

Joonas Kiili

TUTKIMUS AORTAN SULKUPALLON (REBOA:N) KÄYTÖSTÄ ENSIHOIDOSSA MAHDOLLISETI HYÖTYVISTÄ POTILAISTA

Lääketieteen ja terveystieteiden tiedekunta
Syventävien opintojen kirjallinen työ
Elokuu 2019

TIIVISTELMÄ

Joonas Kiili: Tutkimus aortan sulkupallon (REBOA:n) käytöstä ensihoidossa mahdollisesti hyötyvistä potilaista
Syventävien opintojen kirjallinen työ
Tampereen yliopisto
Lääketieteen lisensiaatin tutkinto-ohjelma
Elokuu 2019

Verenvuoto on merkittävin vammapotilaiden estettävissä oleva kuolinsyy. Raajojen suurien verenvuotojen tyrehtyttämiseen kehitetyt menetelmät ovat merkittävästi vähentäneet niihin liittyntä kuolleisuutta. Vartalon alueen sisäiset massiiviset verenvuodot ovat kuitenkin edelleen merkittävä vammapotilaiden kuolleisuuden syy muiden hoitojen kehityksestä huolimatta.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka moni FinnHEMS 30:n kohtaamista, verensiirron saaneista potilaista hyötyisi kohteessa tai matkalla sairaalaan aloitetusta REBOA-hoidosta ja millainen on näiden potilaiden vammaprofiili. Lisäksi pyrittiin selvittämään, miten verituotteita käytetään ja käyttöindikaatioita noudatetaan FinnHEMS 30:ssa sekä miten potilaat ovat hyötynneet verensiirroista.

Aineisto koostui 18.11.2015–18.10.2018 FinnHEMS 30:n (FH30) kohtaamista potilaista, joille ensihoitolääkäri oli antanut punasoluja sairaalan ulkopuolella. Potilaiden tiedot kerättiin tehtäviin osallistuneiden ensihoitoyksiköiden ensihoitokertomuksista, FinnHEMS-kaavakkeista, verensiirtokaavakkeista sekä Tays:n sähköisestä potilastietojärjestelmästä. Punasoluja sai tutkimusaikana yhteensä 62 potilasta.

Tutkimuksen potilaista 48 % sai enemmän kuin yhden punasoluyksikön. Kuivaplasma otettiin käyttöön FinnHEMS 30:ssa 11.4.2017 eli tämän tutkimusajan puolivälissä. Käyttöä otton jälkeen kuivaplasmaa infusoiitiin 47 %:lle punasoluja saaneista potilaista. Ruumiinlämpöä lukuun ottamatta kaikkien vitaalien mediaani parani verituotteiden antoa edeltäneistä arvoista sairaalassa mitattuihin. Kaksi (3,5 %) potilaista kuoli ennen sairaalaan pääsyä. Punasoluja ensihoidossa saaneiden potilaiden kokonaiskuolleisuus oli 19 %. Ainuttakaan verensiirtoihin liittyntä haittatapahtumaa ei tapahtunut tutkimusjakson aikana.

Potilaiden ikäjakauma oli tasainen, mutta nuorten osuus oli voimakkaammin edustettuna verrattuna kaikkien ensihoidon potilaiden ikäjakaumaan. Potilaista 74 % oli miehiä. Tehtävistä 74 %:ssa taustalla oli vammautuminen. Yleisin tehtävälaji oli liikenneonnettomuudet, joita kaikista tehtävistä oli 50 %. Seuraavaksi yleisimmät tehtävälajit olivat peruselintoimintojen häiriö (17 %), muu vammautuminen (12 %) ja väkivalta (12 %).

Tutkimusjoukosta löytyi yhteensä neljä REBOA-hoidon kriteerit täyttäneitä potilasta ja kolme potilasta, joilla oli indikaatio REBOA-holkin asettamiselle. Näillä potilailla yleisimmät vammat olivat alaraajojen ja lantion murtumat, alaraajojen suurten verisuonirunkojen vauriot sekä sisäelinten repeämät. Kriteerit täyttäneistä potilaista 50 % menehtyi sairaalassa.

FH30 kohtaa vuosittain noin yhden REBOA-hoidon kriteerit täyttävän potilaan. REBOA voi parantaa näiden potilaiden selviytymismahdollisuutta, mikäli potilailla on verenvuotoa sisäelimistä tai vuodon hallinta perinteisin menetelmin epäonnistuu. Verituotteiden antokriteerejä noudatettiin tarkasti. Vitaalien mediaanien positiivisten muutosten perusteella potilaat vaikuttavat hyötynneen punasoluista.

Avainsanat: REBOA, punasolu, kuivaplasma, FinnHEMS

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
1.1	MONIVAMMAPOTILAS	1
1.2	MASSIIVISET VERENVUODOT	1
1.3	MASSIIVIVERENVUODON HOITO	3
1.4	PORRASTETTU ENSIHOITOJÄRJESTELMÄ JA LÄÄKÄRIYKSIKKÖ	6
1.5	TUTKIMUKSEN TAVOITE	7
2	TUTKIMUSAINIESTO JA -MENETELMÄT	7
3	TULOKSET	8
3.1	POTILASMATERIAALI	8
3.2	TEHTÄVÄLUOKAT JA HÄLYTTÄJÄ	9
3.3	TEHTÄVIEN VUOROKAUDEN SISÄINEN JA KUUKAUSITTAINEN VAIHTELU	10
3.4	TEHTÄVIEN ALUEELLINEN JAKAUTUMINEN	12
3.5	TEHTÄVIIN LIITTYNEET VIIPEET	14
3.6	ANNETUT HOIDOT JA HOIDON VASTE	14
3.7	POTILAIDEN PERUSSAIRAUDET	16
3.8	VERENSIIRRON INDIKAATIOT ENSIHOIDOSSA	17
3.9	REBOA-HOIDON INDIKAATIOT JA ARVIOITU HOIDOSTA HYÖTYMINEN	18
4	POHDINTA	19
4.1	REBOA-HOIDOSTA HYÖTYVÄT POTILAAT	19
4.2	TEHTÄVIEN ERITYISPIIRTEET	20
4.3	TOTEUTUNEET VERENSIIRROT ENSIHOIDOSSA	22
4.4	TUTKIMUKSEN RAJOITTEET	23
4.5	JOHTOPÄÄTÖKSET	24
LÄHTEET		25

1 JOHDANTO

1.1 Monivammapotilas

Monivammalla tarkoitetaan useammassa kuin yhdessä kehonosassa olevia vammoja, jotka voivat yhdessä tai erikseen vaarantaa elimistön normaalin fysiologian ja aiheuttaa myös vahingoittumattomien elinten toimintahäiriön. Monivammapotilaat ovat suuremmissa pysyvän vammautumisen ja hengenvaarassa kuin yksittäisten vammojen perusteella voisi olettaa. (1,2)

Maailmanlaajuisesti tapaturmat ovat johtava vakavan vammautumisen ja kuoleman syy (3,4). Yleisimmät vakavia vammautumisia ja kuolemia aiheuttaneet onnettomuustyytit Suomessa ovat liikenne-, putoamis- ja kaatumisonnettomuudet (1,5). Suomessa tapaturmat ja väkivalta ovat neljänneksi yleisin kuolinsyy. Vuonna 2014 tapaturmissa kuoli 2 408 suomalaista. (5) Tapaturmat ovat selvästi yleisimpiä miehillä, ja esiintyvyyshuiput ovat 20 ja 70 vuoden iässä. Nuoret ihmiset ovat yliedustettuina vakavissa tapaturmissa ja tapaturmaperäisissä kuolemissa, mikä lisää ongelman yhteiskunnallista taakkaa. Tämän lisäksi väestötutkimukset ovat osoittaneet vammapotilaiden korkeampaa kuolleisuutta syrjäseuduilla kaupunkeihin verrattuna. Suurin osa suurten asutuskeskusten ulkopuolella vammautuneiden potilaiden kuolemista tapahtuu ennen sairaalaa. (4,6)

Monivammapotilaiden yleisimmät kuolinsyyt ovat aivovamma, seuraavana massiiviverenvuoto ja kolmantena vammautumista seuraavina päivinä tapahtuva fysiologian romahtaminen sepsiksen tai monielinvaurion seurauksena. Aivovaurio on yleinen kuolinsyy kaikissa hoitoketjun vaiheissa. Verenvuodosta johtuvat kuolemat tapahtuvat pääsääntöisesti välittömästi tai hoidon alkuvaiheessa. Fysiologian romahtaminen tapahtuu puolestaan yleisemmin vammautumista seuraavina päivinä. (6,7)

1.2 Massiiviset verenvuodot

Verenvuoto on merkittävin estettävissä oleva vammapotilaiden kuolinsyy (1,7–11). Verenvuodot voidaan jaotella komprimoitaviin ja ei-komprimoitaviin vuotoihin. Ei-komprimoitavien vuotojen syitä

ovat mm. keuhkovauriot, sisäelinten repeämät, torson alueen verisuonirungon repeämät sekä lantiomurtumat, joihin liittyy lantioarenkaan muodon muutos. (10) Komprimoitavien vuotojen hoitovälineiden kehitys on johtanut vähentyneeseen kuolleisuuteen, kun taas vastaavasti ei-komprimoitavat vuodot ovat edelleen merkittävä vammaopotilaiden kuolinsyy muiden hoitojen kehityksestä huolimatta. Rachaelin ym. (2019) tutkimuksen mukaan jopa 96 %:lla verenvuotoon kuolleista potilaista oli kuolinsyynä vartalon alueen verenvuoto. Benjaminin ym. (2015) tutkimuksen mukaan ei-komprimoitavien vuotojen kuolleisuus on 45 %. (6–9,12) Vatsan alueen verenvuodot ovat yleisimmin peräisin maksasta tai pernasta. Tämän lisäksi verenvuotoa voi olla, joskin huomattavasti harvemmin, myös suoliston eri osista, suurista verisuonirungoista sekä muista vatsaontelon elimistä. (1) Lantionmurtumat aiheuttavat myös merkittäviä vuotoja (1,11). Yleisimmin lantion alueella vuotaa sisempi lonkkavaltimo tai jokin sen haaroista. Vatsan ja lantion alueen vuodot ovat usein tilavuuksiltaan erittäin suuria, koska vuoto ei tamponoidu itsestään. (1)

