

Timo Jama ja Jouni Lauronen

Kävelevä veripankki siviiliterveydenhuollossa

Kävelevä veripankki tarkoittaa toimintamallia, jossa ennalta testatut ja soveltuvat verenluovuttajat voidaan kutsua luovuttamaan verta tilanteissa, joissa normaali verihuoltojärjestelmämme ei kykene tyydyttämään lisääntyntä tarvetta esimerkiksi aseellisen konfliktin, laajan tai pitkäkestoisen suur-onnettomuuden, haastavien logististen etäisyyksien tai päivittäisen verihuollon vakavien häiriötilanteiden takia. Luovutettua verta ei erotella komponenteiksi, vaan se käytetään kokoverenä mahdollisimman lähellä luovutuspaikkaa.

Ensimmäiset verensiirrot toteutettiin siirtämällä luovuttajan kokoverta suoraan saajaan. Kyseessä oli varhainen kävelevän veripankin toimintamalli. Vuonna 1914 käytettiin ensimmäistä kertaa sitraattia estämään veren hyytymistä. Kun verta pystyttiin näin säilyttämään hyytymättömänä lasipullossa eikä luovuttajien ja saajien enää tarvinnut olla fyysisesti samassa paikassa, nykymuotoinen veripankkimalli mahdollistui (1,2).

Suomen Punaisen Ristin Veripalvelu on huolehtinut verihuollosta Suomessa jo 75 vuoden ajan vuodesta 1948 alkaen ja on maamme ainoa veripalvelutoimintaa harjoittava toimiluvan haltija. Veripalvelu kerää vapaaehtoisten luovuttajien verta koko maan alueella ja valmistaa kerätystä verestä verivalmisteita, jotka toimitetaan terveydenhuollon käyttöön.

Nykymuotoisten veripankkien toiminnan alkuaikoina kokoveri oli keskeinen hoitomuoto verenmenetyksen korvaushoidossa vuosikymmeniä. Jo ensimmäisestä maailmansodasta alkaen kokoveren käytöstä sodissa haavoittuneiden hoidossa kertyi runsaasti positiivisia kokemuksia aina Vietnamin sotaan saakka (1–3). Kokoveren käyttö alkoi hiljalleen vähentyä, kun veren eri komponentteja alettiin säilyttää erillään ja kristalloidit tulivat vahvasti mukaan traumapotilaiden ensihoitoon (1,2).

Miksi kokoverta?

Nyky aikaista vammapotilaan hoitoa. Tullessa 2000-luvulle kiinnostus kokoveren käyttöön vammapotilaiden hoidossa heräsi jälleen. Kokoveren ominaisuuksien katsottiin parhaiten tukevan vammautuneiden potilaiden selviytymistä, koska se sisältää fysiologisessa suhteessa punasoluja, verihiutaleita ja plasman hyytymistekijöitä (mukaan lukien fibrinogeeniä) ja optimoi näin elimistön hapentarjontaa sekä veren hyytymisprosessia. Tästä verituotteisiin (kokoveri tai komponentit suhteessa 1:1:1) perustuvasta hoitostrategiasta käytetään termiä hyytymisprosessia tukeva ensihoito (hemostatic resuscitation). Toimintamallia yhdessä tukihoidojen (runsaiden kristalloidinfusioiden välttäminen, hypotermian ehkäisy, permissiivinen hypotensio, traneksaamihapon etupainotteinen käyttö, hypokalsemian ja asidoosin ehkäisy sekä hoito) kanssa alettiin kutsua vammanhallintaensihoidoksi (damage control resuscitation, DCR) (4,5).

Kävelevä veripankki (walking blood bank, WBB) tarkoittaa toimintamallia, jossa ennalta testatut, sopiviksi verenluovuttajiksi todetut ja toimintaan sitoutuneet henkilöt voivat luovuttaa verta kokoverivalmisteksi mahdollisimman lähellä potilaiden vammautumispaikkaa. Toimintamallia voidaan käyttää esimerkiksi

TAULUKKO 1. Määritelmiä.

