eksplisiittinen prosessi on lähempänä systemaattisen kirjallisuuskatsauksen prosessia, jossa aineiston valintaprosessi raportoidaan ja kuvaillaan vaiheittain ja tarkasti. Eksplisiittisessä valintaprosessissa valintakriteereitä voidaan kuitenkin muokata työn edetessä jos muutokset tukevat tutkimuskysymykseen vastaamista. (Ahonen ym. 2013: 296.)

Kirjallisuuskatsaus toteutettiin implisiittisen prosessin mukaisesti, missä aineiston koamisessa keskeisin painoarvo on aikaisemman tutkimuksen sisällöllisellä valinnalla. Implisiittisessä prosessissa hakumenetelmien ja poissulkukriteerien raportoinnin sijaan aineiston osuvuus ja luotettavuus tuodaan esille raportin tekstissä ja argumentaation vakuuttavuudessa. (Ahonen ym. 2013: 296.) Asiasanojen ja aiheeseen liittyvien tutkimusartikkeleiden alustavassa kartoittamisessa hyödynnettiin internetin hakukoneita, sosiaalista mediaa ja opinnäytetyön tekijän ammatillista verkostoa (European rescue swimmers association). Hakuprosessissa englannin kielisiä asiasanoja olivat heli-

copter, rescue, winch, hoist, equipment ja physiology. Hakuja tehtiin asiasanojen eri yhdistelmillä.

Aineisto analysoitiin mukaillen kuvailevan kirjallisuuskatsauksen implisiittisen menetelmän mukaista sisällön analyysiä. Tämä tarkoittaa sitä, että lähteiden valinta ja lähdekritiikki sisällytetään aineiston käsittelyyn ja kuvaukseen esimerkiksi esittelemällä valittua kirjallisuutta ja valinnan perusteita suhteessa tutkimuskysymykseen. (Ahonen ym. 2013: 296.)

5 Vartiolentolaivueen nostovälineet vinssaustoiminnassa

Vinssaustoiminnassa helikopterin ohjausvastuu on ilma-aluksen päälliköllä. Ohjausvastuu voidaan tarvittaessa siirtää helikopterin perämiehelle, jos laskeutumisen tai vinssaustoiminnan todetaan olevan turvallisempaa perämiehen ohjatessa vasemmalta selkeämmillä kiintopisteillä. Helikopterin liikehdinnän monitoroimiseksi lentäjät käyttävät kiintopistettä (referenssipiste) pinnasta tai kohteesta helikopterin ollessa leijunnassa. Lentomekaanikko toimii vinssioperaattorina antaen ohjausvastuussa olevalle lentäjälle ohjaussuuntia Vartiolentolaivueen lentomenetelmissä määriteltyä fraseologiaa käyttäen. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

Helikopterin ohjausvastuussa oleva lentäjä suorittaa aina ennen vinssaustoiminnan aloittamista miehistönsä ohjeistuksen (engl. briefing). Ohjeistuksen tulee sisältää ainakin seuraavat seikat: helikopterin vinssaustoiminnan aikainen suunta ja korkeus, helikopterin paikka ja asento suhteessa kohteeseen, helikopterin automatiikan ja vinssikameran käyttö, helikopterin toiminta pintapelastajan ollessa kohteessa, helikopterin kapasiteetti pelastettavien määrän suhteen sekä miehistön toiminta ja helikopterin kyky moottori- tai muussa häiriötilanteessa. Lisäksi tulee huomioida vinssauspaikalla ilma-aluksen lähellä olevat esteet sekä esteet, jotka voivat aiheuttaa vaaraa pintapelastajalle. Pienempien kohteiden, kuten veneiden tai pelastuslauttojen, läheisyydessä toimittaessa tulee huomioida myös helikopterin pääroottorista aiheutuvan ilmavirtauksen vaikutus kohteeseen. Helikopterin pääroottorin voimakas ilmavirtaus voi aiheuttaa esimerkiksi pienen veneen tai pelastuslautan tahattoman kaatumisen. Vinssaustoiminnan aikana helikopterissa olevan miehistön ja pintapelastajan tai ensihoitajan välillä käy-

tään kommunikointiin radioyhteyttä ja ennalta sovittuja käsi- tai valomerkkejä. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

Pintapelastajan ja ensihoitajan tehtävät vinssaustoiminnassa ovat vinssaukseen liittyvien valmius- ja ohjailumerkkien antaminen, nostovälineen valitseminen pelastettavalle, pelastettavan asettaminen nostovälineeseen, pelastettavan ohjaaminen ja opastaminen vinssaustoiminnasta, tilanneilmoitusten antaminen tarvittaessa, vinssin vaijerin ja ohjausnarun irti esteistä ja selvillä pitäminen. Radioyhteys tulee varmistaa ennen vinssauksen aloittamista ja yhteyden katkaisemista pintapelastajan tai ensihoitajan ja helikopterissa olevan miehistön välillä tulee välttää olosuhteet huomioiden. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

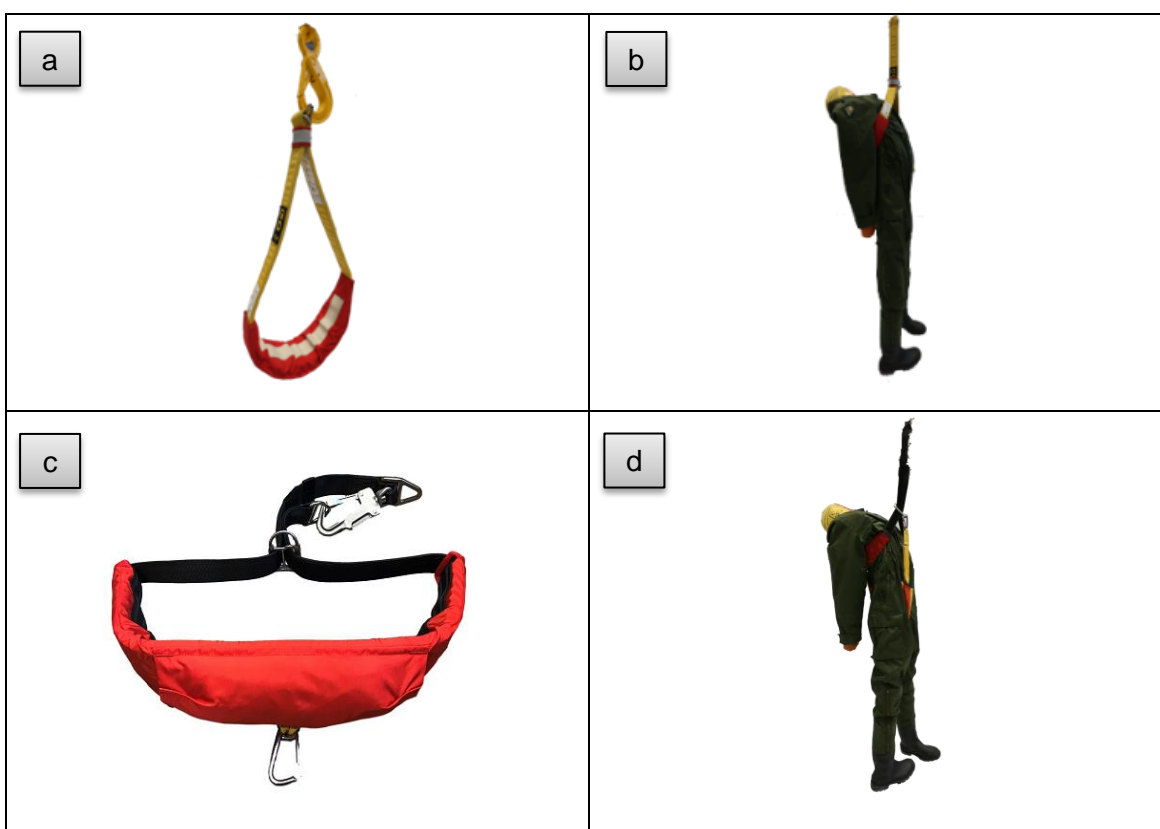
5.1 Nostovälineet vinssaustoiminnassa

Vartiolentolaivueen vinssaustoiminnassa käytettävät nostovälineet ovat Vartiolentolaivueen itsensä käyttöönsä hyväksymiä nostovälineitä. Muita kuin Vartiolentolaivueen hyväksymiä ihmisen nostamiseen tarkoitettuja nostovälineitä ei tule Vartiolentolaivueen pelastustoiminnassa käyttää. Vartiolentolaivueen pelastus- ja harjoitustoiminnassa käytettävät nostovälinetyypit ja Vartiolentolaivueen hyväksymät pintapelastajien ja ensihoitajien henkilökohtaiset valjaat ovat luetteloituna Vartiolentolaivueen Lentotoimintakäsikirjan liitteenä olevassa nostovälineluettelossa. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.)

5.1.1 Pelastuslenkki

Suomessa meripelastushelikoptereiden käyttämästä pelastuslenkistä (kuvio 2) käytetään yleisesti nimitystä ”EFA -lenkki”. Nimi syntyi sattumanvaraisesti 1980-luvulla, Rajavartiolaitoksen varsinaisen meripelastushelikopteritoiminnan alkaessa Suomessa, jolloin Rajavartiolaitos sai ensimmäiset pelastusvinssseillä varustetut Mi-8 pelastushelikopterit. Tuolloin käytössä ollut ranskalainen pelastuslenkki oli nimeltään ”ELFA”, josta pelastuslenkin nimi ”EFA-lenkki” syntyi. (Raatikainen 2017.) Tässä opinnäytetyössä em. nostovälineestä käytetään nimitystä pelastuslenkki (engl. Rescue Sling, Rescue Strop, Quick Strop).

Pelastuslenkki (kuvio 2a) on valmistettu useaan kerrokseen ommellusta hihnasta, pehmusteesta selän tukemiseksi, kiristyspannasta sekä D-lenkeistä, joilla pelastuslenkki kiinnitetään helikopterin pelastusvinssin koukkuun. Pelastuslenkki puetaan pelastettavalle rintakehän ympärille ja kainaloiden alle niin, että nosto tapahtuu pelastettavan etupuolelta, lenkin pehmusteen tukiessa selkää. Vartiolentolaivueen nostovälinevalikoimassa on vaihtoehtoisena nostovälineenä pelastuslenkki (kuvio 2c), joka sisältää haararemmiin. Haararemmien tarkoituksena on turvata pelastettavan pysyminen pelastuslenkissä.

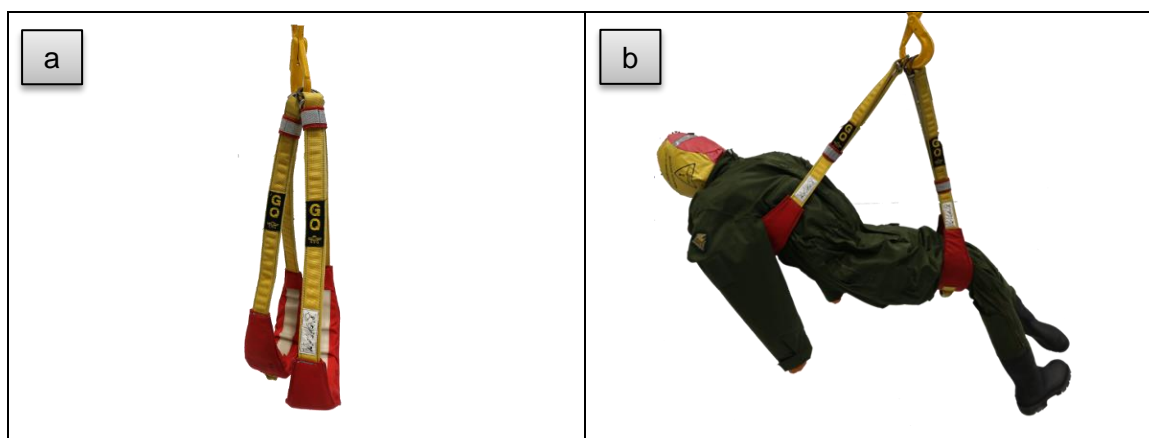


Kuvio 2. Vartiolentolaivueen käyttämä pelastuslenkki; GQ -Rescue Strop, Airborne Systems (a). Nostoasento pelastuslenkissä (b). Vaihtoehtoinen pelastuslenkki; Rescue Strop 214-SAP, Lifesaving Systems Corporation (c). Haararemmillisen pelastuslenkin nostoasento (d).

5.1.2 Kahden pelastuslenkin menetelmä

Kahden pelastuslenkin menetelmää (kuvio 3b) suositellaan yleisesti käytettävän alilämpöisen pelastettavan nostamisessa. Menetelmässä toinen lenkeistä puetaan rinta-

kehän ympärille, kainaloiden alle ja toinen polvitaiveisiin. Vartiolentolaivueessa kahden pelastuslenkin menetelmästä käytetään nimitystä ”hypotermianosto”. (Lentotoimintakäsikirja. 2018.) Tässä opinnäytetyössä em. nostovälineiden yhdistelmästä käytetään nimitystä kahden pelastuslenkin menetelmä (engl. Double Sling).