Elimistö pyrkii erilaisin kompensatiomekanismein turvaamaan keskeisten elinten, kuten aivojen ja sydämen, veren- ja hapensaannin verenvuodosta johtuvassa hypovolemiassa. Elimistössä vapautuu katekoliamiineja reaktiona hypovolemian aiheuttamaan hapenpuutteeseen kudoksissa. Katekoliamiinit saavat aikaan perifeerisen vastuksen kasvamisen ja verenkierron vähenemisen iholta, suolistosta ja lihaksista. Sydämessä katekoliamiinit nostavat sykettä ja lisäävät supistuvuutta. Hengitystaajuuden ja sykkeen nousu ovat ensimmäisiä havaittavia merkkejä verenvuotoshokista. (13)

Vuotavalla vammapotilaalla voidaan tunnistaa useita patofysiologisia prosesseja, jotka erikseen ja yhdessä voimistavat toisiaan, pahentavat verenvuotoa ja heikentävät potilaan elintoimintoja. Keskeisimmät näistä prosesseista ovat hypotermia, koagulopatia ja asidoosi, jotka tunnetaan myös kuolemankolmiona. Hypotermia on yleinen monivammapotilailla. Syitä hypotermiaan ovat fyysinen kylmäaltistus, päihtymys, verenkierrolliset muutokset (esim. hypovolemiasta johtuen) sekä potilaalle suonensisäisesti annostellut lämmittämättömät nesteet. Hypotermian vakavuus on suoraan verrannollinen kuolleisuuteen. Hypotermia vähentää hyytymistekijöiden aktiivisuutta ja heikentää verihytaleiden kiinnittymistä toisiinsa ja näin pahentaa verenvuotoa. Koagulopatia on osin tuntemattomien monimutkaisten prosessien aiheuttama hyytymistekijöiden toimimattomuus. Hyytymishäiriön vaikeuden ja vammojen vakavuuden välillä on havaittu korrelaatio. Syntyntä koagulopatiaa on vaikea korjata, minkä vuoksi onkin tärkeää ehkäistä siihen johtavia syitä. Tiedossa olevia koagulopatiaa pahentavia tekijöitä ovat asidoosi, hypotermia ja hemodiluutio. Veri happamoituu, kun verenhukasta, kudoksen- tai verisuonivauriosta johtuva riittämätön kudospesuus aiheuttaa anaerobisen metabolian käynnistymisen ja laktaattiasidoosin. Elimistön homeostaattiset mekanismit pyrkivät pitämään elimistön pH:n normaalina. Potilaan tilan huonontuessa nämä

mekanismit voivat muuttua toimimattomiksi tai riittämättömiksi pahentaen asidoosia. Muutokset pH:ssa heikentävät entsyymien toimintaa, ja asidoosin vaikeus korreloikin suoraan hyytymistekijöiden toimintahäiriöihin. (14)

1.3 Massiiviverenvuodon hoito

Voimakkaasti vuotavien potilaiden hoidossa on tärkeää nopea tilanteen tunnistaminen, vuodon hallinta ja menetetyin verivolyymiin korvaus (1,13,14). Keskeistä on minimoida ajat vamman synnystä vuodon hallintaan ja tästä edelleen lopulliseen hoitoon (1). Edellä mainittuja vuotavan monivammapotilaan hoitoperiaatteita voidaan kuvata englanninkielisellä termillä ”damage control resuscitation” (DCR). DCR on kehittynyt damage control -kirurgiasta, jossa keskeisenä ajatuksena on tehdä vain potilaan tilan vakauttamisen kannalta tärkeät toimenpiteet ja näin vähentää leikkauksesta potilaan fysiologialle aiheutuvaa kuormaa. DCR:n tavoitteena on saavuttaa fysiologinen stabiilitetti korvaamalla menetetty veri välttämällä veren diluutiota ja koagulopatiaa. DCR:ssa tärkeämpää on ennaltaehkäistä potilaan fysiologian heikkenemistä kuin korjata itseään vahvistavia prosesseja (kuolemankolmio) jälkikäteen. DCR:n keskeisiä menetelmiä ovat verenvuodon tyrehtyttäminen, sallittu hypotensio, rajoitettu nesteenanto, hemostaattinen resuskitaatio, lämpötaloudesta huolehtiminen sekä asidoosin korjaaminen. Verenvuodon tyrehtyttämisen osalta kaikkien käytössä olevien keinojen tulisi olla osa DCR:a. (14)

Verituotteet ovat keskeinen osa sairaalassa tapahtuvaa monivammapotilaan resuskitaatiota. Viime vuosina punasoluja ja kuivaplasmaa on alettu käyttää myös vammapotilaiden ensihoidossa lääkäriyksiköissä mm. Englannissa, sillä aikaisemman verituotteiden infusoinnin on osoitettu parantavan massiiviverenvuodosta kärsivien potilaiden ennustetta. (15) Punasolusiirrot on otettu FinnHEMS 30:ssa osaksi massiiviverenvuotopotilaiden hoitoa 18.11.2015 ja kuivaplasma 11.4.2017. Punasolujen ja kuivaplasman antokriteereinä on epäilty tai todettu akuutti massiiviverenvuoto traumapotilaalla tai matala (alle 90 mm Hg) systolinen verenpaine. Vammautumisen lisäksi verituotteiden antoa voi harkita aortan aneurysman epäilyissä tai raskauteen liittyvissä verenvuodoissa.

Ei-komprimoitavien vuotojen hallintaan on kehitetty ja edelleen kehitetään uusia menetelmiä. Tällä hetkellä ensihoidossa juktionaalisiin, lantion ja torson alueen verenvuotoihin käytössä olevia menetelmiä ovat erilaiset lantioirengasta tukevat vyöt, Abdominal Aortic and Junctional Tournquet (AAJT) sekä resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta eli REBOA. Lantiota tukevat

vyöt on suunniteltu lantion alueen verenvuotojen hallintaan, ja niiden toiminta perustuu lantion sisäisen vatsaontelon tilavuuden pienentämiseen, murtumalinjojen painamiseen yhteen ja jo syntyneiden hyytymien irtoamisten estoon. Lantiontukivöiden etuna on niiden helppokäyttöisyys, eikä käyttö estä muiden vuodonhallintavälineiden, kuten AAJT:n tai REBOA:n, käyttöä. Lantiovöiden heikkous on, etteivät ne tehokkaasti estä valtimoperäisiä vuotoja. (16)

AAJT on leveä kiristysmekanismilla ja ilmalla täytettävällä painepussilla varustettu vyö. AAJT:n teho perustuu vyössä olevaan kiilan muotoiseen, ilmalla täytettävään pussiin. Vyö asetetaan ja kiristetään tiukasti torson ympärille, siten että pussi on halutun valtimorungon päällä. Tämän jälkeen rakkoon pumpataan ilmaa, kunnes valtimoverenkierto lakkaa distaalisesti. AAJT:llä voidaan puristaa umpeen vatsa-aortta, kainalo- tai reisivaltimo. Monikäyttöisyyden lisäksi AAJT:n etuja ovat helppokäyttöisyys ja noninvasiivisuus. Sen on osoitettu olevan tehokas vatsa-aortan painamisessa umpeen. AAJT:lla saatiin ultraääniseurannassa reisivaltimoista katoamaan verenkierto 15:llä 16:sta normaalipainoisesta koehenkilöstä. Vatsan alueen lävistävä vamma on kontraindikaatio AAJT:lle aorttaa tukittaessa. (16)

REBOA on eläinkokeiden ja alustavien kliinisten tutkimusten perusteella lupaava menetelmä eikomprimoitavien torson alueen vuotojen hallintaan. (8,9,14,16) REBOA:a on käytetty menestyksekkäästi myös ensihoidossa. (11) REBOA on tekniikka, jossa aorttaan asetetaan reisivaltimon kautta Seldingerin tekniikkaa hyödyntäen sulkupallolla (ballongilla) varustettu katetri. Ballonki täytetään keittosuolalla, jolloin se estää aortan verenvirtauksen ballongista distaalisesti. (8–10) Ennen katetrin asettamista tulee päättää, mille tasolle ballonki halutaan asettaa. Tähän on olemassa kolme vaihtoehtoa (alueet 1–3). Yleisimmin käytössä ovat alue 1, jossa ballonki asetetaan vasemman solisvaltimon ja sisusvaltimorungon väliselle alueelle, sekä alue 3, jossa ballonki asetetaan munuaisvaltimoiden alapuolelle. Alue 1:tä käytetään, kun halutaan estää vatsan alueella ja siitä alaspäin olevat vuodot. Alue 3:a käytetään, kun vuodon tiedetään johtuvan lantiomurtumasta. (9,10) Benjaminin ym. (2015) tutkimuksessa alue 1 ja alue 3 indikoitujen potilaiden välinen suhde oli noin 3:2. (12)