Englanti (lyhenne)	Suomi	Selite
Walking blood bank (WBB)	Kävelevä veripankki	Alueellinen ennalta testattujen ja hyväksyttyjen verenluovuttajien joukko, joka voidaan kutsua luovuttamaan verta esimerkiksi keskitetyn verihuollon vakavien toimintahäiriöiden yhteydessä tai kun oman keskussairaalan verivarastot hupenevat lisääntyneen kulutuksen takia
Emergency donor pool/ panel/population (EDP)	Hätäkokoverenluovutusjoukko	Luovuttajajoukko, jonka jäsenet ovat testattuja verenluovuttajia, ja hätäverta tarvittaessa verenluovutus toteutetaan lähellä vammautumisaikaa sopivalta luovuttajalta ja käytetään välittömästi ilman käsittelyä
Emergency untested whole blood (EUWB)	Ennalta testaamaton hätäkokoveri	Hätäverenluovuttajien kokoveri, jota ei ole testattu tarttuvien tautien varalta etukäteen
Whole blood (WB)	Kokoverivalmiste	Yhden luovuttajan valkosolusuodatettu tai -suodattamaton kokoverivalmiste, jossa punasolut, verihiutaleet ja plasma ovat fysiologisessa suhteessa
Warm fresh whole blood (WFWB, WWB tai FWB)	Lämmin tuore kokoveri	24 tunnin kuluessa luovutuksesta käytetty huoneenlämmössä säilytetty kokoverivalmiste
Cold stored whole blood (CSWB, CWB tai SWB)	Kylmäsäilytetty kokoveri	Veripalvelulaitoksen tuottama tai kentällä luovutettu kokoverivalmiste, jota säilytetään kylmässä ennen käyttöä
Low titer O whole blood (LTOWB)	Pienitiitterinen O-veriryhmän kokoveri	O-veriryhmän kokoverivalmiste, jossa A- ja B-veriryhmien vasta-ainepitoisuudet ovat pienet. Voi olla RhD-positiivista tai negatiivista. Termiä käytetään yleensä vain veripalvelulaitoksen valmistamasta kokoverivalmisteesta.

vaikeasti saavutettavissa paikoissa (laivat, öljynporauslautat, syrjäseudut) ja siviiliyhteiskunnan verihuollon merkittävässä häiriötilanteissa (laajat suuronnettomuudet, logistiset häiriötilanteet). Näin välttämään niiltä haasteilta, joita seuraa keskitetyn verihuollon tuotanto-haasteista sekä verivalmisteiden kylmäketju-, säilytys- ja kuljetusvaatimuksista. Esittelemme tässä katsauksessa toimintamallin periaatteet haasteineen ja kuvaamme näkemyksemme kävelevän veripankkitoiminnan soveltuvuudesta Suomeen erityisilanteissa.

Terminologiaa

TAULUKOSSA 1 avataan teemaan liittyviä englantinkielisiä käsitteitä. Esityksemme suomenkielisiksi termeiksi ovat taulukon toisessa sarakkeessa. Taulukon kaksi ensimmäistä termiä (kävelevä veripankki, hätäkokoverenluovutusjoukko) ovat käsitteellisesti osittain päällekkäisiä, eikä maailmalla ole tarkkaa konsensusta termien rajauksista, joten kirjoittajat suosittelivat toiminnasta käytettävän toistaiseksi vain yhtä termiä eli kävelevä veripankki. Tällöin viitataan muuhun verenluovutustoimintaan kuin Veripalvelun normaalisti ylläpitämään verenluovutustoimintaan (6).

Esimerkkejä käytännön siviilisovelluksista

Tunnetuin siviilipuolen kävelevä veripankkiprosessi on Royal Caribbean Cruisers -laivayhtiön jo vuonna 2010 käynnistämä projekti, jossa risteilyalusten terveydenhuoltohenkilökunta on koulutettu toimintamallin käyttöön (7). Vuoteen 2016 mennessä 73 potilasta oli hoidettu tuoreella kokoverellä avomerellä kaukana terveydenhuollon resursseista. Verenluovuttajista valtaosa on ollut risteilymatkustajia, jotka toimivat muutenkin säännöllisinä verenluovuttajina (8). Ohjelma jatkuu edelleen, mutta sen tuloksia ei ole viime vuosina julkaistu.

Aktiivisin maa kävelevän veripankin hyödyntämisessä siviilioloissa on Norja, jossa toimintamallia on kehitetty erityisesti vaikeakulkuisien tai pitkien etäisyyksien ja evakuintimatojen keskuksissa (9,10). Vastaavan kaltaista mallia on esitetty myös Intian maaseudun verihuollon tarpeisiin (11).

Kävelevää veripankkia on suunniteltu hyödynnettäväksi lisäksi laajoissa, paikallisen hoitoresurssin ylittävissä onnettomuuksissa, joissa tarvitaan nopeasti runsaasti verta ylläpitämään elämää hätäkirurgiaa odotettaessa (12–14). Muita kävelevän veripankin siviilisovelluksia

tai ehdotuksia ovat esimerkiksi retkikunta- ja erämaalääketieteen käyttö kaukana terveydenhuollon infrastruktuurista pitkien evakuointimatkojen päässä, avaruusmatkailussa, viranomaistoimintaa tukevassa taktisessa ensihoidossa sekä merellisissä ääriolosuhteissa etelä- ja pohjoisnapojen tutkimusaluksilla (15–19).