Kuvio 3. Kahden pelastuslenkin menetelmä; GQ -Rescue Strop, Airborne Systems (a). Nostoasento kahden pelastuslenkin menetelmässä (b).

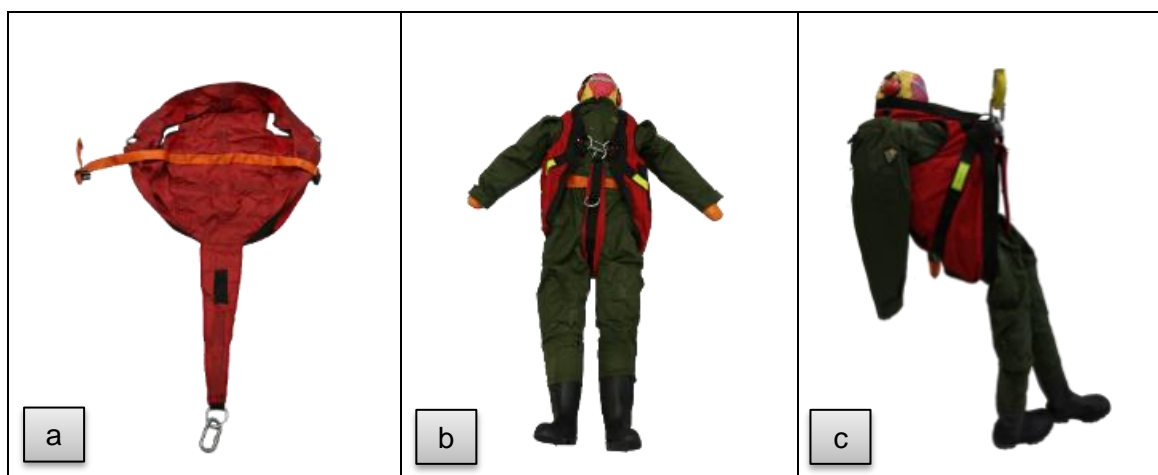
5.1.3 Pelastettavan valjaat

Pelastettavalle puettavia nostovaljaita ovat Vartiolentolaivueen nostovälineissä pelastettavan valjaat (kuvio 4) ja pelastuskolmio (kuvio 5). Pelastettavan valjaat ja pelastuskolmio puetaan pelastettavalle kuten liivit tai takki ja se lukitaan kolmeen pisteen kiinnityksenä; molemmista kyljistä ja haaravälissä. (Pintapelastajan lentokoulutusohjelma. 2018.)

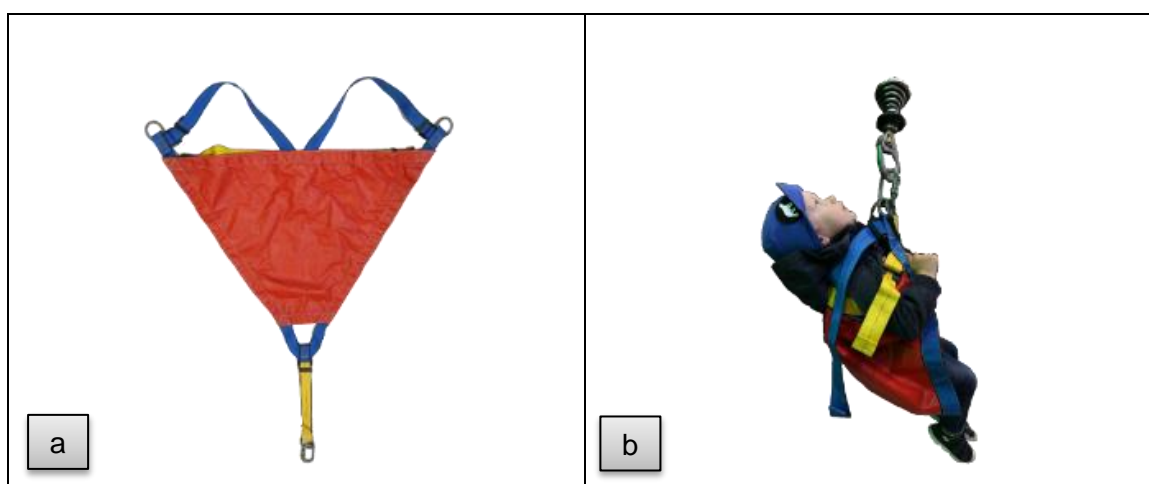
Pelastuskolmiota käytetään mm. pienten lasten nostamiseen silloin, kun pelastuslenkin käyttöä ei voida pitää turvallisena pelastettavan pienen koon vuoksi. Pelastuskolmio ei tue ylävartaloa ja päätä kuten pelastusvaljaat. (Pintapelastajan lentokoulutusohjelma. 2018.)

Nostoasento pelastettavan valjaissa on puoli-istuva ja valjaiden tukiessa pelastettavaa kokonaisvaltaisemmin, ne soveltuvat käytettäväksi myös tajunnan menettäneen tai liikuntarajoitteisen pelastettavan nostamiseen. Pelastettavan valjaita ei kuitenkaan

suositella käytettävän rankavammapotilaan nostamiseen tai tilanteissa jolloin paarien käyttö on suositeltavampaa. (Matheson – Knudstrup 2017.)



Kuvio 4. Pelastettavan valjaat; Screamer Suit, Bauman Bag (a). Valjaiden pukeminen (b). Nostoasento (c).

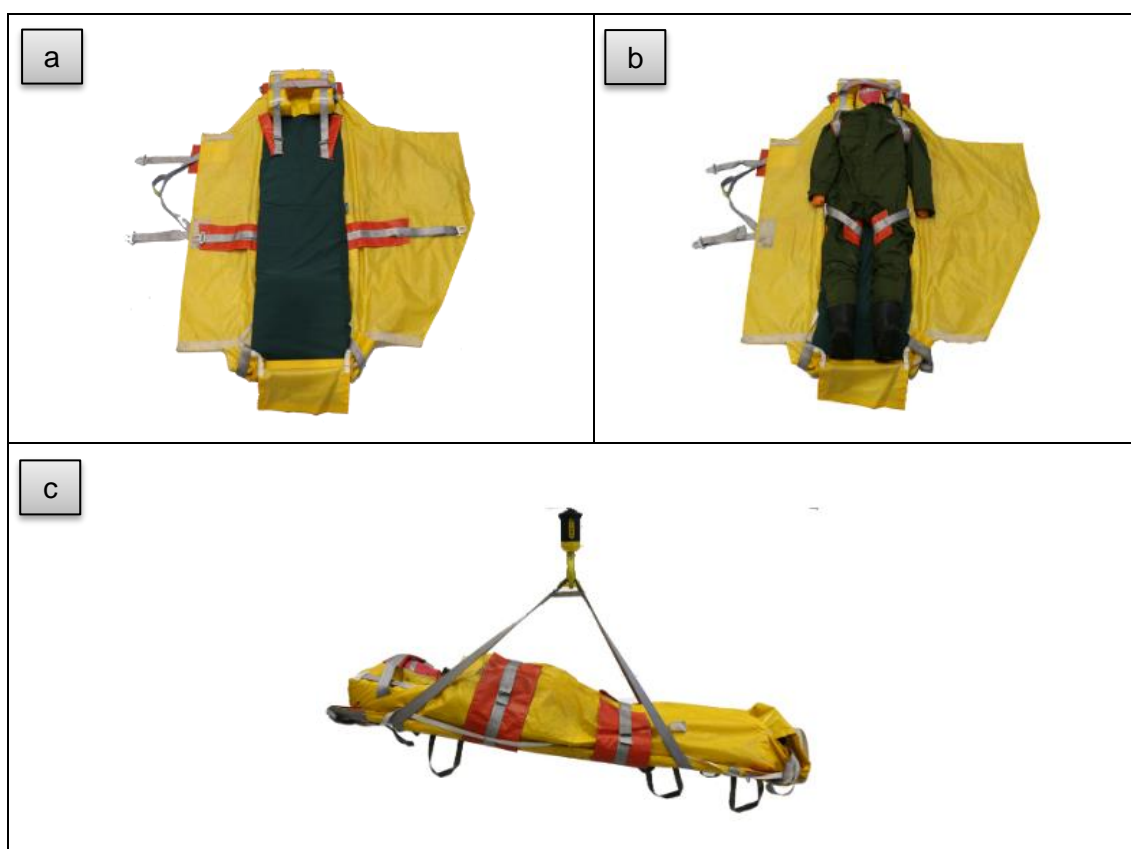


Kuvio 5. Pelastuskolmio; Pitagor, Petzl (a). Pienikokoisen lapsen nostoasento pelastuskolmiossa (b).

5.1.4 Pelastuspaarit

Pelastushelikoptereiden vinssaustoiminnassa käytettäville pelastuspaareille (kuvio 6) on ominaista erilaiset hihnakiinnitykset pelastettavan tahattoman putoamisen estä-

miseksi sekä parien nostohihnat. Vartiolentolaivueen vinssaustoiminnassa käytetään kahta erityyppistä pelastuspaaria, joista ainoastaan toinen (kuvio 7) soveltuu pelastettavan nostamiseen traumapotilaan tukemista varten tarkoitetun tyhjiöpatjan kanssa. Vartiolentolaivueen käytössä olevat pelastuspaarityypit eivät sovellu monimutkaisen rakenteensa ja kellumattomuutensa vuoksi käytettäväksi vedestä pelastamisen yhteydessä. (Pintapelastajan lentokoulutusohjelma, 2018.)



Kuvio 6. Pelastuspaari; Rescue Pac, Trelleborg (a). Paareihin asettaminen (b). Pelastusparin nostoasento (c).



Kuvio 7. Bauman Bag pelastusparin varustus: potilassuoja, tyhjiöpatja, kauhapaarit tai rankalauta (a). Bauman Bag ja kauhapaarit (b). Potilaan asettaminen Bauman Bag pelastuspariin (c). Bauman Bag pelastusparin nostoasento (d).

6 Nostovälineiden fysiologiset vaikutukset pelastettavaan

Opinnäytetyön lähteinä käytetyissä keskeisimmissä tutkimuksissa tarkasteltiin nostovälineille ominaisten asentojen ja riipunnan vaikutusta mahdollisena kollapsin aiheuttajana ja nostovälineiden mahdollisia hengitystä rajoittavia vaikutuksia. (Madsen ym. 1998; Murphy ym. 2011)

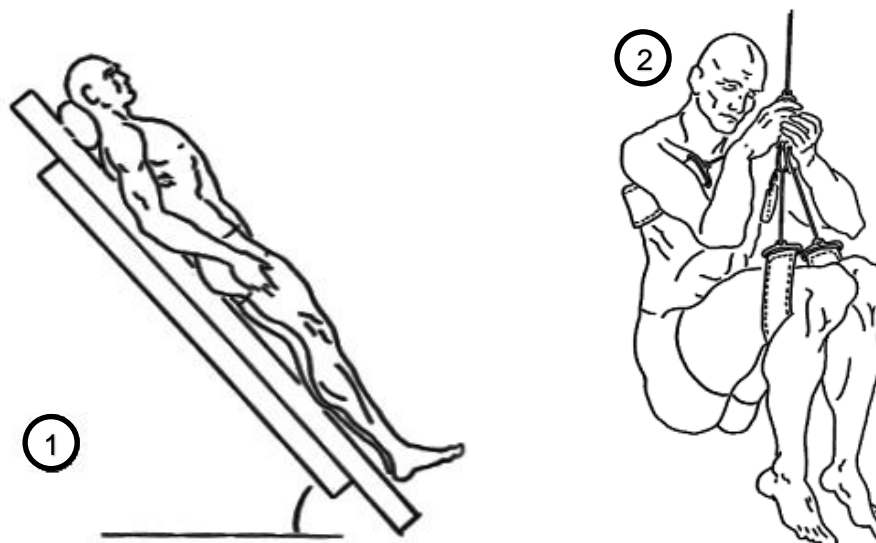
Pelastuslenkille ominainen staattinen pystyasento vähentää sentraalisen verenkierron volyymia, minkä seurauksena valtimopaineen säätelyn korjausmekanismit voivat olla riittämättömiä tai voivat häiriintyä aivojen verenkierron ylläpitämiseksi tajuntaa ylläpitävällä tasolla (Madsen ym. 1998: 781). Pelastuslenkki on myös merkittävin hengityskapasiteettia rajoittava nostoväline. Mekaanisen rasitteen hengitykselle aiheuttaa pelastuslenkissä riipunnassa syntyvä rintakehän puristus (Murphy ym. 2011: 124).

Pelastuspaareille ominainen vaaka-asento aiheuttaa myös rasiitteen hengitykselle. Vaaka-asennossa ylävatsaan kohdistuva paine kohoaa, keuhkojen toiminnallinen jännöskapasiteetti vähenee ja passiivinen uloshengityspotentiaali pienenee aiheuttaen pallealihaksen lisääntyneen työn (Murphy ym. 2011: 124).