REBOA:lla saavutetaan vuotoshokissa olevan potilaan kannalta useita hyödyllisiä vaikutuksia. Vähentämällä verenvirtausta ballongin distaalipuolella vähennetään verenvuotoa merkittävästi, ja lisäksi ballongin proksimaalisen puolen verenkierron paineet kasvavat merkittävästi. Verenpaineen nousu saa aikaan sydämen jälkikuorman kasvun sekä sydämen ja aivojen perfuusion lisääntymisen. Aivojen verenkierron paraneminen vähentää teoriassa myös sekundaarisen aivovaurion laajuutta. (8–10) Vastaavasti verenkierron tukkiminen aiheuttaa iskemiaa distaaliin kudoksiin ja elimiin,

minkä vuoksi REBOA on vain väliaikainen työkalu matkalla lopulliseen hoitoon. (8,9) Yli 60 minuutin okklusioaikojen on osoitettu aiheuttavan sydän- ja sisäelinvaurioita sekä selkäytimen iskemiaa (8,16). Ballongin poistamisen jälkeen tulee varautua verenkierron palautumisen aiheuttamiin seurauksiin, kuten uusintavuotoihin ja reperfuusiovaurioon (8,10). Komplikaatioriskien lisäksi REBOA:n heikkous on, että se on toimenpiteenä vaativa ja aikaa vievä. REBOA-hoidon aloittamiseen tarvitaan lääkäri, ja optimaalisissakin olosuhteissa asettaminen vie 4–6 minuuttia. (16)

REBOA:a voidaan käyttää kolmella vaihtoehdoisella tavalla. Totaalisessa REBOA:ssa (cREBOA) estetään aortan verenkierto REBOA:sta distaalisesti asettamalla ballonki paikoilleen ja jättämällä se täytetyksi, kunnes korjaava leikkaushoito on saatu annettua. Osittaisessa REBOA:ssa (pREBOA) ballonki täytetään vain osittain, jolloin ballongin distaalipuolelle sallitaan vähäinen verenkierto. Ajoittaisessa REBOA:ssa (iREBOA) ballonki täytetään, minkä jälkeen se tyhjennetään ajoittain distaalisen verenkierron palauttamiseksi hetkellisesti. Vaihtoehdoisilla pREBOA:lla ja iREBOA:lla pyritään vähentämään REBOA:n aiheuttamia iskeemisiä vaurioita sekä pidentämään kokonaiskäyttöaikaa. (8,10)

FinnHEMS 30:ssa REBOA:n käyttöindikaatioiksi on suunniteltu mm. vammasta johtuvaa tai synnytyksen jälkeen ilmenevää (PPH, postpartum hemorrhage) johtuvaa massiivista verenvuotoa yhdistettynä matalaan systoliseen verenpaineeseen (SAP) tai verenvuodosta aiheutunutta, lyhyellä viipeellä seurannutta elottomuutta, jossa potilas on PEA:ssa (pulseless electrical activity). Elottomilla potilailla voidaan REBOA-hoidon lisäksi harkita torakotomiaa (RT, resuscitative thoracotomy). REBOA-hoidon kriteerit selviävät taulukosta 1.

Taulukko 1. REBOA:n indikaatiot ja kontraindikaatiot

Indikaatiot	Kontraindikaatio
- Pallean alainen verenvuoto <ul style="list-style-type: none"> • Tylppä / terävä vamma / PPH / muu? JA - SAP < 80 mmHg / verenvuotoshokin kliininen kuva / huononeva dynamiikka TAI - Elottomuus (PEA?) < 10 min	- Pallean yläpuolinen verenvuoto - Verenvuoto tyrehtyy muuten - Elottomuus kestänyt ≥ 10 min - Muut kuolettavat vammat - Monisairaat, hoidonrajaukset - Alle 36 kg tai alle 16 v

	Eloton	SAP <60 mmHg	SAP 60-80 mmHg	SAP >80 mmHg
Vatsavamma	REBOA I + DCR	DCR + REBOA I	DCR + REBOA holkki	DCR
Lantion vamma, juktionaalinen vamma, PPH	REBOA III + DCR	DCR + REBOA III	DCR + REBOA holkki	DCR
Elottomuuden muu hoito. RT?				

1.4 Porrastettu ensihoitojärjestelmä ja lääkäriyksikkö

Suomessa toimii porrastettu ensihoitojärjestelmä, johon kuuluvat ensivaste, perustason ja hoitotason ensihoito sekä lääkäriyksiköt. Lääkäriyksikön lääkäri toimii alueensa lääkinnällisenä johtajana ja osallistuu kaikkein kriittisimmille ensihoitotehtäville. Tehtävien lisäksi päivystävä ensihoitollääkäri vastaa alueensa ensihoitoyksiköiden konsultaatioihin. (17) Ensihoitollääkäriin tehtäviin kuuluvat erityisesti kaikkein vaativimmat toimenpiteet, joita muut ensihoitojärjestelmän yksiköt eivät kykene suorittamaan, kuten esimerkiksi yleisanestesian ja invasiivisen verenpaineenmittauksen aloittaminen. (18) Suomessa ensihoidon lääkäripalvelut toteutetaan pääasiassa lääkärihelikopteritoimintana, jota hallinnoi valtakunnallisesti FinnHEMS Oy. FinnHEMS Oy:n omistavat Suomen yliopistolliset sairaanhoitopiirit. FinnHEMS 30:n (FH30) tukikohta sijaitsee Tampere-Pirkkalan lentoasemalla, mistä se liikkuu helikopterilla tai maayksiköllä Pirkanmaalla sekä osittain Kanta-Hämeen, Keski-Suomen, Satakunnan ja Varsinais-Suomen sairaanhoitopiirien alueilla. FH30 hälytetään vuosittain noin 3000 tehtävälle. (19)

1.5 Tutkimuksen tavoite

Lääkäriyksiköiden avulla pyritään parantamaan kriittisesti sairastuneiden ja vammautuneiden potilaiden ennustetta tuomalla tehohoitotaitoinen lääkäri ja lääkintälaitteet potilaan luo kohteeseen ja kuljetuksen ajaksi.

Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, kuinka moni FH30:n kohtaamista potilaista hyötyisi REBOA-hoidosta ja minkälaisia vammoja näillä potilailla on. Otannaksi valikoituivat potilaat, joille FH30 on ensihoidossa aloittanut verituotteiden antamisen, sillä REBOA-hoidon kriteerit täyttävä potilas täyttää aina myös hätäverensiirron kriteerit. Tutkimuksessa haluttiin selvittää myös, kuinka moni potilas hyötyi verensiirrosta. Huomiota kiinnitettiin lisäksi hätäverien antokriteerien noudattamiseen.

2 TUTKIMUSAINEISTO JA -MENETELMÄT

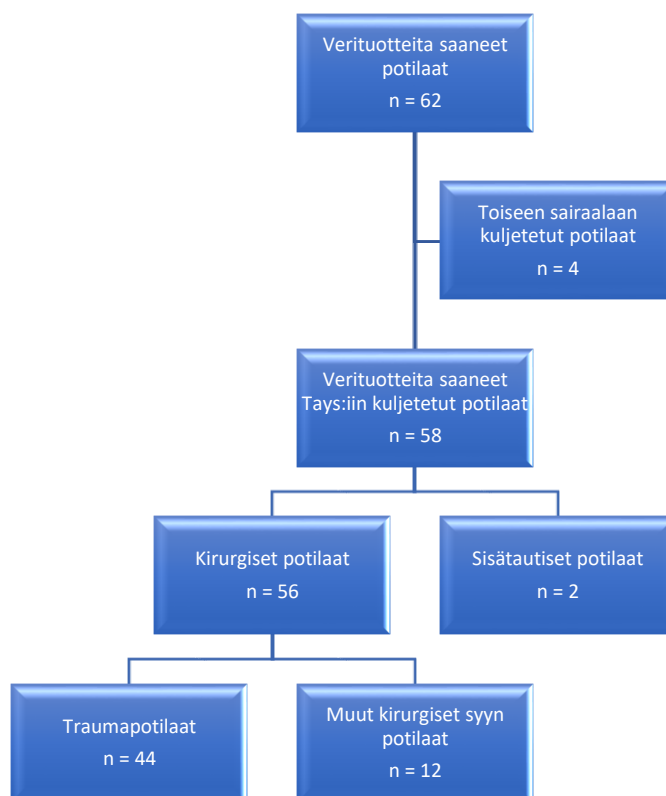
Tutkimus tehtiin retrospektiivisesti keräämällä tiedot FinnHEMS 30:n hoitamista potilaista, jotka olivat saaneet verituotteita ensihoidon aikana. Lääkäriyksikön verensiirtoja koskevan ohjeen mukaan verensiirto tulee aloittaa potilaille, joilla on todettu tai epäillänsä massiiviverenvuotoa, sekä potilaille, joiden systolinen verenpaine on alle 90 mmHg tai joiden rannesyke ei tunnu. Tutkimuksen otannaksi valittiin FH30:n hoitamat potilaat, jotka olivat saaneet verituotteita protokollan käyttöönoton ja tutkimuksen alun välisenä aikana, aikavälillä 18.11.2015–18.10.2018. Tutkimuksen ulkopuolelle rajattiin potilaat, joiden lopullinen kuljetusosoite oli jokin muu kuin Tays, sillä näiden potilaiden potilastietoihin ei tutkijoilla ollut pääsyä, eikä näin ollen heidän diagnooseista tai selviytymisestä ollut mahdollista saada tietoa. Tiedot kerättiin FinnHEMS:n arkistoinimista verensiirtokaavakkeista ja FinnHEMS 30:n omista hoitokaavakkeista, ensihoitoyksikön SV210-kaavakkeista sekä Tampereen yliopistollisen sairaalan sähköisestä potilastietojärjestelmästä. FinnHEMS-hoitokaavake puuttui 13 potilaan kohdalla. Näiden potilaiden osalta kaavakkeesta tarvittavat tiedot tarkistettiin FinnHEMS:n omasta tietokannasta.