Toiminnan käytännöt kansainvälisen kyselyn mukaan

Kansainvälinen tutkijaryhmä teki vuonna 2020 kyselyn eri maiden kävelevän veripankin hyödyntämisestä ja kansallisista protokollista (20). Käymme tässä läpi keskeisiä havaintoja ja käytänteitä toimintamalleista. Kymmenen maata ilmoitti käynnistäneensä kävelevä veripankki-protokollan. Suuri osa protokollista liittyi sotilasterveydenhuoltoon. Norja ja Mali ilmoittivat hyödyntävänsä toimintamallia myös siviiliterveydenhuollossaan.

Luovuttajien valinta ja turvakokeet. Kaikissa ohjelmissa mahdolliset luovuttajat testataan paikallisen käytännön mukaisesti ennen verenluovutuspooliin hyväksymistä: ABO-veriryhmämääritys, RhD-antigeenin määritys, HIV-, HBV- ja HCV-vasta-ainepitoisuudet sekä hemolysiinimääritys kuuluvat jokaiseen protokollaan. Lisäksi osa testaa syfiliksen, HLT-vasta-aineet, HIV-, HBV- ja HCV-nukleinihappo (NAT)-määritykset sekä anti-A- ja anti-B-isoagglutiniinititrit O-ryhmän luovuttajilta. Lisäksi eri maissa on vaihtelevat käytännöt eri endeemisten tautien (esimerkiksi malaria, zika-tauti) varalta. Turvakokeet tehdään 1–12 kuukauden välein tai kunkin luovutuksen yhteydessä (Norja).

Maista 40 % käyttää vain O-ryhmän yleisluovuttajien, joiden ABO-vasta-ainetitrit on pieni, verta välttyäkseen vakavilta haittatapahtumilta (akuutti hemolyyysi). Tästä huolimatta 80 % vastanneista edellytti vielä luovuttajan ja saajan ABO-veriryhmän pikatestausta ennen kenttäverensiirtoa. Puolet vastaajista edellytti lisäksi luovuttajan vieritestaukseen tarttuvien tautien (HIV, HBV, HCV) osalta ennen verenluovutusta.

Valkosolusuodatus. Teollisuusmaiden veripalvelulaitoksissa poistetaan nykyisin valkosolut punasolu- ja verihiutalevalmisteista suo-

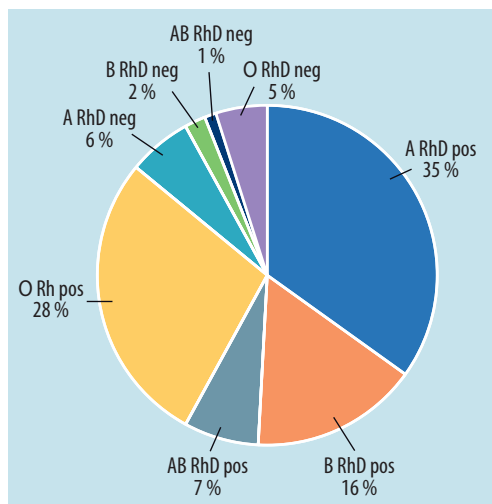
dattamalla muun muassa kuumereaktioiden ja HLA-immunisaation vähentämiseksi. Kokoveren osalta tilanne on toinen: valtaosa kyselyyn osallistuneista maista ei suodata valkosoluja pois lopullisesta tuotteesta. Vain Norja käyttää siviiliohjelmassaan valkosolusuodatusmenetelmää. Sen haittapuoli on, että lopputuotetta ei pystytä välittömästi siirtämään potilaille, koska suodatus tapahtuu muutaman tunnin kuluessa luovutuksesta.

Nykyään käytössä oleva valkosolusuodatin on niin sanottu verihiutaleet säästävä suodatin, joka kuitenkin vähentää hieman verihiutaleiden määrää lopputuotteesta. Tutkimuksissa valkosolusuodatetun kokoveren hemostaattiset ominaisuudet ovat kuitenkin verrattavissa suodattamattomaan kokovereen (21). Suomessa tehdyssä selvityksessä todettiin, että valkosolusuodatettu kylmäsäilytetty kokoverivalmiste on in vitro -ominaisuuksiltaan erinomainen käytettäväksi ensihoidossa (22).