6.1 Pelastuslenkki ja ortostaattinen toleranssi

Pystyyn nousua seuraava fysiologisesti lievä verenpaineen lasku ja syketaajuuden nousu on tavallinen fysiologinen ilmiö. Verenkierron plasmatilavuuden on oltava normaali, laskimopaluun oltava esteetöntä ja autonomisen hermoston toimittava normaalisti, jotta verenpaine ei laskisi liikaa. Sympaattisen hermoston toimiessa puutteellisesti tai plasmavolyymien ollessa pienentynyt pystyyn nousu laskee verenpainetta tavallista enemmän. Ortostaattisen hypotension eli staattisesta pystyasennosta aiheutuvan mataltuneen verenpaineen kriteerinä pidetään systolisen verenpaineen laskua enemmän kuin 20 mmHg ja diastolisen verenpaineen laskua enemmän kuin 10 mmHg kolmen minuutin kuluessa pystyyn noususta. (Sane 2010.)

Tanskalaisessa tutkimuksessa ortostaattista toleranssia eli sietokykyä staattiselle pystyasennolle ja siihen liittyviä fysiologisia mekanismeja arvioitiin altistamalla koehenkilöt (n=79) passiiviseen 50° pystyasentoon kallistuspöydällä (kuvio 9), satulan varassa ilman alaraajoille tarjottua tukea sekä puoli-istuvaan asentoon kahden lenkin varassa (kuvio 9) vapaassa riipunnassa (n=9). Altistamista jatkettaisiin tajunnanmenetyksen esioireiden ilmaantumiseen tai kunnes henkilö keskeyttäisi kokeen, mutta korkeintaan 60 minuuttia. Tutkimukseen osallistuneet koehenkilöt olivat terveitä ja hyväkuntoisia aikuisia miehiä ja naisia. (Madsen ym. 1998: 782 – 783.)



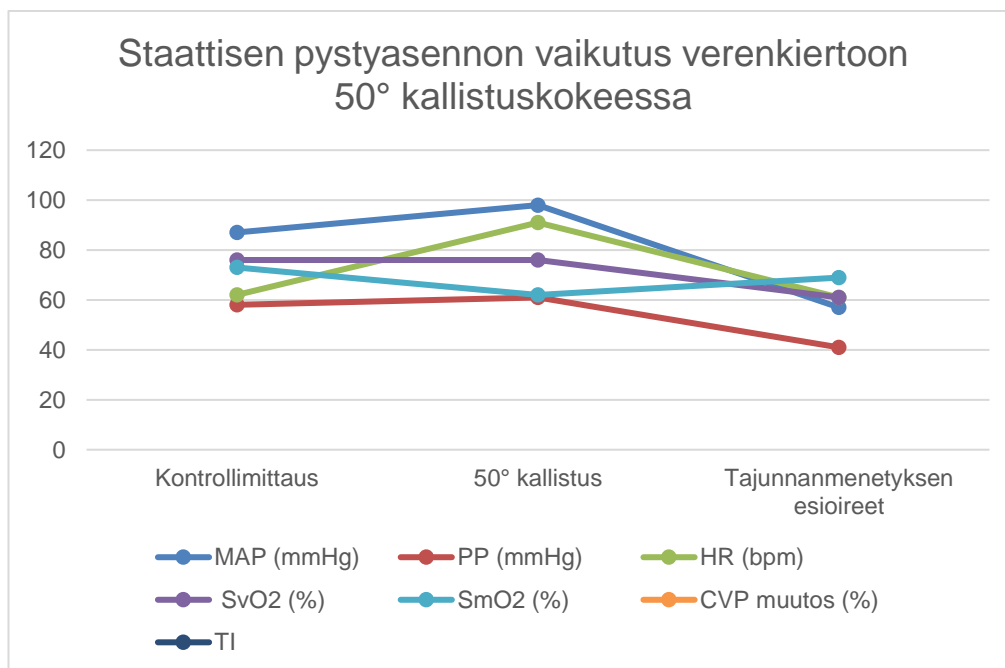
Kuvio 8. Pystyasento 50°, kallistuspöydällä (1). Puoli-istuva asento, riipunnassa, kahden lenkin varassa (2). (Madsen ym. 1998.)

Tutkimuksessa asennon ja riipunnan vaikutusta mahdollisiin muutoksiin verenkierrossa arvioitiin mittaamalla koehenkilön keskivaltimopaine (MAP), pulssipaine eli systolisen ja diastolisen paineen erotus (PP), syketaajuus (HR), keskuslaskimopaine (CVP). Sentraalisen verenkierron muutoksia arvioitiin rintakehän sisäistä impedanssiarvoa mittaavalla järjestelmällä (TI) ja mittaamalla laskimoveren (S_vO_2) sekä luurankoli hasten (S_mO_2) happisaturaatiopitoisuuksia. (Madsen ym. 1998: 782 – 783.)

Koehenkilöt asetettiin makuulle 60 minuutiksi ennen asteittain tapahtuvaa kallistuskoetta, verenkiertoon liittyvien subjektiivisten muuttujien minimoimiseksi. Verinäytteet (S_vO_2 ja S_mO_2) kirjattiin viiden minuutin välein ja näytteenotto aloitettiin 30 minuuttia ennen kallistuskokeen aloittamista. Kallistuskoe suoritettiin kasvattamalla kallistuksen kulmaa 10° viiden minuutin välein, maksimaalisen kallistuksen ollessa 50°. Verinäytteet rekisteröitiin myös välittömästi tajunnanmenetyksen esioireiden ilmaannuttua. Koehenkilöt ohjeistettiin olemaan liikkumatta altistuksen aikaisen laskimopaluun ja hapensaannin tehostamisen minimoimiseksi. Tajunnanmenetyksen esioireiden ilmaannuttua koehenkilöt asetettiin makuuasentoon ja mittauksia jatkettiin 30 minuuttia kestävä palautusjakson ajan. (Madsen ym. 1998: 782 – 783.)

Asteittaisen kallistuksen aikana keskiverenpaine (MAP), pulssipaine (PP) ja syketaajuus (HR) nousivat, mutta laskivat tajunnanmenetystä indikoivien oireiden ilmaannuttua

(kuvio 9). Rintakehän sisäinen impedanssi nousi 3,6 Ω . Keskuslaskimopaine (CVP) laski (4 – 1 mmHg), mutta nousi takaisin levossa mitatulle tasolle altistuksen vakiintuessa lopulliseen 50° kallistuskulmaan. (Madsen ym. 1998: 782 – 783.)



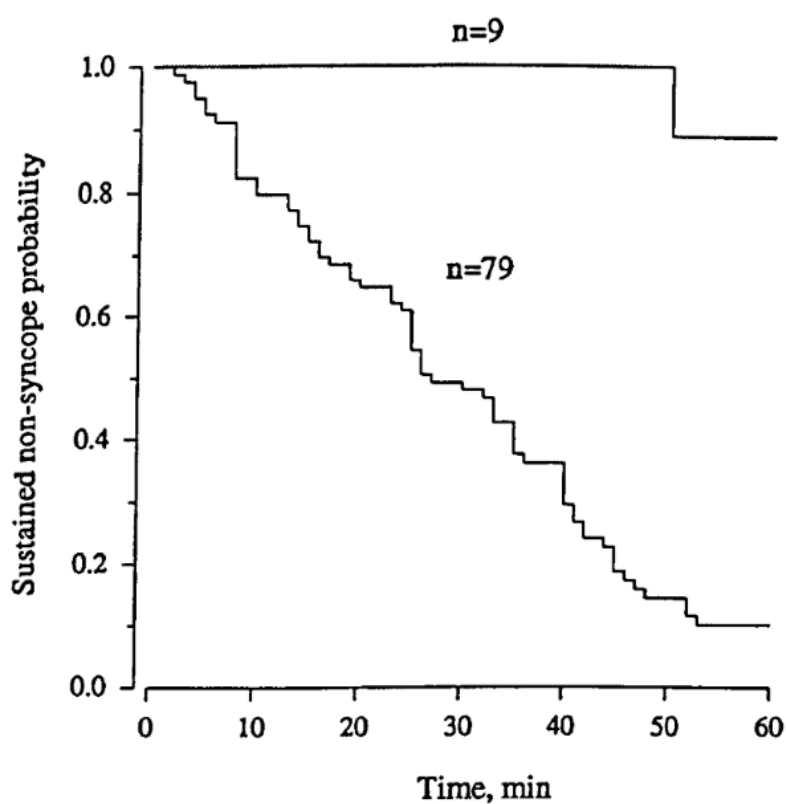
Kuvio 9. Staattisen pystyasennon vaikutus verenkiertoon 50° kallistuskokeessa. (mukaillen Madsen ym. 1998)

Kallistuskokeessa (n=79) 69:llä (87 %) koehenkilöllä todettiin tajunnanmenetyksen esioireita eri vaiheissa 60 minuutin aikaista altistusta. Seitsemän koehenkilöä (n=79) selviytyi 60:n minuutin altistamisesta ilman merkittävää verenpaineen laskua tai tajunnanmenetykseen liittyviä oireita. Kolme koehenkilöä keskeytti kokeen muista kuin tutkimuksessa mitattavista syistä. Puolella, tutkimuksen populaatiosta oireita esiintyi altistuksen kestänyt 27 minuuttia (≤ 27 min) tai vähemmän. Enintään 10:n minuuttia (≤ 10 min) altistettuna, oireita saaneita koehenkilöitä oli 17 ja enintään viisi minuuttia (≤ 5 min) altistettuna oireita esiintyi kuudella koehenkilöllä. Yhden koehenkilön altistaminen keskeytettiin kahden minuutin altistuksen jälkeen, voimakkaiden tajunnanmenetykseen liittyvien oireiden ilmaannuttua. (Madsen ym. 1998: 783.)

Kahden lenkin altistuksessa (n=9), puoli-istuvassa asennossa, jalat kohotettuna, tajunnanmenetyksen esioireita ilmaantui ainoastaan yhdellä koehenkilöllä, kun altistamista

oli jatkettu 50 minuuttia. Koehenkilö oli sama, jolla ilmeni oireita kallistuskokeessa jo kahden minuutin kohdalla (Madsen ym. 1998: 783).

Tutkimuksessa todetaan, että passiivinen pystyasento, 50° kallistuskokeessa (n=79), aiheutti tajunnanmenetyksen esioireita ilmenneissä koehenkilöissä verenpaineen ja syketaajuuden laskua ja sydämen hidastumista eli bradykardiaa (kuvio 9). Tutkimustulosten (kuvio 10) perusteella ortostaattisen toleranssin todetaan heikentyvän lähes lineaarisesti aikaan suhteutettuna. (Madsen ym. 1998: 783 – 784.)



Kuvio 10. Tajunnanmenetyksen välttämisen todennäköisyys 50° kallistuskokeessa (n=79) ja riipunnassa (n=9, $P < 0.05$) kahden lenkin varassa (Madsen ym. 1998: 783).

Tajunnanmenetyksen esioireiden esiintyessä, koehenkilöillä todettiin normaalipaineinen, nopeasykkeinen vaihe, jota seurasi matalapaineinen, matalasykkeinen jakso. Kaksivaiheinen syketaajuuden muutos liittyy autonomisen hermoston sympaattisen ja parasympaattisen suhteelliseen aktiviteettiin. Sympaattisen aktiviteetin vähentyessä valtimot laajenevat aiheuttaen valtimopaineen laskun. Syketaajuuden kohomainen joh-

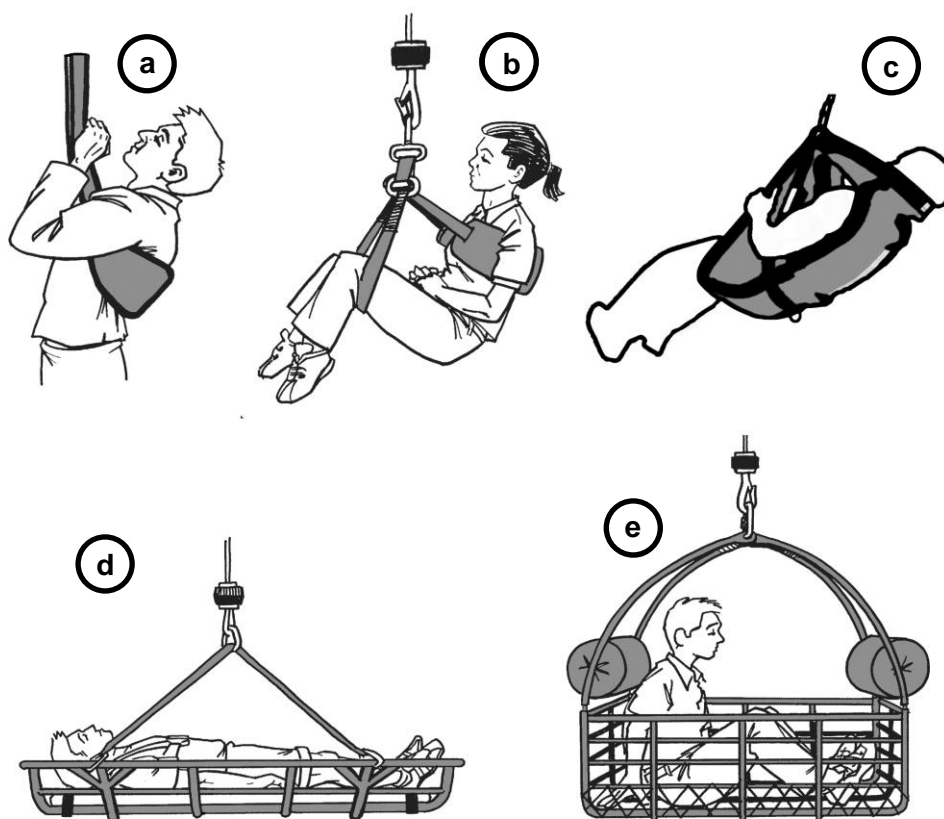
tui mahdollisesti valtimopaineen säätelyyn osallistuvien aistinsolujen aistimasta valtimopaineen laskusta. Sydämen aistima iskuilavuuden pientyminen ja sydämen supistumisen tehostuminen vastapaineen puuttuessa voi aiheuttaa vasovagaalisen heijasteen, minkä seurauksena verenpaine ja syketaajuus laskevat. (Madsen ym. 1998: 783 – 784.)