FinnHEMS:n kaavakkeista ja tietojärjestelmästä kerättiin tiedot tehtävän hälytyskoodista, hälyttäjistä ja tehtävän kunnasta. Lisäksi kerättiin tiedot ajoista, jolloin hälytys on tehty, potilas kohdattu, verenanto aloitettu ja potilas on ollut perillä hoitolaitoksessa. FinnHEMS:n ja ensihoitoyksikön kaavakkeista sekä Tays:n potilastietojärjestelmästä kerättiin tiedot potilaan iästä, sukupuolesta, perussairauksista, sairaalassa todetuista diagnooseista sekä potilaan vitaleista ensimmäisen yksikön kohdatessa, ennen verensiirtoa ja sairaalassa. Tays:n potilastietojärjestelmästä kerättiin lisäksi tiedot potilaan jatkohoidosta, hoidonrajauksesta, jatkohoito-osastosta, tehohoidon pituudesta, sairaalahoidon pituudesta sekä selviytymisestä sairaalasta. Aikamuuttujia kuvataan tässä tutkimuksessa mediaanilla sekä ala- ja yläneljänneksellä [IQR]. Kerätyt tiedot tilastoitiin ja analysoitiin Microsoft Excel -tilasto-ohjelmalla.

3 TULOKSET

3.1 Potilasmateriaali

Verituotteita saaneita potilaita oli tutkimusajalla 62. Potilaiden rajautuminen ja jakautuminen taustasyyn mukaan on esitetty kuvassa 1. Potilaiden ikäjakauma oli melko tasainen ja keski-ikä oli 48 vuotta (7–87 vuotta). 74 % potilaista oli miehiä (n = 43) ja 26 % naisia (n = 15).



Kuva 1. Vuokaavio potilaiden jakautumisesta.

3.2 Tehtäväloukat ja hälyttäjät

Tehtävälajeista 74 % (n = 43) liittyi vammautumiseen. Tehtäväloukista selkeästi isoin ryhmä oli liikenneonnettomuustehtävät (A200, A202, A203 ja A213), joita oli kaikista tehtävistä puolet (n = 29, 50 %). Traumaan liittyvistä tehtävälajeista seuraavaksi yleisimpiä olivat väkivaltaan liittyvät tehtävät (n = 7, 12 %) ja muut erilaiset onnettomuudet (n = 7, 12 %), joihin lukeutui mm. putoamisia, kaatuminen, raajasta puristuksiin jääminen ja metsästysonnettomuus (A031). Ei-traumaattisista syistä johtuvia tehtäviä oli yhteensä 15 (26 %). Näistä tehtävistä vain kolmasosassa (n = 5) tehtäväkoodi viittasi selkeästi verenvuotoon tai sen riskiin. Punasoluja saaneiden potilaiden tehtäväloukat on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Hälytyskoodit

Hälytyskoodi	n	%
Traumat	43	74 %
Liikenneonnettomuudet	29	50 %
A203 tieliikenneonnettomuus: keskisuuri	13	22 %
A200 tieliikenneonnettomuus: muu (esim. polkupyöräilijä)	10	17 %
A202 tieliikenneonnettomuus: pieni	5	8,6 %
A213 raideliikenneonnettomuus: keskisuuri	1	1,7 %
Muu vammautuminen	7	12 %
A741 putoaminen	3	5,2 %
A031 ampuminen	1	1,7 %
A486 ihmisen pelastaminen puristuksista	1	1,7 %
B745 kaatuminen	1	1,7 %
B747 vamma: muu	1	1,7 %
Väkivalta	7	12 %
A032 puukotus	6	10 %
A033 potkiminen, hakkaaminen yms.	1	1,7 %
Ei-traumat	15	26 %
Peruselintoimintojen häiriöt	10	17 %
A/B705 Peruselintoiminnon häiriö	3	5,2 %
A/C793 Hoitolaitossiirto	3	5,2 %
A700 Eloton	2	3,5 %
B704 Rintakipu	1	1,7 %
D774 Heikentynyt yleistila	1	1,7 %
Verenvuodot	5	8,6 %
A/B761 Verenvuoto: Suusta	2	3,5 %
C762 Verenvuoto: Gynekologinen/Urologinen	1	1,7 %
B764 Verenvuoto: Säärihaava/Muu	1	1,7 %
A791 Synnytys	1	1,7 %
Kaikki yhteensä	58	100 %

Valtaosassa tehtäviä hälyttäjänä toimi hätäkeskus (n = 45, 78 %). Kohteessa ollut ensihoitoyksikkö pyysi FinnHEMS 30:aa lisäavuksi tehtävälle kahdeksassa (14 %) tehtävässä. Näiden lisäksi FinnHEMS 30 liittyi tehtävälle oma-aloitteisesti kolme kertaa (5,2 %) ja kenttäjohtaja hälytti FH30:n tehtävälle kaksi kertaa (3,5 %).

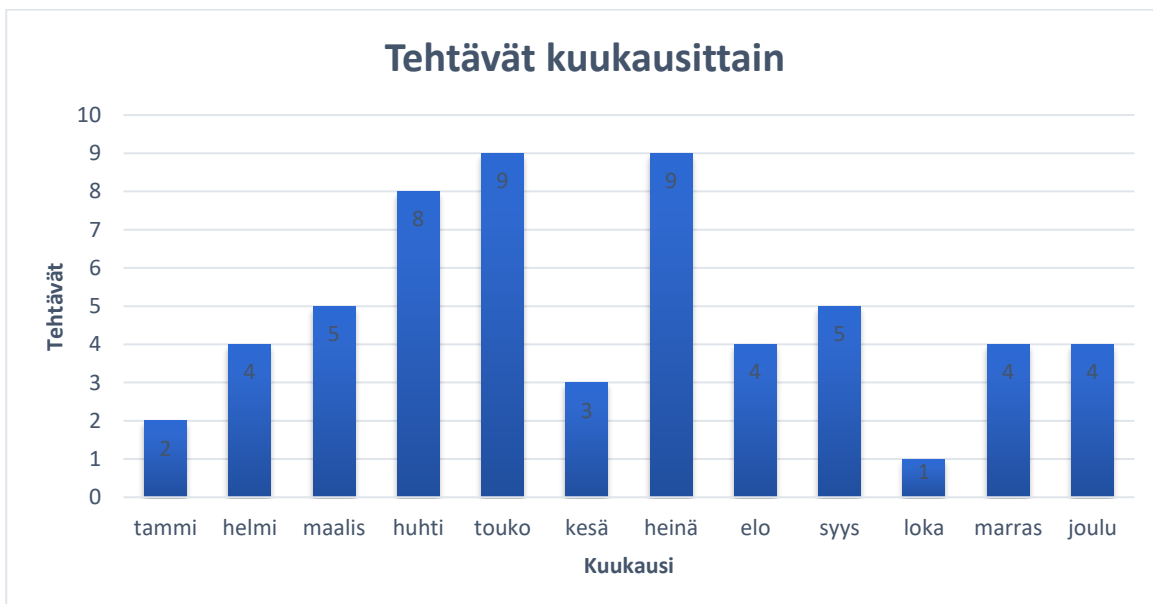
3.3 Tehtävien vuorokauden sisäinen ja kuukausittainen vaihtelu

Hälytysten kellonaikoja vertaillaessa huomataan, että eniten tehtäviä aamuisin kello 7–10 (n = 18, 26 %) ja iltapäivisin kello 16–17 (n = 8, 14 %). Hiljaisinta on aamuyöllä kello kahden ja kuuden välillä. Tehtävien vuorokausivaihtelu käy ilmi kuvasta 2.



Kuva 2. Tehtävien jakautumien eri vuorokaudenajoille.

Vuosivaihtelua tarkasteltaessa huhti-, touko- ja heinäkuu osoittautuivat kiireisimmiksi. Vähiten tehtäviä oli vastaavasti tammi-, kesä- ja lokakuussa. Tehtävämäärät kuukausittain selviävät kuvasta 3.



Kuva 3. Tehtävien vaihtelu eri kuukausina.

3.4 Tehtävien alueellinen jakautuminen

Tehtävistä 55 % (n = 32) tapahtui Pirkanmaan alueella. Pirkanmaan jälkeen eniten tehtäviä oli Keski-Suomen (n = 7, 12 %), Etelä-Pohjanmaan (n = 6, 10 %) ja Satakunnan (n = 6, 10 %) maakunnissa. Yleisin tehtäväkunta oli Tampere (n = 6, 10 %). Seuraavaksi yleisimmät tehtäväkunnat olivat Jämsä (n = 6, 10 %), Orivesi (n = 5, 8,6 %) ja Sastamala (n = 5, 8,6 %). Tehtäväkunnat kaikkien tehtävien osalta selviävät taulukosta 3.

Taulukko 3. Tehtäväkunnat.

Maakunta	Kunta	n	%
Pirkanmaa		32	55 %
	Tampere	6	10 %
	Orivesi	5	8,6 %
	Sastamala	5	8,6 %
	Kangasala	3	5,2 %
	Mänttä-Vilppula	2	3,5 %
	Ruovesi	2	3,5 %
	Valkeakoski	2	3,5 %
	Ylöjärvi	2	3,5 %
	Juupajoki	1	1,7 %
	Nokia	1	1,7 %
	Pirkkala	1	1,7 %
	Vesilahti	1	1,7 %
	Virrat	1	1,7 %
Keski-Suomi		7	12 %
	Jämsä	6	10 %
	Keuruu	1	1,7 %
Satakunta		6	10 %
	Karvia	3	5,2 %
	Honkajoki	1	1,7 %
	Huittinen	1	1,7 %
	Pori	1	1,7 %
Etelä-Pohjanmaa		6	10 %
	Kauhajoki	2	3,5 %
	Alajärvi	1	1,7 %
	Kurikka	1	1,7 %
	Teuva	1	1,7 %
	Ähtäri	1	1,7 %
Kanta-Häme		2	3,5 %
	Hämeenlinna	1	1,7 %
	Tammela	1	1,7 %
Päijät-Häme		2	3,5 %
	Asikkala	1	1,7 %
	Sysmä	1	1,7 %
Keski-Pohjanmaa		1	1,7 %
	Kaustinen	1	1,7 %
Varsinais-Suomi		1	1,7 %
	Loimaa	1	1,7 %
Pohjanmaa		1	1,7 %
	Vaasa	1	1,7 %
Kaikki yhteensä		58	100 %

3.5 Tehtäviin liittyneet viipeet

Tutkimukseen mukaan otetuista 58:sta potilaasta viisi jouduttiin rajaamaan aikavertailujen ulkopuolelle ensihoitokertomuksista puuttuneiden kellonaikojen vuoksi, joten aikavertailuun jäi yhteensä 53 potilasta. Tehtäviin liittyneet viipeet selviävät kokonaisuudessaan taulukosta 4.