Säilytys. Kokoverivalmistepusseissa käytetään CPD (sitraatti-fosfaatti-dekstroosi)- tai CPDA-1 (sitraatti-fosfaatti-dekstroosi-adenosiini 1) -liuoksia, joita molempia käytetään yhtä paljon. Kokoveren säilyvyysaika riippuu säilytysliuoksesta ja vaihtelee maittain heti käytettävästä kokoverestä 35 vuorokauteen. Tavanomaisin CPD-liuoksessa kylmässä säilytettävän kokoveren säilytysaika on 21 vuorokautta luovutuksesta ja CPDA-1-liuoksessa säilytettävän 35 vuorokautta luovutuksesta. Suurin osa maista määrittelee hyväksyttäväksi säilytyslämpötilaksi +2 – +6 °C. Mikäli kokovera ei kerätä enakkoon esimerkiksi tiedettyä tulevaa tarvetta varten, osa maista sallii valmisteen säilytyksen huoneenlämpöisenä 6–24 tunnin ajan, jona aikana se tulee käyttää tai siirtää edellä kuvattuun kylmäsäilytykseen.

Veriturvatoimintamalli. Kaikki maat raportoivat edellyttävänsä kävelevän veripankkitoiminnan osana veriturvatoimintamallia, johon kerätään tiedot luovuttajista, saajista ja turvakoetuloksista. Lisäksi mahdolliset haittatapahtumat raportoidaan järjestelmään. Puolet ilmoitti hyödyntävänsä tässä maansa terveydenhuollon olemassa olevaa järjestelmää.

Johtaminen ja päätöksenteko. Lähes kaikki maat olivat määritelleet lääkärin päättämään



KUVA 1. Veriryhmien jakaantuminen Suomessa kantaväestössä.

RhD pos = Rh-veriryhmän D-antigeenin osalta positiivinen

kävelevän veripankkitoiminnan aktivoimisesta erilaisin ennalta sovituin kriteerein. Yhdessä maassa kävelevän veripankin aktivoiminen pysyivät tekemään myös ryhmän ensihoitajat. Vastaajista 60 % ilmoitti, että ohjelma oli tarkoitettu vain erikois- tai muille sotajoukoille, jotka operoivat kaukana terveydenhuollon palveluista ilman mukana olevaa verivarastoa.

Koulutus. Kaikki maat raportoivat edellyttävänsä ja kouluttavansa toimintaan osallistuvat hoitajat, laboratoriohenkilökunnan ja lääkärin kävelevän veripankkitoiminnan osaajiksi. Koulutusaika vaihtelee maittain muutamasta tunnista viiden päivän kurssiin. Koulutuksen sisältöjä ei tarkemmin raportoida.

RhD ja synnytysikäiset naiset ja tytöt

Kävelevän veripankin luovuttajiksi voidaan periaatteessa kutsua kaikkien eri ABO- ja RhD-veriryhmien edustajia. O-veriryhmän luovuttajien verta voidaan antaa potilaille, joiden ABO-veriryhmä ei ole tiedossa, joten he ovat ensilinjassa soveltuvimpia luovuttajia. Kansainvälisessä kyselyssä ei oteta selvää kantaa luovuttajien RhD-ryhmään (20). Veriryhmän O RhD-negatiivisten luovuttajien veri olisi optimaalisinta ensihoidossa, jossa vastaanot-

tajan veriryhmä ei aina ole tiedossa. Suomessa kyseiseen veriryhmään kuuluu 5 % väestöstä (KUVA 1). Kaikkien ABO-veriryhmien osalta RhD-negatiivisten osuus koko väestöstä on 14 %. Koska valtaosa suomalaisista on RhD-tekijän osalta positiivisia, on vaikeaa ajatella, että vain RhD-negatiiviset luovuttajat soveltuisivat kävelevän veripankin luovuttajiksi.

RhD-positiivista verta saaneelle RhD-negatiiviselle henkilölle voi kehittyä RhD-veriryhmävasta-aineita (anti-D). Näistä on haittaa erityisesti, jos immunisoitunut henkilö on tyttö tai synnytysikäinen nainen. Heidän mahdolliset RhD-tekijän osalta positiiviset sikiönsä altistuvat vasta-aineen aiheuttamalle hemolyysille, mistä saattaa seurata sikiön hemolyttinen tauti. Vakavan trauman aiheuttaman immunosuppression vuoksi vammautuneiden potilaiden lisäriski tälle haittatapahtumalle on kuitenkin pienentynyt (23,24). Suomessa on arvioitu, että kun päivittäisen hoidossa annetaan RhD-positiivista kokoverta, seurauksena on 1–2 vaikeaa sikiön hemolyyttistä tautia kymmentä vuotta kohden (25). Samassa ajassa toista sataa naista jäisi laskelmamme mukaan ilman ensihoidossa annettavaa RhD-positiivista kokoverensiirtoa.