Tajunnanmenetyksen esioireita esiintyi puolella tutkimuksen koehenkilöistä, joilla matallimmat mitatut syketaajuudet vaihtelivat 30 – 57bpm välillä. Jalkojen kohottaminen ehkäisi vasovagaalisen reaktion kehittymistä kahdeksalla koehenkilöllä yhdeksästä (n=9), eikä deviaatiota koehenkilöiden sentraalisen verenkierron volyymissa esiintynyt. Altistuksen alkuvaiheessa kaikilla koehenkilöillä havaittu lievä syketaajuuden ja keskivaltimopaineen kohoamisen oletetaan johtuvan altistuksen epämukavuustekijöistä. (Madsen ym. 1998: 783 – 784.)

Riipunnassa, kahden lenkin varassa, yhdellä koehenkilöllä havaittua hypotensio- ja bradykardia vaihetta edelsi syketaajuuden kohoaminen (25bpm) ja sentraalisen verenkierron väheneminen. Staattisessa riipunnassa sentraalisen verenkierron väheneminen on siis mahdollista kohotetuista alaraajoista huolimatta. Tutkimustulosten perusteella riski tajunnanmenetykseen on kuitenkin vain 13 % suhteessa 50° kallistuskokeessa havaittuun tajunnanmenetyksen todennäköisyyteen. Tutkimuksessa todetaan mittaus tulosten tukevat hypoteesia, jossa pystyasennosta aiheutuva bradykardia ja hypotensio sekä tästä seuraava mahdollinen tajuttomuus johtuvat verenkierron sentraalisen volyymin vähentymisestä. (Madsen ym. 1998: 783 – 784.)

6.2 Nostovälineiden vaikutukset hengitykseen

Australialainen tutkimus tehtiin pelastushelikoptereiden vinssaustoiminnassa käytettäviiin pelastettavan nostovälineisiin ja niiden turvallisuuteen liittyvästä kasvavasta kiinnostuksesta ja näyttöön perustuvan tutkimuksen vähäisyydestä. Käytännössä tehtyjen havaintojen perusteella joidenkin nostovälineiden on todettu rajoittavan hengitystä, rintakehän puristuksesta ja/tai nostovälineelle ominaisesta asennosta johtuen. Tutkimuksessa vertailtiin yleisimpien käytössä olevien nostovälineiden (kuvio 11) eli pelastuslenkin, kahden pelastuslenkin menetelmän, pelastuspaarien ja pelastuskorin mahdollisia hengitystä rajoittavia funktioita. (Murphy – Garner – Bishop 2011: 123.)

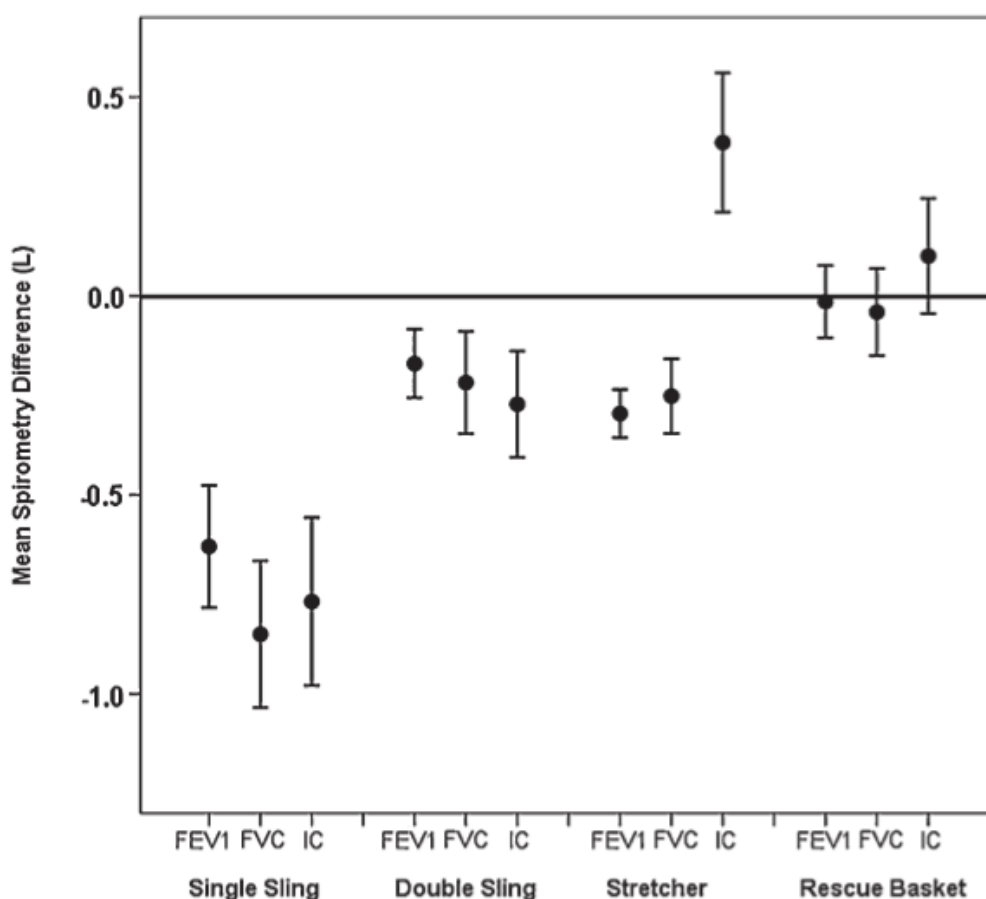


Kuvio 11. Pelastushelikoptereiden yleisimmät pelastettavan nostovälineet: pelastuslenkki (a), kahden pelastuslenkin menetelmä (b), pelastettavan valjaat (c), pelastusparit (d), pelastuskori (e). (mukaiillen Murphy ym. 2011: 124.)

Tutkimuksessa tarkasteltiin nostovälineistä johtuvia hengitystä rajoittavia tekijöitä yhden minuutin kestoisessa altistamiskokeessa (<1 min) ja se tehtiin simulaatioympäristössä, aidoilla nykyisin käytössä olevilla nostovälineillä. Altistusaika rajattiin yhteen minuuttiin, jotta tutkimustilanne kuvaisi mahdollisimman autenttisesti nostovälineen aiheuttamaa rasitusta ja sen kestoa aidossa pelastustilanteessa. (Murphy ym. 2011: 123 – 124.)

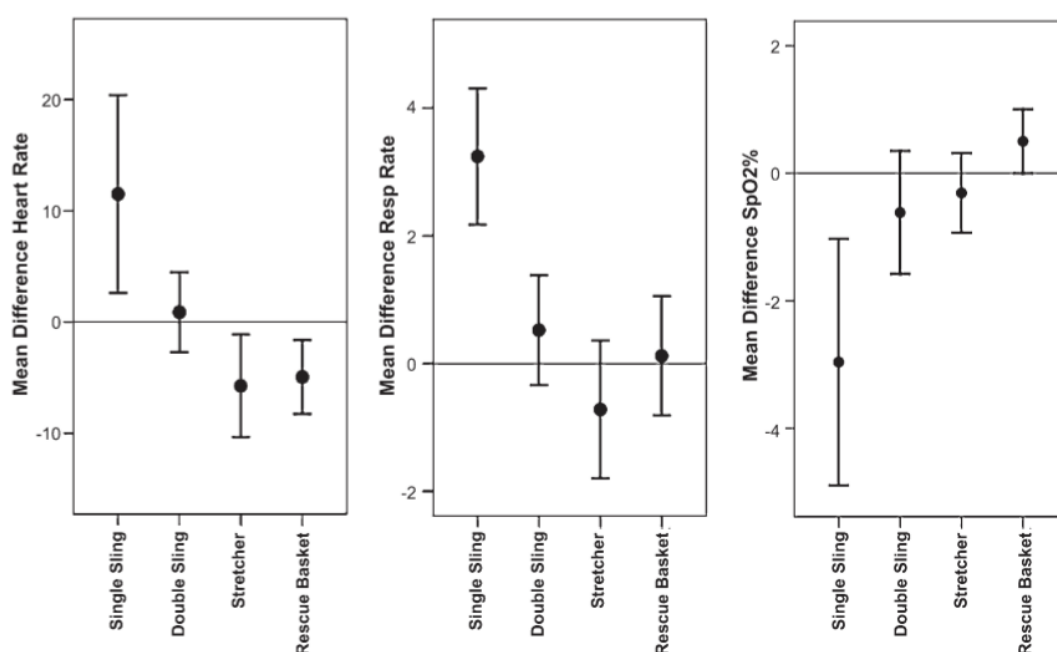
Koehenkilöiltä (n=27) mitattavia respiratorisia arvoja olivat pakotetun uloshengityksen kapasiteetti (FEV_1), pakotettu vitaalikapasiteetti (FVC), pakotetun uloshengitys kapasiteetin ja vitaalikapasiteetin suhde (FEV_1/FVC) sekä sisäänhengityskapasiteetti (IC). Sekundaarisina tutkimuksina mitattiin veren happisaturaatio (S_pO_2), syketaajuus (HR) ja hengitystaajuus (RR). Kontrollimittaukset tehtiin istuma-asennossa ennen nostovälinealtistusta. (Murphy ym. 2011: 123 – 124.)

Tutkimustulokset (kuvio 12) tukivat hypoteesia, jonka mukaan suurimmat erot, kontrollimitauksia verrattaessa altistuksen aikaisiin mittauksiin, esiintyivät pelastuslenkissä (kuvio 11a) pystyasennossa riipputtaessa. Pelastuslenkissä pystyasennossa riippumisen havaittiin alentavan uloshengityskapasiteettia 17 %, vitaalikapasiteettia 19,8 %, sisäänhengityskapasiteettia 28,3 %. Kahden pelastuslenkin (kuvio 11b) vaikutukset hengitykseen olivat pienemmät; kaikissa hengitystä mittaavissa arvoissa todettiin kapasiteetin aleneman olevan < 10 %. Pelastusparille (kuvio 11d) ominaisen vaaka-asennon havaittiin myös aiheuttavan, kahden pelastuslenkin vaikutukseen verrattavaa, uloshengityskapasiteetin alenemaa (< 10 %), mutta poikkeuksena muista nostovälineistä myös sisäänhengitys kapasiteetin kohoamista. Pelastuskorille (kuvio 11e) ominaisen istuma-asennon ei havaittu aiheuttavan tutkimuksellisesti merkittäviä rajoitteita hengitykseen kontrollimitauksiin verrattuna. (Murphy ym. 2011: 124 – 125.)



Kuvio 12. Nostovälineiden vaikutus hengitykseen (Murphy ym. 2011: 125).

Sekundaarimittauksissa (kuvio 13) ainoastaan pelastuslenkkialtistuksessa mitatut arvot poikkesivat merkitsevästi kontrollimittauksista. Syketaajuus kohosi keskimäärin 11.5 krt/min (95% CI 2.6–20.4, $P= 0.013$), hengitystaajuus kohosi keskimäärin 3.2 krt/min (2.2–4.3, $P < 0.01$) ja happisaturaatio laski 3% (95% CI 1.03–4.9%). Syketaajuus matalui hieman pelastuspaari- ja pelastuskoriantistuksessa. Muita kontrollimittauksista merkittävästi poikkeavia mittaustuloksia ei sekundaarimittauksissa havaittu. (Murphy ym. 2011: 124 – 125.)