Taulukko 4. Viipeet tehtävillä.

	Mediaani (min)	IQR (min)	Vaihteluväli (min)
Hätäpuhelu → potilas kohdattu	45	35, 64	6–133
FH30 hälytys → potilas kohdattu	35	21, 47	5–73
FH30 hälytys → punasoluja potilaalle	59	43, 71	18–104
Potilas kohdattu → punasoluja potilaalle	21	9, 32	0–52
Hätäpuhelu → potilas sairaalassa	105	80, 135	28–195
Potilas kohdattu → potilas sairaalassa	55	31, 73	6–101

3.6 Annetut hoidot ja hoidon vaste

Potilaista 26 (44 %) sai kaksi punasoluyksikköä ensihoidossa. Yksi potilaista sai neljä yksikköä punasoluja ensihoidon aikana. Traneksaamihappoa annettiin 51 potilaalle (88 %). Vuodenhallintavälineistä AAJT:a oli kirjausten perusteella käytetty yhdelle potilaalle ja CAT-kiristyssidettä (Combat Application Tourniquet) ei yhdellekään. Kuivaplasma otettiin käyttöön 11.4.2017, eli noin puolessa välissä tutkimuksen seuranta-aikaa. Käyttöä otton jälkeen hoidetuista 36:sta potilaasta 17 (47 %) sai kuivaplasmaa 1–2 yksikköä. Heistä yhdeksälle (53 %) infusoitiin kaksi yksikköä kuivaplasmaa. Yhtäkään haittatapahtumaa verensiirtoon liittyen ei hoidetuilla potilailla todettu. Verensiirron lisäksi 18 potilaalle (31 %) aloitettiin yleisanestesia.

Kun FinnHEMS 30:n ja potilaan kohtaamisesta kuljetuksen päättymiseen sairaalaan kului alle 30 minuuttia, 13 potilaasta vain kolme (23 %) sai enemmän kuin yhden punasoluyksikön. Ajan ollessa yli 30 minuuttia puolet (51 %) potilaista sai kaksi yksikköä punasoluja. 30 minuutin ylittymisen jälkeen ei kuljetusajan pidentymisellä ollut enää vaikutusta kaksi punasoluyksikköä saaneiden potilaiden suhteelliseen osuuteen.

Ensihoidon aikana matalin mitattu systolinen verenpaine oli 85 [70, 110] mmHg, sairaalaan saapuessa se oli 108 [90, 124] mmHg, joten verenpaineen mediaani nousi 23 mmHg.

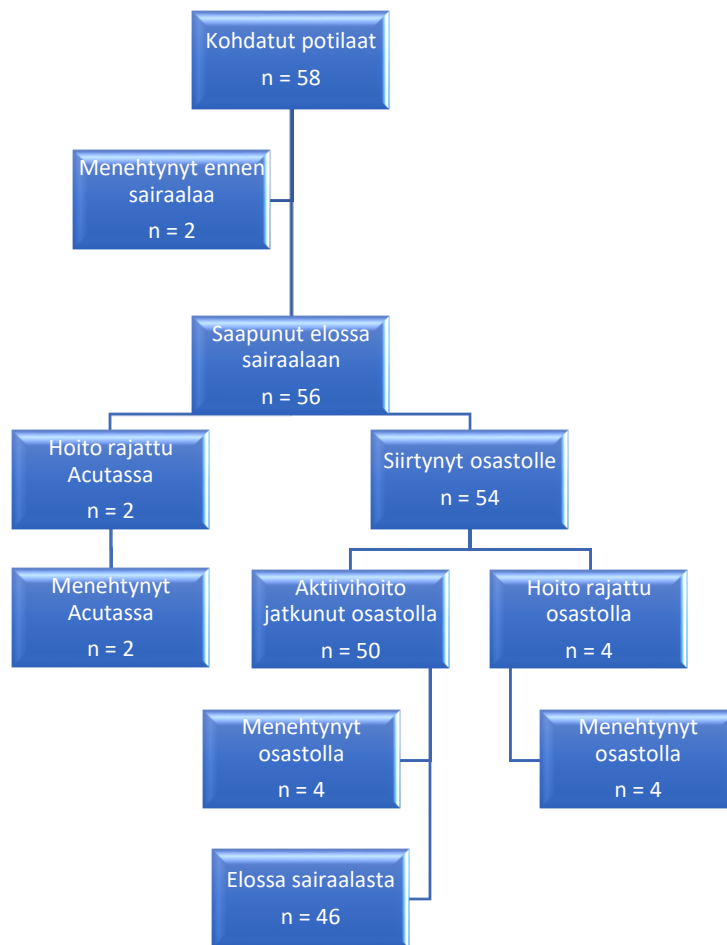
Keskiverenpaineen (MAP) mediaani parani ensihoidon 60 [48, 78] mmHg:sta sairaalan 71 [60, 93] mmHg:iin, yhteensä 11 mmHg. Kaikissa muissakin elintoiminnoissa tapahtui hienoinen parannus ensihoidon aikana, lämpöä lukuun ottamatta. Ruumiinlämpö oli kaiken kaikkiaan kirjattu sekä ensihoidossa että sairaalassa ainoastaan 16 potilaalta. Vaste hoidolle kaikkien elintoimintojen osalta selviää taulukosta 5.

Taulukko 5. Vitaalien muutokset. SAP (systolinen verenpaine), MAP (keskiverenpaine), SpO₂ (perifeerisen veren happisaturaatio).

	Ensihoito (huonoin)	Sairaala
SAP n= 47	mmHg	mmHg
Mediaani	85	108
IQR	70, 110	90, 124
Matalin	41	37
Korkein	150	173
MAP n = 46	mmHg	mmHg
Mediaani	60	71
IQR	48, 78	60, 93
Pienin	27	26
Suurin	130	129
Syke n = 50	1 / min	1 / min
Mediaani	103	100
IQR	88, 121	87, 112
Pienin	50	40
Suurin	150	151
Hengitystaaajuus n = 29	1 / min	1 / min
Mediaani	24	17
IQR	19, 28	13, 24
Pienin	12	10
Suurin	52	39
SpO₂ n = 44	%	%
Mediaani	94	96
IQR	87, 98	92, 99
Pienin	50	64
Suurin	100	100
Lämpö n = 16	°C	°C
Mediaani	35,95	35,7
IQR	35,5, 36,2	35,1, 36,2
Pienin	34	33,6
Suurin	36,7	37,3

Tutkimuksen potilaista vain kaksi (3,5 %) kuoli kohteeseen tai kuljetuksen aikana. Sairaalaan selvinneistä 56 potilaasta kuusi rajattiin tehohoidon ulkopuolelle, eikä heistä yksikään selvinnyt. Aktiivihoidon piirissä pysyneistä 50:stä potilaasta neljä (8 %) menehtyi. Kaikista potilaista 46 kotiutui

tai siirtyi jatkohoitoon toiseen hoitolaitokseen elossa. Tutkimuksen potilaiden kokonaiskuolleisuus oli 19 % (n = 11) koko tutkimuksen seuranta-ajalta.



Kuva 4. Potilaiden selviytyminen.

Päivystyspoliklinikka Acutasta elossa jatkohoitoon selvinneistä 54:stä kaksi kolmasosaa (n = 36, 67 %) siirtyi jatkohoitoon leikkausosastolle kirurgiseen ja/tai radiologiseen toimenpiteeseen. Lopuista 18 potilaasta 12 (22 %) siirtyi jatkohoitoon teho-osastolle tai tehovalvontaan ja kuusi (11 %) kirurgiselle vuodeosastolle.

3.7 Potilaiden perussairaudet

Terveiksi oletettiin kaikki potilaat, joilla oli potilastietojärjestelmässä maininta ”perusterve” tai sairaskertomuksessa ei ollut erillistä mainintaa kroonisista perussairauksista. Näitä oli tutkittavista lähes puolet (n = 28, 48 %). Perussairauksista yleisimpiä olivat sydän- ja verisuonitaudit (n = 14, 24

%), joista yleisin oli verenpainetauti (n = 10, 17 %). Kuudella (10 %) potilaalla oli päihdetaustaa. Potilaiden taustasairaudet selviävät taulukosta 6.

Taulukko 6. Perussairaudet. AVH (Aivoverenkierron häiriö), TIA (ohimenevä aivoverenkierron häiriö).