Tutkimusnäyttö

Kävelevän veripankin hyödyistä siviilipuolen terveydenhuollossa vammautuneiden hoidossa on niukasti tutkittua näyttöä. Laajimmat käyttökokemukset on saatu sodista ja muista sotilaallisista operaatioista. Monet raportit kävelevän veripankin eduista näissä konflikteissa ovat olleet varsin rohkaisevia (26–28).

Siviilipuolella tuoreen kokoveren käytöstä sairaaloiden sisällä on julkaistu tutkimustuloksia useilla eri indikaatioilla ja koeasetelmilla (TAULUKKO 2) (29–36). Näiden heterogeenisten aineistojen pohjalta on vaikeaa tehdä päätelmiä. Teknisesti näissä on käytetty sairaalan verikeskuksen valmistamia tai veripalvelulaitoksen toimittamia verivalmisteita, jotka ovat hieman eri asia kuin kävelevä veripankki. Tuore kokoveri on kuitenkin molemmissa sama lopputuote.

Vuonna 2020 julkaistiin systemoitu katsaus ja meta-analyysi tutkimuksista, joissa käytettiin

TAULUKKO 2. Siviiliterveydenhuollosta raportoituja tutkimustuloksia tuoreen kokoveren käytöstä sairaaloissa.

Aineisto	n	Päätetapahtumat	Tulokset	Viite
Takautuva kohortti, monikeskus-tutkimus; vammapotilaiden akuutin verenmenetyksen korvaushoito vuosina 1999–2019	28	Turvallisuus ja käytettävyys	Tuore kokoveri turvallista ja käyttökelpoista, kun sairaalan verivarastot loppuvat. Alle neljän tunnin kuluessa aloitettu verensiirto vähensi merkittävästi verihutaleiden tarvetta sairaalassa.	(29)
Takautuva kohortti, tertiaarisairaalan kirurgiset potilaat, jotka saivat tuoretta kokoverta hoidon osana vuosina 1992–1995	11	Kuolleisuus ja verituotteiden tarve	Tuoreen kokoverensiirron aloituksen jälkeen vuoto pieneni merkittävästi. Komponenttien kulutus pieneni tilastollisesti merkittävästi seitsemällä eloon jääneellä, joista yhdelläkään ei havaittu serokonversion merkkejä 6 kk:n kuluttua.	(30)
RCT; tuore kokoveri (1 yksikkö) vs verihutaletiiviste (10 yksikköä) sydämen ohitusleikkauksen jälkeen	27	Verihutaleiden aktiivisuuden palautuminen ja määrä perfuusion jälkeen	Yksi tuore kokoveriyksikkö vastasi kahdeksaa verihutaleyksikköä vuotoajan normalistumisen osalta sekä neljää verihutaleyksikköä tromboosyyttimäärän palautumisen suhteen.	(31)
Neonataalisairaalan kokemuksia tuoreen kokoveren siirroista keskosille (keskipaino 1,762 kg)	57	Haittatapahtumat	Yhtään verensiirtoreaktiota ei havaittu. Yksi kuolemaan johtanut hepatiittitartunta todettiin.	(32)
Takautuva rekisteritutkimus, enintään kaksivuotiaiden sydänkirurgiset operaatiot, tuore kokoveri osana perfuusioprotokollaa vuosina 1995–2010	4 111	Luovuttaja-altistus	Tuoretta kokoverta saaneilla oli pienempi kokonaisluovuttaja-altistus.	(33)
Etenevä RCT. Tuore kokoveri (2 yksikköä) vs punasolutiiviste perfuusion jälkeen	237	Leikkauksen jälkeinen vuoto	Verenvuodon määrässä ei ollut merkittäviä eroja ryhmien välillä. Alaryhmässä (29 %:lla), jossa verihutalemäärä oli pienempi, vuoto oli suurempi pelkkiä punasoluja saaneilla, samoin verituotteiden kokonaistarve (7,1 vs 4,8 yksikköä).	(34)
Takautuva, yhden keskuksen kohortti; potilaat, jotka tarvitsivat massiivisen verensiirron (10 yksikköä tai enemmän) verenvuodon takia 24 tunnin kuluessa vuosina 2002–2008	353 (77 sai kokoverta)	Kuolleisuus 30 vrk, verensiirtojen tarve	Potilaista 71 % oli elossa 30 vrk:n kuluttua. Ryhmien välillä ei ollut merkittäviä eroja verensiirtojen tarpeessa eikä kuolleisuudessa. Tuoretta kokoverta saaneiden INR-arvo oli huonoimmillaan 2,4 vs 2,8 verrokki ryhmässä.	(35)
Etenevä RCT; lasten selkäepämuodostumaleikkauksissa tuore kokoveri vs komponentit potilaille, joilla vähintään kuusi nikamafuusiota tai odotettu leikkauksen vuoto ≥ 750 ml	65 (30 sai kokoverta)	Leikkauksen jälkeiset laboratoriaparametrit ja kliininen toipuminen	Tuoretta kokoverta saaneilla oli lyhentynyt lisähapen tarve, lyhempi tehohoitoaika, parempi fysiologia pH-arvolla mitattuna ja vähemmän IL-6:ta verenkierrössään sekä vähemmän kasvojen turvotusta. Sairaalassaolon kokonaisajoissa ei ollut eroja.	(36)