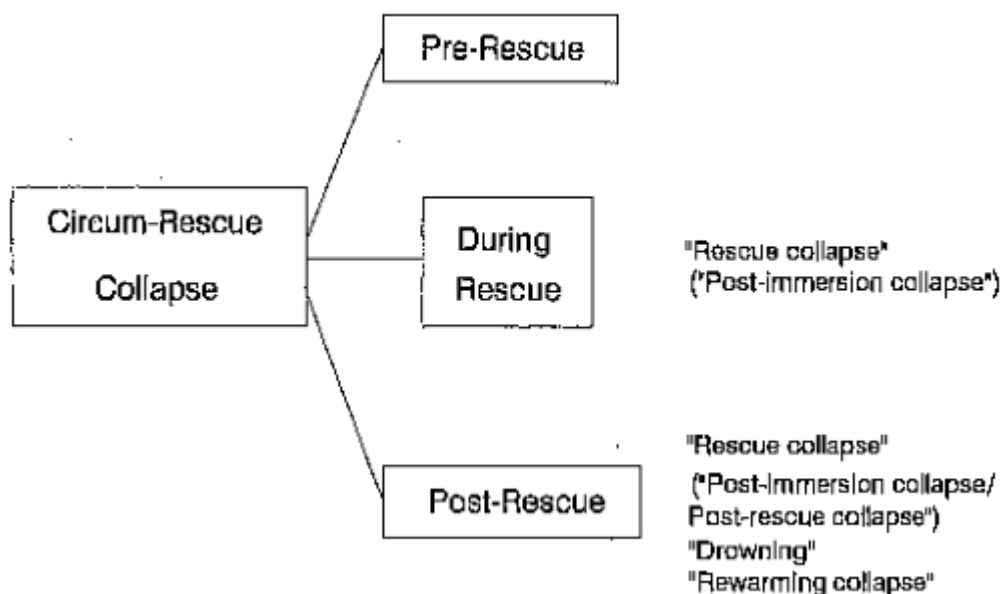


Kuvio 13. Tutkimuksen sekundaariset mittaustulokset (Murphy ym. 2011: 125).

Istuma-asento pelastuskorissa aiheuttaa pienimmän fysiologisen rasitteen pelastettavalle. Pelastuskorilla vältetään pystyasennon ja pelastuslenkin puristuksen aiheuttamat rasitteet hengitykseen ja verenkiertoon. Vaaka-asento pelastuspaareissa alentaa respiratorista jäännöskapasiteettia, aiheuttaen alentunutta vitaalikapasiteettia (< 10 %) ja heikentynyttä sietokykyä hengityskatkokselle eli apnealle. Vaaka-asennossa ylävatsaan kohdistuva paine kohoaa, keuhkojen toiminnallinen jäännöskapasiteetti vähenee ja passiivinen ulohengityspotentiaali pienenee aiheuttaen pallealihaksen lisääntyneen työn. (Murphy ym. 2011: 125 – 126.)

7 Vedestä pelastamisen ja riipuntaonnettomuuden fysiologiset erityispiirteet

Vedestä pelastamiseen ja vedessä hypotermialle altistuneen pelastamiseen on tiedetty liittyvän juuri ennen pelastumista, pelastamisen aikainen tai pian sen jälkeen mahdollinen tajunnan menetys, elintoimintojen romahtaminen ja sitä mahdollisesti seuraava sydänpysähdys. Kliinisen tutkimuksen puuttuessa, ilmiön (kuvio 14) mekanismiin liittyvien hypoteesien arvioiminen on haastavaa. Pelastustilanteelle luonteenomaisten piirteiden ja sen äkkinäisyyden vuoksi, voidaan kuitenkin hypoteettisesti olettaa tajunnanmenetyksen ja elintoimintojen romahtamisen sekä sydänpysähdysten liittyvän verenpaineen säätelymekanismeihin ja riittämättömään verenkiertoon aivoissa ja sydämen sepelvaltimoissa. (Golden ym. 1981: 139.)



Kuvio 14. Circum Rescue Collapse –ilmiö (Golden ym. 1991).

Hypotermialle altistuneen sydämen sepelvaltimoiden heikentynyt verenvirtaus on seurausta pidentyneestä repolarisaatiovaiheesta ja valtimoveren kohonneesta viskositee-

tista. Koirilla tehdyssä eläinkokeessa on havaittu, että vaikeassa hypotermiassa ($< 30^{\circ}\text{C}$) sepelvaltimoiden vasodilataatio, parhaan mahdollisen virtauksen aikaansaamiseksi, on heikentynyt. Hypotermiaan altistetuilla koirilla katekoliamiinien ja erityisesti noradrenaliinin on osoitettu nostavan kynnystä kammiovärinätaipumukseen. Noradrenaliinin suojaava mekanismi perustuu valtimoiden supistumiseen ja verenpainetta kohottavaan vaikutukseen. Hypoteesin mukaan on mahdollista, että tietoisuus ilmeisestä pelastuksesta voi vähentää autonomisen hermoston sympaattista vaikutusta. Katekoliamiinien erityksen suojaava vaikutus vähenee, mikä edistää mahdollista kollapsin kehittymistä sekä elintoimintojen romahtamista juuri ennen pelastusta. (Golden ym. 1981: 142.)

Toisen maailmansodan aikaisten ihmiskokeiden tutkimustulosten seurauksena syntyneet teoriat hypotermian fysiologisista mekanismeista olivat pitkään tieteellisesti hyväksytyjä ja pelastuksen aikaista kollapsia perusteltiin ko. tutkimustuloksilla. Ihmiskokeissa havaittiin ydinlämmön alenemisen jatkuvan kylmänaltistuksen lopettamisen jälkeenkin (engl. after drop), minkä oletettiin johtuvan ääreisverenkierrosta keskeisiin osiin palaavasta kylmemmästä verestä. Tutkimusartikkelissa (Golden ym. 1981.) esitetään vaihtoehtoisesti, että ydinlämmön alenemisen jatkuminen ei vaadi sisäsyntyistä fysiologista mekanismeita, vaan perustuu fysiikan lakiin lämmön johtumisesta ja jäähtymisestä. Lämmön tuottaminen ei riitä korvaamaan lämmön johtumisesta aiheutuvaa lämmön alentumista. Golden kuvaa myös sioilla tehtyjä tutkimuksia, viitaten väitteisiin ääreisverenkierrosta elimistön keskeisiin osiin siirtyvän kylmän veren vaikutuksesta pelastuskollapsin mekanismeissa. Tutkimuksessa, sedatoitujen sikojen hypotermia altistuksessa ja sitä seuranneessa uudelleen lämmittämisen yhteydessä, ei havaittu kylmän veren boluksia sikojen sentraalisessa verenkierrossa. (Golden ym. 1981: 143.)

Jäähtyminen jatkuu kylmänaltistuksen jälkeen tyypillisesti $1 - 2^{\circ}\text{C}$. Ihmiskokeissa kuoleman todettiin tapahtuvan ydinlämmön alenemisen saavuttaessa $<25^{\circ}\text{C}$. Pelastuksen aikaisessa tilanteessa pelastettava ymmärretään tässä yhteydessä tajuissaan olevana. Nykytiedon perusteella voidaan olettaa ydinlämmön olevan $>30^{\circ}\text{C}$, jotta tajunnan säilyminen olisi mahdollista. Ilmiön liittyminen pelastamisen aikaiseen tai sen jälkeen tapahtuvaan kollapsiin on sattumanvaraista, eikä näin ollen selitä pelastuksen aikaisen kollapsin (engl. Circum Rescue Collapse) patofysiologiaa. Johtopäätöksessään Golden ym. toteavat, että pelastamisen aikaisen tai pian sen jälkeen tapahtuvan kollapsin aiheuttaja voisi olla valtimopaineen romahtaminen. (Golden ym. 1981: 142 – 143.)

Hypoteesin mukaan, pelastuksen aikaiseen kollapsiin liittyvä mekanismi muodostuu toisiinsa vaikuttavista tekijöistä, joita ovat: immersio, hydrostaattisen vaikutuksen eliminaatio ja gravitaation vaikutuksen palautuminen, hypovolemia, hypotermia ja pelastuksen aikainen fyysinen rasitus. (Golden ym. 1981: 143.)

Fysiologiset vaikutukset vedessä olevaan ihmiseen ovat moninaisia. Veden tiheys on keskimäärin yhtä suuri kuin ihmisen kehon sisältämän nesteen tiheys. Vedessä ihmiskehon nesteet ovat siis käytännössä painottomassa tilassa. Hydrostaattinen paine aiheuttaa laskimokapasitanssin alenemista ja negatiivisen rintakehän sisäisen paineen. Muutokset ilmenevät tehokkaimmin ihmisen ollessa vedessä pystyasennossa. Ihmiselle hydrostaattisen paineen fysiologisista vaikutuksista merkittävin on tässä yhteydessä verivolyymin uudelleen jakautuminen. Vedessä, pystyasennossa, sentraalisen verenkierron volyymi kasvaa jopa 700ml. Kylmän veden ja katekoliamiinien erityksen aiheuttama verisuonten supistuminen eli vasokonstriktio edesauttaa verivolyymin siirtymistä perifeerisestä verenkierrosta sentraaliseen verenkiertoon. (Golden ym. 1981: 143 – 144.)

Vedessä painovoiman vaikutukset korvautuvat positiivisella hydrostaattisella paineella, joka vähentää sydämen työmäärää. Verenkierron uudelleen jakautuminen ja hydrostaattisen paineen vaikutus helpottavat sydämen täyttymistä. Ihmisen ollessa pystyasennossa, kehon lämpöisessä vedessä; oikean eteisen paine kasvaa 12-18mmHg, diastolian aikainen sydämen täyttö lisääntyy 250ml ja sydämen tuotto 32–66 %. Verenkierron uudelleen jakautuminen edistää myös virtsan eritystä eli diureesia, aiheuttaen ajan kuluessa hypovolemiaa. Pidemmän aikaa vedessä pystyasennossa olevan ihmisen diureesi voi lisääntyä jopa 350ml:aan tunnissa ja kylmän veden aiheuttama vasokonstriktio edistää sitä entisestään. (Golden ym. 1981: 144.)

Pitkittyneen immersion jälkeen vedestä pois nostettavan ihmisen sentraalista verenkiertoa edistävän hydrostaattisen paineen vaikutus lakkaa ja painovoiman vaikutukset palaavat. Verenkiertoon kohdistuva työmäärä, riittävän aivoverenkierron takaamiseksi, lisääntyy pystyasennossa nostettaessa. Lisäksi painovoiman vaikutuksen palaaminen edistää laskimoveren kerääntymistä alaraajoihin, mikä vähentää laskimopaluuta sydämeen. Normaalisissa tilanteissa verenkierron kompensaatiomekanismit pyrkivät säilyttämään riittävän minuuttitilavuuden (CO) ja valtimopaineen. Pelastustilanteelle ominaisissa, ihmiselle epäsuotuisissa, olosuhteissa verenkiertoon ja verenpaineeseen vaikut-

tavan säätelyjärjestelmän voi olla mahdotonta toimia riittävän tehokkaasti. (Golden ym. 1981: 144.)

Eläinkokeissa on osoitettu, että verenkierron painereseptoreiden toiminta heikentyy jo kohtalaisessa hypotermiassa. Vaikka kompensatiomekanismit toimisivatkin normaalisti, lisäävät ne toimiakseen sydämen työmäärää ja sydänlihaksen hapen tarvetta. Syke-taajuuden kohoaminen lyhentää aikaa jolloin sepelvaltimot täyttyvät ja tätä alilämpöinen hapennälkäinen sydän ei välttämättä kestä. Normaalia kylmemmän veren lisääntynyt viskositeetti lisää sydämen työmäärää ja heikentää entisestään veren virtausta sepelvaltimoissa. (Golden ym. 1981: 143 – 145.)

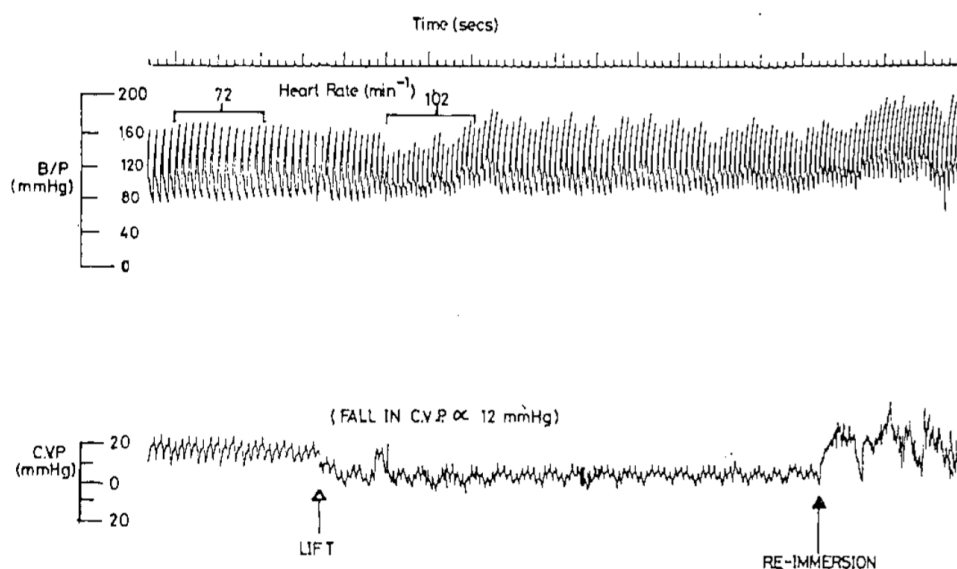
Verenkierron romahtaminen on seurausta hydrostaattisen paineen laskimopaluuta edistävän vaikutuksen poistumisesta, painovoiman vaikutuksen palaamisesta, hypovolemiaista, lisääntyneestä veren viskositeetista, heikentyneestä veren virtauksesta sepelvaltimoissa, heikentyneistä verenkierron kompensatiomekanismeista ja luurankoli-hasten rasituksen sydämelle aiheuttamasta lisääntyneestä työkuormasta. (Golden ym. 1981: 144 – 145.)