Sydän- ja verisuonitaudit		14	Rasva-aineenvahdunnan häiriöt		3
	Verenpainetauti	10	Päihdetausta		6
	Sepelvaltimotauti	3	Keuhkosairaudet		2
	Sydäninfarkti	2		Keuhkohtaumatauti	1
	Tukkiva valtimotauti	2		Astma	1
	Eteisvärinä	2	Muut		15
	Läppävika	2		Diabetes (tyyppi 2)	4
	Aortan laajentuma	1		Osteoporoosi	3
Syövät		3		C-hepatiitti	2
	Haima	1		Crohnin tauti	1
	Peräsuoli	1		Glaukooma	1
	Eturauhanen	1		Kilpirauhasen vajaatoim.	1
AVH		2		Maksan siirto	1
	TIA/epäily	1		Munuaissairaus	1
	Aivoinfarkti	1		Reuma	1

3.8 Verensiirron indikaatiot ensihoidossa

36:lla potilaalla (62 %) verensiirto oli aloitettu molempien kriteerien, todettu/epäilty massiivinen verenvuoto sekä systolinen verenpaine alle 90 mmHg, täytyessä. Kolmasosassa tapauksista (n = 19, 33 %) verensiirto oli aloitettu yksin todetun tai epäillyn massiivivuodon perusteella. Kahdessa tapauksessa (3,5 %) verensiirto oli aloitettu ainoastaan verenpaineekriteerin perusteella, toisessa tapauksessa oli kyse isoloidusta päänvammasta ja toinen oli hemodynaamisesti epästabili sisätautipotilas, jolla oli elektrolyyttihäiriö sekä infektio. Yhdessä tapauksessa (1,7 %) verensiirto oli aloitettu valtimoverikaasunäytteestä todetun matalan hemoglobiinin perusteella, eikä verensiirto näin ollen suoraan vastannut ohjeistusta.

Kuivaplasmaa saaneiden (n = 17) osalta reilulla puolella potilaista (n = 9, 53 %) täytyivät molemmat kriteerit. Yhdelle potilaista kuivaplasma annettiin vain verenpaineekriteerin perusteella. Loput seitsemästä potilaasta saivat kuivaplasman pelkän massiivivuodon tai sen epäilyn perusteella.

3.9 REBOA-hoidon indikaatiot ja arvioitu hoidosta hyötyminen

Tehtävät käytiin läpi peilaten ensihoitokertomuksissa kuvattuja vammoja sekä verenpaine-arvoja FinnHEMS 30:n REBOA:n suunniteltuihin käyttöindikaatioihin. Ensin tutkimusjoukosta etsittiin potilaat, joilla eivät täytyneet minkään REBOA-toimenpiteen kriteerit. Näitä potilaita oli valtaosa tutkittavista (n = 47, 81 %). Tämän jälkeen tarkasteltiin potilaat, joilla kriteeri jollekin REBOA-hoidolle täyttyi, mutta potilaalla oli tämän lisäksi hoidon estävä kontraindikaatio. Näitä potilaita oli yhteensä neljä (6,9 %). Kahdella näistä potilaista oli pallean yläpuolinen verenvuoto ja kaksi oli alle 16-vuotiaita. Kriteerit REBOA-holkin asettamiselle täytti kolme potilasta (5,2 %). Kriteerit REBOA-katetrin asettamiselle täytti yhteensä neljä potilasta (6,9 %), joista yhdelle katetri olisi asetettu alue 1:lle ja kolmelle alue 3:lle.

Kriteerit täyttäneillä potilailla oli alaraajojen murtumien ja valtimorunkojen repeämien lisäksi lantiomurtumia ja sisäelinten repeämiä. Potilaiden vammat käyvät ilmi myös taulukosta 7. REBOA-hoidon kriteerit täyttäneistä potilaista kaksi kuoli sairaalassa aktiivisesta hoidosta huolimatta. Toinen potilaista menehtyi leikkaussaliin todennäköisesti pitkälle edenneen koagulopatian seurauksena. Leikkauksen aikana potilaan kaikki näkyvät verenvuodot saatiin tyrehdytettyä, mutta potilaan verenpaine ei pysynyt kudospertuusion kannalta riittävällä tasolla massiivisesta vasoaktiivituesta huolimatta. Potilas kuoli noin 6 tuntia onnettomuuden jälkeen. Toinen potilaista kuoli kuuden tehohoitovuorokauden jälkeen monielinvaurioon. Elossa sairaalasta kotiutuneiden potilaiden hoitajaksot osastolla neljän ja viiden tehohoitopäivän jälkeen olivat huomattavan pitkiä, 43 ja 17 päivää.

Taulukko 7. REBOA-kandidaattien vammat.

Potilas 1 (menehtynyt)	Potilas 2 (menehtynyt)	Potilas 3	Potilas 4
Sisäelinten repeämiä	Lannerangan murtumia	Sääriluun murtuma	Reisivaltimon ja -laskimon puukotusvamma
Reisiluun murtuma	Lantion murtumia	Polvivaltimon repeämä	
Olkaluun murtuma	Reisiluun murtuma	Lukinkalvon alainen verenvuoto	
Lantion murtumat	Sääriluun murtuma	Solisluun murtuma	
Kasvojen murtumia	Jalkaterien murtumia		
Traumaattinen ilmarinta			

REBOA-hoidon kestoa arvioitaessa valittiin hoidon arvioiduksi aloitusajaksi verensiirron aloitushetki, kuitenkin siten, että katetri olisi ollut paikallaan nopeimmillaan 15 minuuttia potilaan kohtaamisesta, mikäli verensiirto oli aloitettu nopeammin kuin 15 minuuttia kohtaamisesta. Tutkimuksessa meneteltiin näin siksi, että osalla potilaista verensiirto aloitettiin minuuteissa potilaan kohtaamisesta,

koska verituotteet valmisteltiin siirtokuntoon lääkäriyksikön ollessa vielä matkalla kohteeseen. REBOA:n osalta vastaava toimintamalli ei ole mahdollinen. REBOA-hoidon päättymisajaksi arvioitiin sairaalaan saapumisajankohdan päälle 15 minuuttia. Näin arvioituna REBOA-hoidon mediaanikesto olisi ollut 44 [37, 72] min. Aikaa arvioitaessa ei huomioitu REBOA:n asettamisesta mahdollisesti aiheutuvaa viivettä sairaalaan pääsyssä.

4 POHDINTA

Tämän tutkimuksen keskeisin tavoite oli selvittää, kuinka moni FinnHEMS 30:n kohtaamista potilaista hyötyisi REBOA-hoidosta ja ovatko punasoluja saaneet potilaat hyötäneet hoidosta. Lisäksi haluttiin selvittää verensiirtojen toteuttamista ennalta määrättyihin kriteereihin peilaten.

4.1 REBOA-hoidosta hyötävät potilaat

Aineistosta löytyi yhteensä neljä REBOA-hoidon kriteerit täyttäneitä potilasta. Lisäksi kolme potilasta täytti kriteerit REBOA-holkin asettamiselle, jolla on tarkoitus ennakoita ja nopeuttaa varsinaisen katetrin asettamista, mikäli potilaan tila huononee edelleen. FinnHEMS 30 kohtaa vuosittain noin yhden potilaan, joka täyttää kriteerit REBOA-holkin asettamiselle, sekä yhden potilaan, jolle asetettaisiin REBOA-katetri paikoilleen. Määrät olivat ennako-odotusten mukaiset, sillä REBOA-hoidolle on hyvin tiukat kriteerit ja kontraindikaatiot.

REBOA-hoidosta hyötymistä arvioitaessa on huomattava, että kaksi kriteerit täyttäneistä potilaista menehtyi aktiivisista hoidoista huolimatta ja kaksi selvisi. Selvinneitä yhdistävänä tekijänä oli se, että molemmilla oli pelkästään alaraajavammoja. Ensihoitokertomuksista ei selvinnyt varmuudella, oliko potilaille yritetty asettaa kiristyssidettä, joka on ensisijainen menetelmä raajojen massiivivuotoihin, tai AAJT:tä. Erityisesti toisella selvinneistä potilaista REBOA-hoidon hyöty jää kyseenalaiseksi, sillä potilaalla oli päänvamman lisäksi vain distaalaisia vammoja. Mikäli kiristyssidettä käytettiin tehtävillä ja siitä huolimatta vuodonhallinta epäonnistui tai kiristyssiteen käyttö ei vamman tyyppin tai sijainnin vuoksi ollut mahdollista, olisivat nämä potilaat todennäköisesti hyötäneet REBOA-hoidosta.

Kuolleiden osalta REBOA-hoidon hyödyn arvioiminen on haastavaa. Molemmilla potilailla oli alaraajojen vammojen lisäksi useita lantion ja lannerangan murtumia. Lisäksi toisella potilaalla oli sisäelinten repeämiä. Sisäelinten vuotojen hallintaan ei tällä hetkellä ole tehokkaita keinoja. REBOA antaa mahdollisuuden hallita sekä sisäelinten että lantion alueen vuotoja, stabiloida potilaan verenkierto kuljetuksen ajaksi ja estää koagulopatian paheneminen. Toinen menehtyneistä potilaista

kuoli leikkaussaliin pitkän leikkauksen päätteeksi. Potilaan fysiologia oli kuitenkin häiriintynyt verenvuodon, kudoshypoksian ja pitkälle edenneen koagulopatian vuoksi niin pahasti, ettei elimistö enää kyennyt toipumaan massiivisista tukihoidoista huolimatta. Tällä potilaalla vuotojen varhainen hallinta REBOA:n avulla olisi parantanut selviytymismahdollisuutta.

Toinen potilaista menehtyi kuuden hoitopäivän jälkeen teho-osastolla monielinvaurioon. Traumapotilaalle kehittyvän monielinvaurion mekanismeja on vasta viime vuosina alettu saada selville, eikä kokonaiskuvaa vielä ymmärretä. Toisaalta on osoitettu, että vaikea hypovolemisen sokki on merkittävässä roolissa monielinvaurioon johtavien tulehduksellisten reaktioiden käynnistymisessä. Toisaalta laajan suolistoischemian, jota alue 1:lle asetetulla REBOA-katetrilla väistämättä aiheutetaan, epäillään olevan osallinen monielinvaurion syntyyn. Ko. potilaalla olisi kuitenkin REBOA asetettu alue 3:lle, millä ei ole merkittävää suolistoischemiaa aiheuttavaa vaikutusta. REBOA-hoidon hyödyllisyyden tai haitallisuuden arviointi monielinvaurion kehittymisen näkökulmasta on kuitenkin hankalaa, koska kaikkia vaikuttavia tekijöitä ei vielä tunneta tai niiden merkitystä ei ymmärretä täysin.