IL = interleukiini, RCT = satunnaistettu, kontrolloitu tutkimus

tuoretta kokoverta vuosien 2006–2020 välisenä aikana vammapotilaiden verenmenetyksen korvaushoitona (37). Kahdessakymmenesseitsemässä tutkimuksessa oli yhteensä yli 3 000 potilasta. Yksi tutkimus oli siviilisairaaloista, loput olivat taistelukentiltä. Tutkimusten laatu oli pääosin heikko: systemoituun katsaukseen tuli useita pieniä ja takautuvia aineistoja sekä potilassarjoja. Kahdeksan tutkimuksen tuloksissa raportoitui kuolleisuus, eikä meta-analyysi löytänyt eroja tuoretta kokoverta tai komponentteja saaneiden potilaiden selviy-

tymisessä. Tuoretta kokoverta saaneet olivat kuitenkin vakavammin loukkaantuneita komponentteja saaneisiin verrattuna.

Lainsäädäntö

Veripalvelulain mukaan veripalvelutoiminnalla tarkoitetaan veren ja sen osien luovutusta, tutkimista, käsittelyä, säilytystä, kuljetusta ja jake-lua (38). Kävelevä veripankkitoiminta täyttää siis lain määritelmän veripalvelutoiminnasta.

Veripalvelulaitoksella, joka kerää ja tutkii ih-

Ydinasiat

- ▶ Veripalvelu huolehtii verihuollosta Suomessa normaaliaikoina ja poikkeusoloissa.
- ▶ Kävelevä veripankki voisi lisätä kansallista verihuoltovalmiutta tietyissä erityistilanteissa ja poikkeusoloissa.
- ▶ Kävelevä veripankki mahdollistaisi vakavasti loukkaantuneiden potilaiden vammahallintaensihoidon sekä vammahallintakirurgisen toiminnan verihuollon erityistilanteissa ja poikkeusoloissa.

misverta ja sen osia sekä käsittelee, säilyttää ja jakelee verensiirtoon tarkoitettua verta ja sen osia, on oltava Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskuksen (Fimea) myöntämä toimilupa. Suomessa lainmukaista veripalvelutoimintaa harjoittaa nykyään ainoastaan Suomen Punaisen Ristin Veripalvelu.

Kävelevän veripankin toimintaa ei ole erikseen säädelty laissa, eikä Fimea ole ohjeistanut sitä. Nykyisessä Fimean määräyksessä veripalvelutoiminnasta säädetään varsin laajasti muun muassa luovutuskelpoisuudesta, luovutustiloista, henkilöstöstä, toiminnan laadun varmistuksesta, valmisteiden laatuvaatimuksista ja luovutettujen verivalmisteiden testaamisesta (39). Useat kohdat näistä vaatimuksista eivät ole kovinkaan helposti toteutettavissa kävelevän veripankin osalta. Erityisesti luovutettujen veriyksiköiden käyttö hätätilanteissa tuoreena kokoverenä vain ennakkotestien ja mahdollisten vieritestien kanssa vaatisi säädösmuutoksia.