Kuolema on todennäköinen seuraus riittämättömästä verenkierrosta sydämessä ja aivoissa. Riittämätön hapen tarjonta aiheuttaa sydämeen hapenpuutetta eli iskemiaa. Tässä yhteydessä pelastettavan sydän on erittäin altis kammiovärinälle, joka ei reagoi sähköiseen rytminsiirtoon eli defibrillaatioon. Aivojen hapenpuutteen seuraukset voivat olla vaihtelevia. Pelastettava voi palata tajuihinsa hetken tajuttomuuden jälkeen, mikä useimmiten tapahtuu pian lepoon ja vaaka-asentoon asettamisen seurauksena. Merkittävämmän hapenpuutteen seurauksena pelastettava ei vaihtoehtoisesti palaa tajuihinsa vaaka-asennosta huolimatta. (Golden ym. 1981: 144 – 145.)

7.1 Vedestä nostamisen vaikutukset ihmiseen

Hypoteesin tutkimuksellinen todentaminen on haastavaa pelastustilanteille ominaisen vaihtelevuuden vuoksi eikä mittauksen tekeminen aidossa tilanteessa ole mahdollista. Lisäksi ihmisillä tehtävät tutkimukset ovat tässä yhteydessä eettisesti kyseenalaisia. (Golden ym. 1981: 145.)

Goldenin toimittama esitutkimus (n=1) osoittaa vedestä nostamisen vaikutukset verenkierron säätelyjärjestelmään (kuvio 15). Koehenkilö altistettiin 15 °C veteen shortseissa 30:n minuutin ajaksi, jonka jälkeen koehenkilö nostettiin pois vedestä pelastuslenkillä, pystyasennossa. Noston aikana laskimopaine laski n. 12 mmHg. Tämän tulkitaan johtuvan hydrostaattisen paineen vaikutuksen loppumisesta ja painovoiman vaikutuksen palaamisesta. Noston ensivaiheessa myös aortan verenpaine laski, minkä seurauksena syketaajuus kohosi 40 %. Syketaajuuden kohoaminen systolisen verenpaineen laskiessa on normaali vastareaktio riittävän verenpaineen ylläpitämiseksi. Normaalilämpöisen ja hyväkuntoisen koehenkilön valtimopaine palautui noston ensivaiheen jälkeen, mutta tilanne olisi toisenlainen jos normaali verenpaineen säätelyjärjestelmä on heikentynyt tai on olosuhteista johtuen riittämätön. (Golden ym. 1981: 145 – 146.)



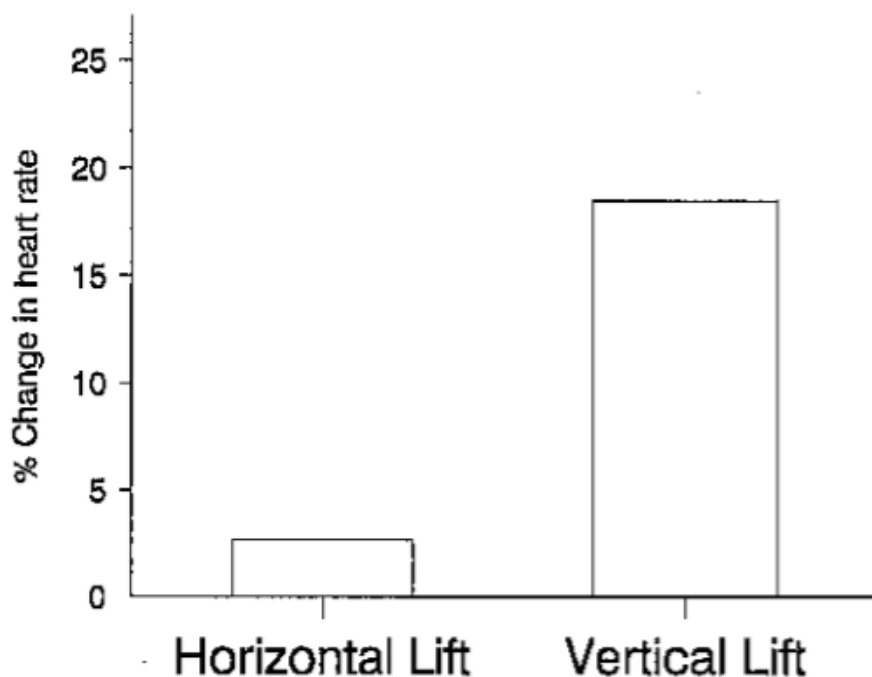
Kuvio 15. Aortan (B/P) ja keskuslaskimopaineen (CVP) muutokset helikopterin pelastuslenkillä pystyasennossa nostettaessa, veden lämpötilan ollessa 15 °C (Golden ym. 1981).

7.2 Nostoasentojen ja suojavaatetuksen vaikutukset vedestä nostettaessa

Goldenin esitutkimusta seuranneessa tutkimuksessa simuloitiin ihmisen pelastamista vedestä pystyasennossa; pelastuslenkillä ja vaaka-asennossa; kahden lenkin mene-

telmällä. Tutkimukseen osallistui 17 koehenkilöä (n=17), jotka nostettiin kylmästä vedestä molempia menetelmiä käyttäen. Pystyasennossa nostettaessa koehenkilöiden syketaajuus kohosi keskimäärin 16 %. Vaaka-asennossa koehenkilöiden syketaajuuden kohoaminen ei ollut tutkimuksellisesti merkityksellinen. Syketaajuuden kohoaminen vedestä nostamisen yhteydessä on seurausta verenkierron säätelyjärjestelmän aktivoitumisesta pystyasennossa nostettaessa. (Golden ym. 1981: 145 – 146.)

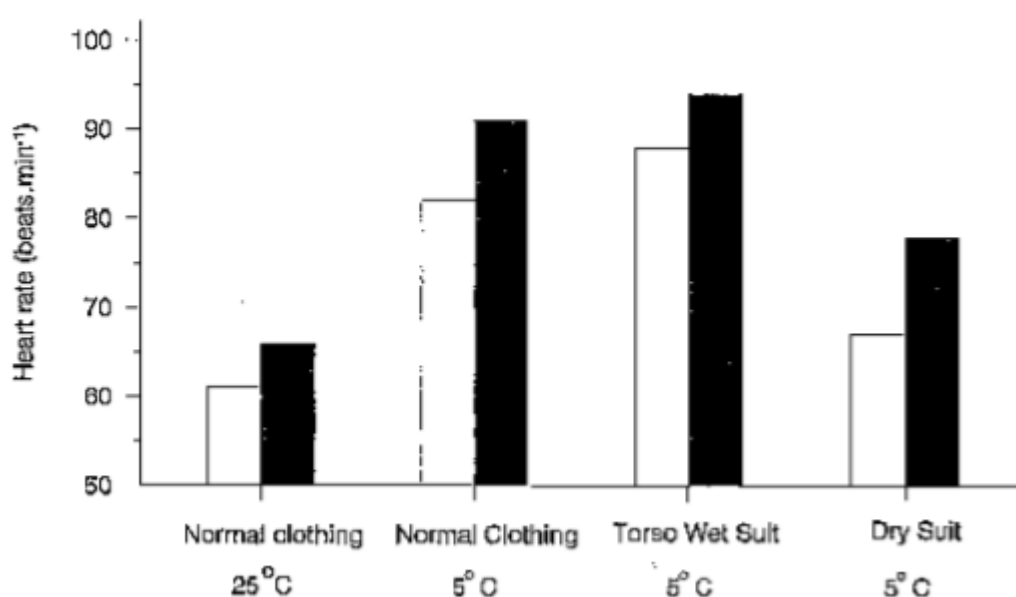
Mike Tipton jatkoi Goldenin ym. tutkimustyötä tutkimuksella, jossa vertailtiin eri nostoasentojen vaikutusta syketaajuuteen sekä erilaisten kylmän veden suojavaatetusten mahdollista vaikutusta (Golden ym. 1981: 146). Kaikissa pystyasennoissa suoritetuissa nostoaltistuksissa havaittiin merkittävä syketaajuuden kohoaminen suhteessa vaaka-asennossa suoritettuihin nostoaltistuksiin (kuvio 16).



Kuvio 16. Prosentuaalisesti keskimääräinen syketaajuuden kohoaminen yhden minuutin aikaisen noston aikana pysty- ja vaaka-asennossa 25 °C vedestä. Koehenkilöt olivat vedessä 45 minuuttia ennen nostoaltistusta. (Golden ym. 1981.)

Tuloksia tulkittaessa, on kuitenkin huomioitava erilaisten suojavaatetusten vaikutus kylmän altistukseen ja kellumisasetoon (kuvio 17). Kylmän veden altistus tapahtui 5 °C:ssa vedessä ja suojavaatetusversioita olivat arkivaatetus, lyhythihainen märkäpuku ja kuivapuku. Kuivapuvuissa olleet koehenkilöt kelluivat kuivapuvuille tavanomaiseen

tapaan vaaka-asennossa ja heidän ydinlämpönsä aleni ennen nostohetkeä vähiten ($< 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Hydrostaattisen paineen vaikutusten puuttumisesta huolimatta, asentojen vaikutuserot olivat suhteellisesti suurimmat kuivapukuun pukeutuneilla koehenkilöillä, minkä pääteltiin johtuvan kylmän altistuksen aiheuttamasta laskimokapasitanssin vähenemisestä ilman kuvapukua altistetuilla koehenkilöillä (kuvio 17). Asennon muutos oli kuivapuvussa kelluneilla koehenkilöillä merkittävin syy fysiologisiin vastareaktioihin nostohetkellä. (Golden ym. 1981: 147.)



Kuvio 17. Keskimääräiset syketaajuudet yhden minuutin aikaisessa nostoaltistuksessa (n=18) vedestä eri lämpötiloissa ja vaatetuksissa. Nosto vaaka-asennossa = □, nosto pystyasennossa = ■ (Golden ym. 1981).

Vaakatasossa olleen pelastettavan nostaminen vaakatasossa on ehdotetun pelastuksen aikaisen kollapsiin liittyvän mekanismin näkökulmasta pelastettavalle edullisin vaihtoehto. Pelastettava, joka kelluu pystyasennossa ja nostetaan pystyasennossa, on alttein vedestä ilmaan noston yhteydessä tapahtuvalle ympäröivän paineen ja painovoiman vaikutuksen muutokselle ja pelastuksen aikaiselle kollapsille. Toisaalta vaakatasossa kelluvakaan ei vältty mahdolliselta pelastuksen aikaiselta kollapsilta pystyasennossa nostettaessa.

Tutkimusaineisto osoittaa, että pelastettavan nostaminen on suositeltavaa vaakasennossa silloin, kun se olosuhteet huomioiden on mahdollista. Pelastettavan fyysistä rasittumista pelastuksen aikana tulee välttää niin paljon kuin mahdollista, koska se voi edistää pelastuksen aikaisen kollapsin kehittymistä ja johtaa jopa sydänpysähdykseen.

7.3 Riipuntaonnettomuus ja synkopee

Kiipeilyssä ja korkeanpaikantyöskentelyssä käytetään kokovaljaita, lantiovaljaita tai rintavaljaita, joista erityisesti rintavaljaiden riipunnan aiheuttamat fysiologiset vaikutukset (pystyasento ja rintakehän puristus) ovat hyvin samankaltaisia kuin pelastushelikoptereiden käyttämissä pelastuslenkeissä. Varhaisemmat tutkimukset tarkastelivat kiipeilyyn liittyneitä putoamisonnettomuuksia, joissa kiipeilijä pudotessaan jää roikkumaan köyden varaan valjaissaan ja menettää tajuntansa. Tutkimusten seurauksena syntyi käsite riipuntaonnettomuus (engl. "Suspension Trauma"), jota käytetään edelleen alan tutkimukseen liittyvissä tutkimusraporteissa ja artikkeleissa. (Health and Safety Executive. 2002: 3.)

Tajunnan menetyksen ei kuitenkaan oleteta johtuvan ainoastaan köyden varaan putoamisen vaikutuksista. Tutkimuksissa on osoitettu staattisen pystyasennon olevan yksi tajunnan menetyksen merkittävimmistä aiheuttajista. Asiantuntijat suosittelivatkin tapahtumasta käytettävän nimitystä riipunta kollapsi (engl. Suspension Syncope), joka kuvaisi käsitteenä paremmin riipunnasta johtuvaa tajunnan menetystä. (Health and Safety Executive. 2009: 5.)