Kriteerit täyttäneet potilaat painottuivat alue 3:n REBOA:an ($n = 3$ vs. $n = 1$). Alue 3:n REBOA:lla ja AAJT:llä on eläinkokeissa osoitettu olevan samanlainen teho lantion alueen vuotojen hallinnassa. Lisäksi AAJT:lla on saatu vakuuttavia tuloksia vatsa-aortan sulkemisesta terveillä normaalipainoisilla vapaaehtoisilla. Alue 1:lle asetetulla REBOA:lla taas on selkeä hyöty verrattuna AAJT:hen, kun potilaalla on vuoto myös vatsan alueen elimistä. Näin ollen tulisi vakavasti pohtia alue 3:n REBOA:n hyötyä verrattuna AAJT:hen ja huomioida päätöksessä toimenpiteen vaativuus, riskit ja toimenpiteeseen kuluva aika. Benjaminin ym. (2015) tutkimuksessa REBOA-kandidaatit painottuivat alue 1:n puolelle suhteessa 3:2. Ero selittyy mahdollisesti tämän tutkimuksen otannan pienuudella. Mikäli kuitenkin suomalaisen populaation painotus on samansuuntainen, puolustaa REBOA paikkaansa vammapotilaiden hoidossa, sillä vatsan alueen vuotojen hallintaan ei ole muita tehokkaita ja ensihoitoympäristöön soveltuvia menetelmiä.

4.2 Tehtävien erityispiirteet

Tutkimuksen potilaiden mediaani-ikä 49 vuotta on matalampi verrattuna kaikkien ensihoidon potilaiden mediaani-ikään 65 vuotta (Kalliomäki, julkaisematon tieto). Huomattavaa on, että potilaista puolet (48 %) olivat perusterveitä ennen loukkaantumistaan. Potilaiden matala ikä ja hyvä terveys ennen loukkaantumista lisää massiiviverenvuotopotilaiden hoidon merkitystä entisestään, koska onnistuneella hoidolla on mahdollista pelastaa paljon elinvuosia. On kuitenkin muistettava, että vaikka potilasmateriaali on painottunut nuoriin ja terveisiin, myös merkittävä osa potilaista on iäkkäitä ja heillä on perussairauksia taustalla. Nämä tekijät puolestaan aiheuttavat huomattavan haasteen

hoidolle, sillä iäkkäämmän ja sairaamman potilaan fysiologiset reservit ovat heikommat vamman ja verenvuodon aiheuttamasta stressistä selviämiseen.

FH30:n hälyttänyt taho oli odotusten mukaisesti useimmiten hätäkeskus (n = 45, 78 %). Kuitenkin huomattavan suuressa osassa tehtäviä (n = 8, 14 %) hälytyksen teki kohteessa ollut ensihoitoyksikkö, mikä aiheutti merkittäviä viiveitä hätäpuhelusta FH30:n ja potilaan kohtaamiseen. Pisimmillään tuo viive oli 60 minuuttia, mikä osaltaan selittää hätäpuhelusta potilaan kohtaamiseen ja hälytyksestä potilaan kohtaamiseen kuluneiden aikojen välistä suurehkoa eroa. Lähemmässä tarkastelussa huomattiin, että kahta lukuun ottamatta kaikki tehtävät olivat B–D-luokan tehtäviä, joihin FH30 ei nouse vasteeseen. A-luokan tehtävistä toinen oli sairaalasiirto, joka ei myöskään kuulu ensisijaisesti FH30:n tehtäviin.

Tehtävien vuorokausivaihtelu noudattaa melko tarkasti ihmisten normaalia vuorokausirytmää. Öisin suurin osa ihmisistä nukkuu, jolloin on vähiten tehtäviäkin. Vilkkainta on aamulla ja iltapäivällä, jolloin valtaosa väestöstä liikkuu kodin ja työpaikan tai koulun välillä. Tehtävien alueellista jakautumista tarkasteltaessa on huomattavaa, että vain 10 % (n = 6) tehtävistä oli Tampereella, kun kaikista ensihoidon tehtävistä 44 % oli Tampereella vuonna 2018 (20). Tehtävistä 45 % oli Pirkanmaan ulkopuolella, ja kaukaisin oli Vaasassa (etäisyys tukikohdasta 210 km). Tehtävien alueellinen jakautuminen on odotetun kaltainen, sillä Kristiansenin ym. (2014) tutkimuksen mukaan pienempi asukastiheys korreloi suoraan korkeampaan kuolleisuuteen traumapotilailla (4). Vammapotilaiden yleisin hoidettavissa oleva kuolinsyy kentällä on massiiviverenvuoto (7). Näin ollen syrjäseutujen potilaat oletettavasti hyötyvät eniten verensiirroista ja verenvuodon hallinnasta ensihoidossa.

Kun otetaan tehtävien alueellinen jakautuminen huomioon mietittäessä REBOA:n hyötyä, nousee esille merkittävä haaste. REBOA on erittäin aikakriittinen hoito aiheuttamansa iskemian vuoksi, mikä korostuu erityisesti alue 1:n REBOA:ssa, koska suolisto ja muut sisäelimet ovat erityisen herkkiä hapenpuutteesta aiheutuville vaurioille. Suurimmassa riskissä olevat potilaat sijaitsevat kuitenkin kaukana, jolloin uhkana on REBOA-hoidon pitkittyminen. Toisaalta juuri kaukana lopullisesta hoitopaikasta sijaitsevat potilaat hyötyvät eniten tehokkaasta vuodonhallinnasta. Mikäli tutkimuksen kriteerit täyttäneillä potilailla REBOA-hoito olisi aloitettu oletettuna aikana, olisi totaaliokluusioaika ollut merkittävän pitkä (vaihteluväli 35–82 min). Alue 3:lle asetettujen katetrien osalta okluusioaika olisi pysynyt ohjeen asettamissa rajoissa (max. 60 min). Alue 1:lle asetetun katetrin osalta aika ylitettiin reilusti (82 min vs. max. 30 min). REBOA-hoidon mahdollinen pitkittyminen tulee ottaa huomioon taktiikkaa ja ohjeita suunniteltaessa, sillä tämän tutkimuksen perusteella riski hoidon pitkään kestoon on suuri.

4.3 Toteutuneet verensiirrot ensihoidossa

Punasoluja saaneiden potilaiden määrässä ei tapahtunut seuranta-aikana merkittäviä muutoksia. Verituotteita saaneiden potilaiden määrä pysyi tutkimusjakson aikana tasaisesti noin 19:ssä potilaassa. Punasoluja vuosittain saaneiden potilaiden määrän pysyminen vakiona osoittaa, että ohjeen tulkinnessa tai soveltamisessa ei ole tapahtunut seurantajakson aikana merkittäviä muutoksia. Myöskään annettujen punasoluyksiköiden määrässä ei havaittu trendimuutoksia seuranta-ajalta. Annettujen punasoluyksiköiden määrän ja potilaan ensihoidon aikaisten verenpaineiden tai sykkeen välillä ei havaittu korrelaatiota. Sen sijaan lääkäriyksikön kohtaamisesta potilaan saapumiseen sairaalaan kuluneen ajan pituudessa havaittiin yhteys annettujen punasolujen määrään, mikä on loogista, sillä lyhyillä kuljetusmatkoilla ei ehditä infusoida useampaa yksikköä. Potilaan kohtaamisen ja verituotteiden infuusion aloituksen välisen viipeen tasainen jakautuminen ääripäiden (0–52 min) välillä viittaisi siihen, että verensiirto aloitetaan reagoitaessa potilaan tilanmuutokseen, eikä heti kuin on vain mahdollista.

Valtaosassa (n = 55, 98 %) tehtävistä verensiirto oli aloitettu massiivivuotoepäilyn, verenpaineekriteerin tai molempien kriteerien perusteella. Em. perusteella voidaan todeta, että verensiirron kriteerejä on noudatettu hyvinkin tiukasti. Kriteerien noudattamista arvioitaessa on muistettava ensihoitotilanteiden dynaamisuus, minkä vuoksi kirjauksista saattaa puuttua merkitseviä arvoja. Lisäksi hoitopäätös syntyy pääsääntöisesti kokonaistilanteen arvioinnista, eikä aineiston pohjalta ole mahdollista pureutua kaikkiin lääkärin päätöksentekoprosessiin vaikuttaneisiin tekijöihin. Ainoastaan yksi tapaus ei suoraan täyttänyt yhtäkään ohjeessa mainittua kriteeriä, mutta ko. potilaalta valtimoverikaasunäytteessä todettu matala hemoglobiini on looginen ja perusteltu syy punasolujen antoon.

Kuivaplasman käyttö aloitettiin noin seuranta-ajan puolivälissä. Sitä sai keskimäärin 10 potilasta vuosittain, eikä potilaiden tai annettujen yksiköiden määrässä tapahtunut merkittävää muutosta kahden vuoden aikana. Verrattaessa annettua kuivaplasman määrää ja ensihoidon aikaisia verenpaineita tai sykettä ei havaittu korrelaatiota. Myöskään kohtaamisesta sairaalaan saapumiseen kuluneen ajan ja annettujen kuivaplasmayksiköiden määrän välillä ei havaittu korrelaatiota.