Ehdotus malliksi kävelevästä veripankkitoiminnasta Suomeen

Veripalvelu kykenee nykymuodossaan hoitamaan verihuollon Suomessa normaalioloissa ja alueellisesti tai ajallisesti rajatuimmissa erityistai häiriötilanteissa kuten suuronnettomuuksissa. Haasteita ilmenee toisinaan logistisista syistä (muun muassa pitkät kuljetusmatkat ja kaupallisten liikenneoperaattoreiden aikataulujen asettamat haasteet sairaaloiden veritarpei-

siin suhteutettuna sekä esimerkiksi kuljetusalan lakot) ja ajoittain harvinaisten veriryhmien saatavuudessa. Laajemmissa häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa kävelevä veripankki sen sijaan voisi olla erityisen hyödyllinen. Vakavimmillaan Veripalvelun keskitetty verihuolto voisi olla jopa mahdotonta toteuttaa. Silloin kävelevän veripankin hajautettu malli toisi tarvittavaa kyvykkyyttä huolehtia verihuollosta. Toimintamallilla turvattaisiin päivystävien sairaaloiden vammahallintakirurgisten leikkausten hoitokyky ja laadukas tehohoito kaikissa olosuhteissa.

Aseellisten kriisien lisäksi toimintamallia voitaisiin hyödyntää siviilitoiminnassa logistisesti vaikeasti tavoitettavilla alueilla (muun muassa Ahvenanmaa, Lappi) pitkien evakuoimintamatkojen päässä, vakavissa onnettomuustilanteissa ja pandemiatilanteissa. Erityistilanteita voisivat olla myös suuririskisen viranomaistoiminnan tukemiseen kehitetyn taktisen ensihoidon (TEMS) toimintaympäristö ja hyvinvointialueiden mobiilikirurgisten leikkausyksiköiden tukeminen.

Norjalaisten mallin mukaisesti kävelevää veripankkitoimintaa käytännössä harjoittaville terveydenhuollon henkilöille tulee antaa alkukoulutus ja heidät tulee testata ennen lisensointia. Lisäksi heille tulee järjestää säännöllistä ylläpitokoulutusta, jotta harvoin tarvittavia tietoja ja taitoja voisi turvallisesti käyttää toiminnan aktivoituessa. Ulkoisen auditorin tulee valvoa koulutuksen laatua (9).

KUVASSA 2 esitetään pääpiirteet siitä, miten järjestelmä voisi toimia. Käytännössä kävelevä veripankki kannattaisi muodostaa alueellisesti hajautetusti päivystävien sairaaloiden toiminta-alueille, ja se voisi hyödyntää toiminnassa olemassa olevia Veripalvelun verenluovutusposteja ja liikkuvia verenluovutustoimintoja sekä aktiivista verenluovuttajajoukkoa. Alueellisesti sopivat, testatut ja toimintaan sitoutuneet kansalaiset hälytettäisiin esimerkiksi tekstiviestillä lähimpään luovutuspiisteeseen, kun sairaalan verivarastot uhkaavat huetta eikä täydennystä edellä hahmotelluista syistä ole saatavissa.

Luovuttajapoolien koko, rakenne sekä hälytysjärjestelyt, kävelevän veripankin aloitus- ja ylläpitokustannukset, laatuja järjestelmän kehittäminen sekä toiminnan edellyttämät toimin-

nanohjaus-, koulutus- ja päätöksentekomallit ja -vastuut tulee selvittää tarkemmin hankkeen projektisuunnitelmassa, mikäli sellainen päätehtään käynnistää.

Lopuksi

Keskitetyn verihuollon lisänä kävelevä veripankki parantaisi käsityksemme mukaan valmiutta huolehtia siviiliterveydenhuollon verentarpeista kaikissa olosuhteissa. Veripalvelun ja muiden toimijoiden roolit kävelevän veripankin organisoimisessa riippuvat säädösympäristön kehityksestä. Veripalvelulla on kokonaiskuva Suomen verihuollon tilanteesta, joten sillä on keskeinen asema mietittäessä verihuollon äkillisiin tarpeisiin tai vakaviin häiriöihin reagoimista. Joko Veripalvelulla tai muulla terveydenhuollon valmiussuunnittelussa määritellyllä taholla tulisi olla mahdollisuus aktivoida kävelevän veripankin toiminta hyvinvointialueiden tai muiden viranomaistahojen pyynnöstä vakavissa häiriötilanteissa tai poikkeusoloissa. Luonnollisesti tämä edellyttää tarkkoja ennakosuunnitelmia sekä valvovan viranomaisen, Veripalvelun ja muiden toimijoiden yhteistyötä. Mitä todennäköisimmin tarvitaan myös säädosmuutoksia. ■

Kiitämme Veripalvelun lääketieteellistä johtajaa, LT Jarkko Ihalaista asiantuntevista kommentista käsikirjoitukseemme.