Tässä yhteydessä asennosta johtuvan synkopeen pääasiallinen aiheuttaja on painovoiman vaikutuksesta alaraajoihin kerääntyvä laskimoveri. Alaraajojen staattisuus ja lihaspumpun vaikutuksen puuttuminen johtaa alaraajojen laskimoveren kerääntymiseen. Laskimot toimivat verivarastona ja niiden kyky venyä mahdollistaa huomattavan verimäärän varastoitumisen. (Health and Safety Executive. 2002: 1 – 2.)

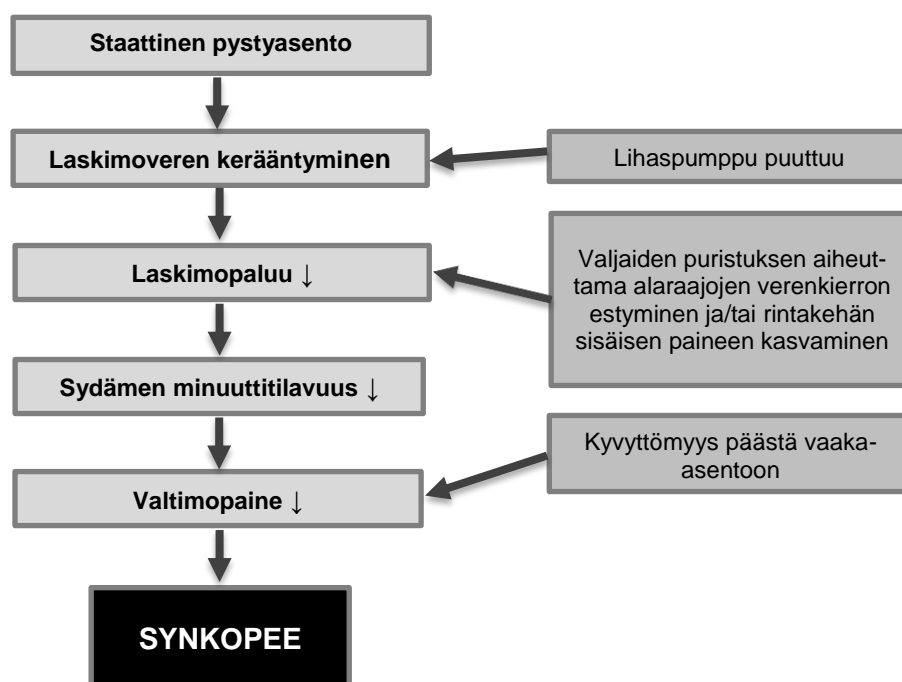
Laskimoveren kerääntyminen alaraajoihin vähentää sydämeen palaavaa verenvirtausta aiheuttaen häiriön verenkiertoelimistössä (kuvio 18). Liiallisesta laskimoveren kerääntymisestä seuraava laskimopaluun väheneminen ja sydämen iskutilavuuden pieneminen aiheuttaa valtimopaineen romahtamisen. Valtimoveren virtausmäärä vähenee ja/tai aivoihin virtaavan valtimoveren hapen osapaine (p_{O_2}) laskee, kiihdyttäen synko-

peen mahdollisuutta. Tajunnan menetyksen johdosta valjaissa, turvaköyden varassa, roikkuvan henkilön lihastonus katoaa ja alaraajojen vähäisetkin lihasjännitykset loppuvat aiheuttaen laskimoveren edelleen kasautumisen alaraajoihin. Lisäksi rintavaljaiden puristuksen aiheuttama rintakehän sisäisen paineen kohoaminen heikentää laskimopaluuta ja sydämen esitäyttöä, mistä seuraa edelleen laskeva valtimopaine. (Health and Safety Executive. 2002: 1 – 2.)

Turvavaljaiden ominaisuudet voivat osaltaan lisätä laskimoveren kerääntymistä alaraajoihin, reisihihnojen aiheuttaessa painetta reiden valtimoihin ja laskimoihin, mikä johtaa haitallisten vaikutusten lisääntymiseen. Haitallisia vaikutuksia ovat verenvirtauksen väheneminen elimille, jotka ovat kriittisimpiä hapen puutteelle. Aivojen lisäksi, munuaiset ovat hyvin kriittisiä hapen puutteelle. Aivot reagoivat matalaan veren happipitoisuuteen minuuteissa, kun taas epäsuotuisa vaikutus munuaisiin kehittyy tunneissa. Pidempiaikaisesta alaraajojen laskimoveren varastoitumisesta syntyvä munuaisten vajaatoiminta on myös mahdollinen. (Health and Safety Executive. 2002: 2.)

Mikäli tilannetta korjaavia toimia ei tapahdu on kuolema hyvin todennäköinen seuraus aivojen ja munuaisten hapen puutteen vuoksi. Toisaalta nopea asennon muuttaminen vaakasentoon aiheuttaa ylenmääräisesti varastoituneen hapettoman (ja mahdollisesti myrkyllisen) laskimoveren liian nopean virtauksen sydämeen, mikä voi johtaa sydänpysähdykseen. (Health and Safety Executive. 2002: 41 – 42.) Ensiauttajille ja pelastajille suositellaan pelastettavan asteittaista asennon muutosta vaakasentoon, olosuhteet huomioiden ja ensivaiheessa hengitystien ja hengityksen turvaamisen huomioiminen ensisijaisena toimenpiteenä. (Health and Safety Executive. 2009: 15 – 22.)

Sietokyky asentoperäiselle verenpaineen muutokselle on yksilöllistä. Tutkimukset kuitenkin osoittavat, että riittävän pitkä altistuminen aiheuttaa yksilön sietokyvystä ja ominaisuuksista huolimatta ortostaattisen sokin ja lopulta tajunnan menetyksen. Toinen vaikuttava ja/tai edesauttava mekanismi synkopen syntymiseen tässä yhteydessä, voi olla vasovagaalisesta heijasteesta johtuva. Vagus hermon aktivaatio aiheuttaa syketaajuuden hidastumista ja verenpaineen madaltumista. Alaraajojen laskimoveren kerääntymisen seurauksena verenpaine laskee. Liiallinen verenpaineen madaltuminen ja sydämen esitäytön heikentyminen ovat yksi monista vagus hermoa aktivoivista vasovagaalisista heijasteista. (Health and Safety Executive. 2002: 28 – 30.)



Kuvio 18. Synkopeen mekanismi riipuntaonnettomuudessa (mukailien Health and Safety Executive. 2002).

7.3.1 Synkopee

Synkopee (pyörtyminen, kollapsi) johtuu hetkellisestä aivoverenkierron vajauksesta ja siitä seuraavasta lyhytkestoisesta, itsestään korjaantuvasta tajunnanmenetyksestä. Tajunnan menetyksen seurauksena myös lihastonus häviää, jota seuraa usein kaatuminen. Kollapsia voi edeltää presynkopee, jonka oireita ovat pyöräyttävä olo, huimaus ja tasapaino-ongelmat. Kohtauksen alku on suhteellisen nopea samoin kuin siitä toipuminenkin. Toisinaan kohtausta voi seurata lyhytkestoinen (< 15 s.) toonis-klooninen kouristuskohtaus. (Terveysportti. 2017.)

Synkopeen patofysiologia jaetaan heijasteperäisiin, sydän- ja verenkiertoperäisiin, pysyasentoon liittyviin sekä neurologisperäisiin kohtauksiin. Heijasteperäisessä tajunnanmenetyksessä jokin elimistöstä tai sen ulkopuolelta tuleva ärsyke saa aikaa vagaalisen heijasteen, jonka seurauksena syke hidastuu (bradykardia) ja verisuonet laajenevat. Verenpaine laskee tasolle, joka on riittämätön aivoverenkierrolle. Elintoimintoihin liittyvän heijasteen saattavat laukaista virtsaaminen, ulostaminen, yskiminen, aivastaminen,

voimakas puhaltaminen, nestetasapainon häiriö tai paikallaan seisominen. (Terveysportti. 2017.)

Sydänperäinen tajunnan menetys voidaan jaotella ensisijaisesti rytmien poikkeavuudesta tai sydämen ja verisuonten rakenteellisesta sairaudesta johtuvaksi. Rytmien poikkeavuus voi johtua yksinomaan sydämen rytmiä määräävän järjestelmän viasta tai sydänvian tuottamasta rytmihäiriörakenteesta. Sydänperäisessä synkopeessa on keskeistä aivojen verenkierron heikkeneminen, sydämen verta kierrättävän toiminnan pettäessä hetkeksi. Sydänperäinen synkopee ilmenee tyypillisesti rasituksessa ja sitä edeltää usein tykytys- tai rintakiputuntemukset. (Terveysportti. 2017.)

Pystyasentoon liittyvää tajunnan menetystä eli ortostaattista synkopeeta luonnehtii verenpaineen nopea lasku pystyasennossa ilman sinustakykardian minuuttitulavuutta riittävästi suurentavaa vastavoimaa. Lievä ortostaattinen reaktio ja silmissä mustenemisen tunne heti ylös nousemisen jälkeen kuuluvat normaaliin fysiologiaan. (Terveysportti. 2017.)

Posturaalinen synkopee voi syntyä myös ilman verisuonten säätelyn häiriötä: hypovolemian, verenvuodon, lisämunaisten vajaatoiminnan, runsaan hikoilun (rasitus, kuumesairaus) tai diureettien käytön seurauksena. Samoin voivat tehdä verisuonia laajentavat lääkkeaineet (verenpainelääkkeet, nitraatit). Ortostaattinen sietokyky heikkenee iän karttuessa, joten vanhuksilla nämä mekanismit ovat yleisiä, eritoten kun he usein käyttävät tätä mekanismia korostavia lääkityksiä. (Terveysportti. 2017.)

8 Johtopäätökset ja pohdinta

8.1 Tulosten tarkastelu

Suomalaisen tutkimusaineiston puuttuessa opinnäytetyön kuvaileva kirjallisuuskatsaus toteutettiin kansainvälisestä tutkimusaineistosta. Kansainvälistä ilmiöön liittyvää tutkimusta on niukasti ja suurelta osin tutkimus on vanhaa. Keskeisimpien tutkimusten inspiraation lähteinä ovat pelastushelikoptereiden pelastus- ja vinssaustoiminnassa tapahtuneet vaara- tai onnettomuustilanteet. Keskeisimmät nostovälineiden fysiologia

vaikutuksia mitanneet tutkimukset tai niiden tiivistelmät ovat löydettävissä tieteellisen tutkimuksen tietokannoista (ResearchGate, PubMed).

Vartiolentolaivueen pelastustoiminnassa käytettävien nostovälineiden kattaessa toimintaympäristönsä operatiivisen tarpeen, on kuitenkin huomioitava pelastuskorin puuttuminen nostovälinevalikoimasta. Tutkimuksen mukaan pelastuskorin käyttöä puoltaa vähäiset pelastettavaan kohdistuvat fysiologiset rasitteet. Pelastuskorilla on kuitenkin useita operatiivisesti epäedullisia ominaisuuksia kuten sen paino ja koko. Pelastettavan poistuminen tai poistaminen pelastuskorista on haastavaa ja aikaa vievää helikopterin matkustamon ahtaissa tiloissa. Kevyen luokan meripelastushelikopterin matkustamossa pelastuskorin käsittely voi olla jopa mahdotonta. (Murphy ym. 2011.)

Pelastuslenkin käytöllä on kansainvälisesti pitkät perinteet meripelastushelikoptereiden pelastustoiminnassa. Tutkimukset kuitenkin osoittavat juuri pelastuslenkillä pystyasennossa nostamisen aiheuttavan merkittävimmät fysiologiset rasitteet pelastettavaan, olosuhteista riippumatta. Kahden pelastuslenkin menetelmää yhden sijaan suositellaan tutkimustulosten perusteella käytettävän aina, kun se pelastustilanne huomioiden on mahdollista. (Madsen ym. 1998.) Vartiolentolaivueen vinssaustoiminnan menetelmissä, kahden pelastuslenkin menetelmästä käytetään nimitystä hypotermianosto. Vinssaustoiminnassa yhden pelastuslenkin menetelmää arvioitaessa tulisi kuitenkin huomioida, että pystyasennossa nostamisen riskit eivät liity ainoastaan alilämpöisen pelastettavan nostamiseen.

Pelastuslenkillä pystyasennossa nostamisen riskit liittyvät mahdolliseen tajunnan menetykseen noston aikana ja fysiologisiin rasitteisiin peruselintoimintojen häiriöstä kärsivän potilaan hengitys- ja verenkiertoelimistöön sekä alilämpöisen pelastettavan mahdolliseen elintoimintojen romahtamiseen. Käytäntö kuitenkin osoittaa, että vaativissa olosuhteissa; vedestä pelastettaessa tai pelastettavien suuren määrän vuoksi, voi suurimman fysiologisen rasitteen aiheuttava yhden pelastuslenkin menetelmä olla ainoa toimiva ratkaisu.