Tutkimuksen yllättävimpiä löydöksiä oli, että jopa 12 % potilaista ei saanut traneksaamihappoa kirjausten perusteella. Osuus on huomattava, koska traneksaamihappo kuuluu vuotopotilaan hoitoprotokollaan myös hoitotason ensihoitajilla. Ensihoitotilanteiden hektisyydestä johtuen osa tapauksista voi selittyä kirjaamisen unohtumisella, mutta lääkkeen anto voi samasta syystä unohtua kokonaan. FinnHEMS 30:ssa on käytössä junktionaalisten ja alaraajojen vuotojen hallintaan suunniteltu AAJT-kiristyside sekä raajojen verenvuotoihin CAT-kiristyside. Kirjausten mukaan kuitenkin AAJT:ta oli käytetty vain yhdellä potilaalla ja CAT:a ei lainkaan. Näiden löydösten

perusteella herää huoli, unohtuvatko vuotavan potilaan hoitoprotokollan perustoimenpiteet huomion ohjautuessa uusiin vaativampiin hoitoihin. Ilmiö on syytä vähintäänkin tunnistaa ja ottaa huomioon yksikön laaduntarkkailussa. Ensihoidossa on käytössä tarkistuslistoja monissa erilaisissa kriittisissä toimenpiteissä ja protokollissa, kuten esimerkiksi intubaatiossa ja elvytyksessä. Massiivivuotopotilaan hoito vaikuttaisi itsestään selvästi prosessilta, jonka laatua tarkistuslista parantaisi.

Kun tarkasteltiin potilaiden vastetta verensiirtoihin ja ensihoitoon elintoimintojen kautta, havaittiin, että kaikki arvot muuttuivat hienoisesti parempaan suuntaan. Ainoastaan lämmön osalta muutos oli negatiivinen. On kuitenkin syytä huomata, että lämpö oli mitattu huomattavan pieneltä osalta (16/58) tutkimuksen potilaista. Erityisesti verenpaineen (systolinen ja MAP) ja hengitystaajuuden osalta muutokset olivat selkeästi positiiviset. Muutosta voidaan pitää merkittävänä, sillä ilman hoitoa verenpaine on laskusuuntainen runsaasti vuotavilla potilailla.

4.4 Tutkimuksen rajoitteet

Takautuvan tutkimuksen suurimpana heikkoutena on puuttuvan tiedon määrä. Kun potilasta hoitava henkilö ei tiedä potilaan osallistuvan tutkimukseen, jää usein tutkimuksen kannalta oleellisia tietoja keräämättä ja kirjaamatta. Myös ensihoitotilanteiden dynaamisuus ja rajalliset resurssit aiheuttavat haasteita kirjaamiselle. Tässä tutkimuksessa ongelma tuli erityisesti esiin arvioitaessa annetun hoidon vastetta. Esimerkiksi vain alle kolmasosalta (n = 16, 28 %) tutkimuksen potilaista oli kirjattu lämpö kohdattaessa ja sairaalassa. Näin ollen on mahdotonta tehdä merkitseviä päätelmiä ensihoidon toimenpiteiden tehokkuudesta hypotermian ehkäisyn osalta, vaikka hypotermia on yksi merkittävimmistä traumapotilaan ennustetta määrittävistä tekijöistä. Tiedot myös muista elintoiminnoista (verenpaineet, syke, hengitystaajuus jne.) puuttuivat merkittävältä osalta tutkittavista.

Kirjaamattomien tietojen lisäksi potilasasiakirjoja oli jäänyt arkistoimatta tai kadonnut jossain vaiheessa. FinnHEMS-kaavake puuttui 13 (22 %) potilaalta ja ensihoitoyksikön SV210-kaavake puuttui FinnHEMS:n arkistoista kahdeksan (14 %) potilaan osalta. Puuttuneiden FinnHEMS-kaavakkeiden osalta korvaavat tiedot saatiin FinnHEMS:n omasta tietokannasta.

Tutkimuksen erityisinä haasteina olivat pieni otoskoko ja verrokkiryhmän puute. Koska vakavasti loukkaantuneita potilaita tulee yksittäiselle FinnHEMS-yksiköllekin suhteellisen harvoin

hoidettavaksi, olisi kattavamman kuvan saamiseksi hyvä toteuttaa samanlainen tutkimus laajennettuna kaikkiin Suomen lääkäriyksiköihin.

4.5 Johtopäätökset

REBOA on varteenotettava hoito monivammapotilailla, joilla on vuoto sisäelimistä tai vuotoja, joita ei kyetä perinteisillä menetelmillä hallitsemaan. FH30 kohtaa vuosittain noin yhden potilaan, joka täyttää kriteerit REBOA-hoidolle. Tutkimuksessa REBOA-hoidon kriteerit täyttäneistä potilaista enemmistöllä oli alaraajojen ja lantion alueen vuotoja ilman vuotoa sisäelimistä. Näin ollen on tärkeää varmistua, että kaikki muut keinot vuodon hallintaan on käytetty ennen REBOA-hoidon aloittamista. Hoidosta hyötymistä on tämän tutkimuksen perusteella erittäin vaikea arvioida, minkä vuoksi jatkotutkimusta tarvitaan mm. REBOA:lla hoidettujen potilaiden selviytymisestä, kun käyttökokemuksia kertyy.

Punasolujen ja kuivaplasman antokriteerejä noudatettiin tarkasti. Koska otantaan valittiin FH30:n hoitamat potilaat, jotka olivat saaneet verituotteita, jäi tutkimuksessa selvittämättä kuinka moni kriteerit täyttänyt potilas jäi ilman punasolusiirtoa. Potilaat myös hyötyivät pääsääntöisesti verituotteiden annosta. Pois lukien ruumiinlämpö, kaikkien vitaaliarvojen mediaani parani verituotteiden antoa edeltäneestä hetkestä sairaalassa mitattuihin. Lisätutkimusta tarvittaisiin hyödyn merkittävyyden arvioimiseksi, sillä tähän tutkimukseen ei saatu verrokkiryhmää.

LÄHTEET

1. Lindahl J. Monivammapotilaan lantionmurtuma-massiivin vuodon hoitoperiaatteet Pelvic injury in the polytraumatised patient-management of massive bleeding. Vol. 25, SOT. 2002.
2. Butcher N, Balogh ZJ. The definition of polytrauma: the need for international consensus. *Injury*. 2009.
3. Gebhard F, Huber-Lang M. Polytrauma - Pathophysiology and management principles. *Langenbeck's Archives of Surgery*. 2008.
4. Kristiansen T, Lossius HM, Rehn M, Kristensen P, Gravseth HM, Røislien J, et al. Epidemiology of trauma: A population-based study of geographical risk factors for injury deaths in the working-age population of Norway. *Injury*. 2014.
5. TAPATURMAKATSAUS 2017 Pirkanmaan sairaanhoitopiiri [Internet]. Available from: www.thl.fi/tapaturmat
6. Peltz ED, Cohen MJ, Lightwine KL, Meizoso JP, Cullinane DC, San Roman JL, et al. "The Why & How Our Trauma Patients Die. *J Trauma Acute Care Surg*. 2019.
7. Pfeifer R, Tarkin IS, Rocos B, Pape HC. Patterns of mortality and causes of death in polytrauma patients-Has anything changed? *Injury*. 2009.
8. Sadeghi M, Nilsson KF, Larzon T, Pirouzram A, Toivola A, Skoog P, et al. The use of aortic balloon occlusion in traumatic shock: first report from the ABO trauma registry. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2018.
9. Morrison JJ, Ross JD, Rasmussen TE, Midwinter MJ, Jansen JO. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta: A gap analysis of severely injured UK Combat casualties. In: *Shock*. 2013.
10. Ribeiro M, Brenner M, Prado R, Feng C. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA): an updated review Oclusão ressuscitativa por meio de balão endovascular da aorta (REBOA): revisão atualizada. *Rev Col Bras Cir*. 2018.
11. Sadek S, Lockey DJ, Lendrum RA, Perkins Z, Price J, Davies GE. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA) in the pre-hospital setting: An additional resuscitation option for uncontrolled catastrophic haemorrhage. *Resuscitation*. 2016.
12. Bouamra O, Fragoso-Iñiguez M, Lendrum R, Barnard EBG, Morrison JJ, Madureira RM, et al. Resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta (REBOA): a population based gap analysis of trauma patients in England and Wales. *Emerg Med J*. 2015.
13. Ribeiro MAF, Epstein MG, Alves LDLDA. Volume replacement in trauma. *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi*. 2009.
14. Giannoudi M, Harwood P. Damage control resuscitation: lessons learned. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*. 2016.
15. Lyon RM, de Sausmarez E, McWhirter E, Wareham G, Nelson M, Matthies A, et al. Pre-hospital transfusion of packed red blood cells in 147 patients from a UK helicopter emergency medical service. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* [Internet]. 2017 Dec 14;25(1):12. Available from: <http://sjtrem.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13049-017-0356-2>
16. van Oostendorp SE, Tan ECTH, Geeraedts LMG. Prehospital control of life-threatening truncal and junctional haemorrhage is the ultimate challenge in optimizing trauma care; a

review of treatment options and their applicability in the civilian trauma setting. *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine*. 2016.

17. Pirkanmaan sairaanhoitopiiri [Internet]. [cited 2018 Oct 16]. Available from: [https://www.tays.fi/fi-FI/Paivystys/Ensihoitopalvelu/Porrastettu_ensihoitojarjestelma\(46992\)](https://www.tays.fi/fi-FI/Paivystys/Ensihoitopalvelu/Porrastettu_ensihoitojarjestelma(46992))
18. Krüger AJ, Lossius HM, Mikkelsen S, Kurola J, Castrén M, Skogvoll E. Pre-hospital critical care by anaesthesiologist-staffed pre-hospital services in Scandinavia: A prospective population-based study. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2013.
19. FinnHEMS [Internet]. [cited 2018 Oct 16]. Available from: <https://finnhems.fi/>
20. Raportti Pirkanmaan sairaanhoitopiirin ensihoitopalvelun palvelutasototeumasta 1.1.2018–31.12.2018.