Pelastuslenkissä mahdollista tajunnanmenetystä seuraa lihastonuksen katoaminen, mikä voi aiheuttaa pelastettavan valumisen pelastuslenkistä johtaen tahattoman puutoamiseen kuten Australiassa v. 2013 tapahtunut vinssausonnettomuus osoittaa. Onnettomuuteen johtaneessa pelastustehtävässä pelastushelikopterin oli määrä evakuoi-

da erämaasta nilkkansa loukannut ikääntynyt ylipainoinen mies. Vinssaustoiminta suunniteltiin suoritettavaksi niin, että pelastettava nostettaisiin saattaen, pelastushelikopterin ensihoitajan varmistuessa pelastettavan pysymisen pelastuslenkissä. Pelastettava alkoi tuntemattomasta syystä liikehtiä levottomasti pelastuslenkissä kesken noston. Noston edettyä lähelle helikopterin oviaukkoa, pelastettava oli menettänyt tajuntansa ja alkanut valua pelastuslenkistä. Miehistön ponnisteluista huolimatta pelastettava putosi pelastuslenkistä kohtalokkain seurauksin. (Australian Transport Safety Bureau. 2013.)

Vartiolentolaivueen meripelastushelikoptereissa pelastuslenkki on ainoa vedestä pelastamiseen soveltuva nostovälinetyyppi. Vartiolentolaivueen käyttämät pelastusparit eivät sovellu pelastettavan nostamiseen vedestä. Kelluva vesitoimintaan soveltuva pelastuspari voisi olla vaihtoehtoinen nostoväline Vartiolentolaivueen nostovälinevalikoimassa. Vesitoimintaan soveltuvilla pelastuspaareilla traumapotilaan kivuttomampaan nostoon ja lisävammojen syntymisen ehkäisyyn olisi paremmat edellytykset myös vedestä pelastettaessa.

Pelastuspaareja käytettäessä tulisi huomioida hengitysvaikeudesta tai hengitysvajauksesta kärsivän pelastettavan hengitystyötä rasittava vaikutus ja suosia menetelmiä, joissa pääpuoli on koholla. (Murphy ym. 2011.) Pahoinvoinnille ja oksentelulle alttiina olevan pelastettavan ollessa sidottuna paareihin selinmakuulle, vinssaustoiminnassa pelastusparin käyttöön liittyy myös merkittävä aspiraation vaara.

Pelastettavan valjaat edustavat pelastushelikoptereiden vinssaustoiminnassa uuden sukupolven nostovälineitä ja siksi sen fysiologista vaikutuksista ei ole vertailevaa tutkimusta. Nostoasento pelastettavan valjaissa on hyvin samankaltainen kuin kahden pelastuslenkin menetelmässä. Vartiolentolaivueen kirjaamaton suositus on käyttää ko. nostovälinettä pelastuslenkin sijaan esimerkiksi vinssaustoiminnassa maastosta.

Tutkimukset pelastushelikoptereiden nostovälineiden fysiologisista vaikutuksista osoittavat, että vinssaustoiminnassa käytettävillä nostovälineillä on merkittäviäkin fysiologisia vaikutuksia pelastettavaan. Ensihoito- ja pelastustilanteissa pelastettavilla on tyypillisesti jokin peruselintoimintojen häiriö tai ovat vakavasti vammautuneita. Peruselintoimintojen häiriöstä tai traumasta johtuvan fysiologisen stressin vuoksi tai pelkästään korkean iän vuoksi, pelastettavilla on heikentynyt fysiologinen reservi eli elimistön

luonnolliset kompensatiomekanismit voivat olla riittämättömiä nostovälineen aiheuttamalle rasitteelle. (Murphy ym. 2011: 126.)

Nostovälineiden fysiologiset vaikutukset tulisi aina huomioida nostovälineen valintaan liittyvässä tilanteenmukaisessa päätöksenteossa. Päätöksenteon tulisi perustua, silloin kun se olosuhteiden salliessa on mahdollista, pelastettavan tilan arviointiin ja nostovälineiden fysiologisten vaikutusten ymmärtämiseen. Olosuhteiden salliessa pelastettavalle tulisi valita turvallis ja vähiten pelastettavan tilaan ja oireisiin haitallisesti vaikuttava nostoväline.

8.2 Toimintaehdotukset

Vartiolentolaivue voisi kehittää pintapelastajien koulutusohjelmaan tutkimuksiin perustuvan teoriaosuuden nostovälineiden fysiologisista vaikutuksista.

Vartiolentolaivue voisi arvioida pelastuskorin käytön mahdollisuuksia vaihtoehtoisena nostovälineenä keskiraskaissa meripelastushelikoptereissa pelastuskorin vähäisten fysiologisten vaikutusten vuoksi.

Vesitoimintaan soveltuvan pelastusparin puuttuessa Vartiolentolaivue voisi arvioida sen tarpeellisuutta ja toimivuutta vaihtoehtoisena nostovälineenä toimintaympäristössään.

8.3 Luotettavuus ja eettisyys

Opinnäytetyö toteutettiin Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeita noudattaen, hyvän tieteellisen käytännön edellyttämällä tavalla. (Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje. 2012.)

Tutkimusta vinssaustoiminnassa käytettävien nostovälineiden fysiologisista vaikutuksista ei ole Suomessa tehty ja kansainvälistäkin tutkimustietoa on niukasti tai se on vanhaa. Tuorein tutkimus viittaa vanhempiin tutkimuksiin, osoittaen osan vanhemmasta tutkimuksesta olevan edelleen tieteellisesti pätevää. Nostovälineiden fysiologisiin vai-

kutuksiin liittyvän tutkimuksen vähyys voi johtua alan verrattain nuoresta iästä ja tässä yhteydessä ihmisillä toimitettavan kliinisen tutkimuksen eettisestä ongelmallisuudesta.

Opinnäytetyön luotettavuutta vähentää vinssaustoiminnassa käytettyjen nostovälineiden fysiologisista vaikutuksista tehdyn tieteellisen tutkimuksen vähyys. Suomenkielisen tutkimusaineiston puuttuessa, kirjallisuuskatsaus on tehty englannin kielisestä tutkimusaineistosta. Englanninkielisen tutkimusaineiston tulkintaan liittyvä käännöstyö vähentää opinnäytetyön luotettavuutta.

Kansainvälistä tutkimustietoa on riittävästi, jotta opinnäytetyö edistäisi Vartiolentolaivueen näyttöön perustuvan koulutuksen ja vinssaustoimintaan liittyvien prosessien kehittämistä. Luotettavuutta lisää opinnäytetyön tekijän yli 20v. työkokemus alalta ja opinnäytetyön toteuttaminen terveydenhuoltoalan (AMK) opiskelijana, mikä mahdollistaa kriittisen ja objektiivisen tutkimus- ja muun aineiston tulkinnan lisäten opinnäytetyön luotettavuutta.

Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevan kirjallisuuskatsauksen implisiittisen prosessin mukaisesti kansainvälisistä tutkimusartikkeleista ja järjestelmällisistä tutkimuskatsauksista. Tämä opinnäytetyö ei osoita puutteita Vartiolentolaivueen Lentotoimintakäsikirjassa, menetelmissä tai muissa ohjeistuksissa. Opinnäytetyön tulokset voivat edistää Vartiolentolaivueen pelastustoimintaan liittyvien suositusten ja näyttöön perustuvan koulutuksen kehittämistä. Vartiolentolaivueen Lentotoimintakäsikirja on lähteenä luokiteltava salaiseksi lentotoiminnan viranomaisluonteensa vuoksi.

Opinnäytetyön ollessa suomenkielinen sen tuloksia on referoitu englanniksi kansainvälisen pintapelastajayhdistyksen (European rescue swimmers association) jäsenlehteen kirjoittamassani artikkelissa ”The Physiological Effects of Winching Equipment” (Rescue swimmer. 2018: 18 – 23). Artikkelissa tuodaan esille nostovälineiden fysiologisten vaikutusten ymmärtämisen tärkeys vinssaustoiminnan prosessiin liittyvässä päätöksenteossa. Artikkelin sisältävä jäsenlehti on julkaistu myös digitaalisena versiona yhdistyksen www-sivuilla (www.eurorsa.com).

Lähteet

Adisesh, A – Robinson, L – Codling, A – Harris-Roberts, J – Lee, C – Porter, K 2009. Evidence-based review of the current guidance on first aid measures for suspension trauma. Research Report, RR708. Health and Safety Laboratory. University of Birmingham. Health and Safety Executive. United Kingdom.
<www.hse.gov.uk/research/rrpdf/rr708.pdf> Luettu 22.7.2017.

Ahonen, Sanna-Mari – Jääskeläinen, Petri – Kangasniemi, Mari – Liikanen, Eeva – Pietilä, Anna-Maija – Utriainen, Kati 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: Eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. *Hoitotiede*. Vol. 25; (4)291–301.

Airborne Systems. 2017. Helicopter Rescue Strop.
<www.irvingq.com/irvingq-products-services/aerial-delivery-search-and-rescue-products/aerial-delivery-equipment-sar-copy-2/helicopter-rescue-strop/> Luettu 20.8.2017.

Australian Transport Safety Bureau ATSB. Aviation Occurrence Investigation. AO-2013-136. Helicopter winching accident involving Bell Helicopter Co. 412EP VH-VAS. 2013. <www.atsb.gov.au/publications/investigation_reports/2013/aair/ao-2013-136/> Luettu 20.8.2017.

Golden, F. St. C – Hervey, G. R – Tipton, M. J 1981. Circum-Rescue Collapse: Collapse sometimes fatal, associated with rescue of immersion victims. *Journal of the Royal Naval Medical Service*, Vol 77 (winter)1991: 139–149.
<<https://www.researchgate.net/publication/21341061>> Luettu 5.5.2017.

Knudstrup, Thomas – Matheson, Brad 2017. Hoisting unconscious casualties.
<www.airmedandrescue.com/features/hoisting-unconscious-casualties> Luettu 19.8.2017.

Lentotoimintakäsikirja. 2018. Vartiolentolaivue. Rajavartiolaitos.

Madsen, Per – Svendsen, Lars Bo – Jørgensen, Lisbeth G – Matzen, Steen – Jansen, Erik – Secher, Niels H 1998. Tolerance to head-up tilt and suspension with elevated legs. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 69(8):781-784.
<www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9715968> Luettu 15.6.2017.

Meripelastusasetus. 2002. A 2002/37

Murphy, David – Garner, Alan – Bishop, Rod 2011. Respiratory function in hoist rescue: Comparing slings, stretcher and rescue basket. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 82 (2):123–127.
<www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21329027> Luettu 10.6.2017

Pintapelastajan lentokoulutusohjelma. 2018. Vartiolentolaivue, Rajavartiolaitos.

Raatikainen, Juho 2017. Pintapelastaja (evp), Turun Vartiolentue, Vartiolentolaivue. Verkkohaastattelu 4.3.2017.

Rajavartiolaki 2005. L15.7.2005/578.

Roeggla, Martin – Brunner, Michael – Michalek, Andrea – Gamper, Gunnar – Marschall, Ingrid – Hirschl, Michael M – Laggner, Anton N – Roeggla, Georg 1996. Cardiorespiratory response to free suspension simulating the situation between fall and rescue in a rock climbing accident. Department of Emergency Medicine. University of Vienna. *Wilderness and Environmental Medicine* 2:109-114.
<www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11990103> Luettu 10.5.2017.

Rollink, JD – Witt, K – Hänert, W – Rix, W – Schwindt, M 2001. Rescue Lifting System (RLS) Might Help to Prevent Death After Rescue from Immersion in Cold Water. *International Journal of Sports and Medicine* 22:17-20.
<www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11258635> Luettu 15.5.2017.

Sand, Olav – Sjaastad, Øystein V. – Haug, Egil – Bjålie, Jan G. – Toverud, Kari C. 2015. *Ihminen. Fysiologia ja anatomia*. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Sane, Timo 2010. Endokrinologia. Ortostaattinen hypotensio. Oppiportti. Duodecim 2018.

<www.oppiportti.fi/op/end00811/do?p_haku=ortostaattinen%20hypotensio#q=ortostaattinen%20hypotensio> Luettu 2.3.2018.

Seddon, Paul 2002. Harness suspension: review and evaluation of existing information. Contract research report 451/2002. Health and Safety Executive.

<www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/2002/crr02451.pdf> Luettu 3.5.2017

Terveysportti. 2017. Synkopee. Duodecim. Verkkodokumentti.

<www.terveysportti.fi.ezproxy.metropolia.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00105&p_haku=osturaalinen,%20ortostaattinen%20synkopee> Luettu 13.10.2017.

Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje. 2012. Tutkimuseettinen neuvottelukunta.

<www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf> Luettu 3.4.2017.

Vartiolentolaivue. Rajavartiolaitoksen www-sivut 2017. <www.raja.fi/vllv> Luettu 20.3.2017.