TIMO JAMA, LL, MSc (Disaster Medicine), anesthesiologian ja akuuttilääketieteen erikoislääkäri, ensihoitolääketieteen erityispätevyys, sukellus- ja ylipainelääketieteen erityispätevyys
Väitöskirjatutkija, Helsingin yliopisto
Ensihoidon ylilääkäri, Päijät-Hämeen hyvinvointialue

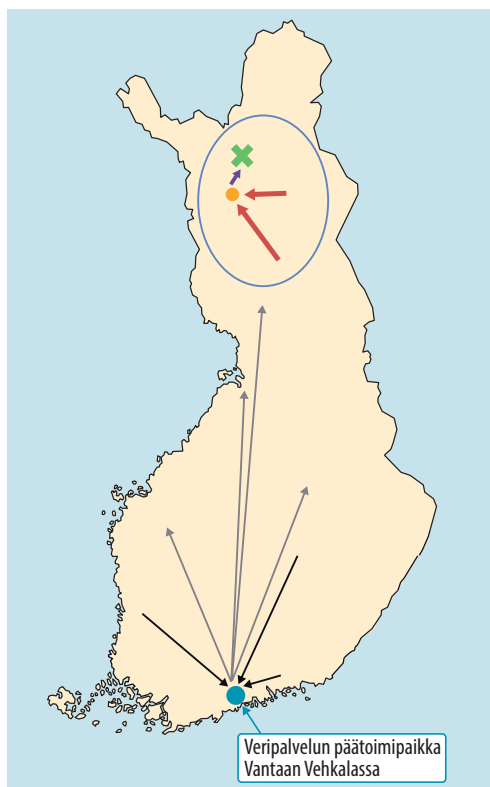
JOUNI LAURONEN, LT, dosentti, lastentautien erikoislääkäri, osastonylilääkäri
SPR:n Veripalvelu

VASTUUTOIMITTAJA
Jussi Naukkarinen

SIDONNAISUUDET

Timo Jama: Apuraha (Valtion tutkimusapuraha), luentopalkkio/ asiantuntijapalkkio (Suomen punainen risti, Suomen sukellus- ja ylipainelääketieteen yhdistys, Suomen taktisen lääketieteen yhdistys, Poliisiammattikorkeakoulu, Sotilaslääketieteen keskus, Reagis Oy), korvaukset koulutus- ja kongressikuluista (Ensihoito-kongressi, Glasgow 2022, THOR-veritutkijoiden kongressi, Bergen 2023, Erikoisjoukkolääkinnän yhdistyksen vuosikongressi, USA 2023), luottamustoimet (Suomen sukellus- ja ylipainelääketieteen yhdistys, Suomen taktisen lääketieteen yhdistys), muut sidonnaisuudet (Reagis Oy)

Jouni Lauronen: Luottamustoimet (HUS eettinen toimikunta), muut sidonnaisuudet (Hansa Biopharma)



KUVA 2. Kävelevän veripankin toimintamalli. Joka arkipäivä Veripalvelu kerää eri puolilla Suomea noin 800 pussia verta. Nämä toimitetaan Veripalvelun päätoimipisteeseen Vantaalle verivalmistetuotantoa ja laboratoriotestauksia varten (mustat nuolet), josta valmisteet toimitetaan terveydenhuollon yksiköille (harmaat nuolet). Kävelevä veripankki toimisi vain häiriötilanteissa ja poikkeusoloissa. Alueellisesti (esimerkiksi viivalla rajattu oikea alue) osa verenluovuttajista kutsuttaisiin kävelevän veripankin luovuttajiksi. Heidän luovutuskelpoisuustietoaan ylläpidettäisiin kävelevän veripankin rekisterissä. Luovuttajilta otettaisiin verikoe säännöllisesti veriteitse tarttuvien taudinaiheuttajien tutkimusta varten. Tilanteen vaatiessa kävelevä veripankki aktivoitaisiin: esimerkiksi kun vihreällä ristillä merkattu alueella tapahtuisi jotain, minkä vuoksi verentarve alueella lisääntyisi akuutisti ja ylittäisi keskitetyn verihuollon kyvyn vastata tarpeeseen tai logistisesti syystä keskitetyllä mallilla tarpeeseen ei voitaisi vastata. Luovuttajia kutsuttaisiin luovuttamaan verta alueella sijaitsevaan kävelevän veripankin verenluovutuspiisteeseen, esimerkiksi terveysasemalle (punaiset nuolet). Kerättyjä kokoveriä ei toimitettaisikaan Veripalvelun päätoimipisteeseen käsiteltäväksi, vaan ne toimitettaisiin kokoverivalmisteen suoraan sinne, missä verentarvitsijat ovat (violetti nuoli). Luovutuspiisteestä toimitettaisiin verinäytteet tavanomaisia luovutetun veren tutkimuksia varten. Tutkimustulokset tulisivat käyttöön kuitenkin vasta sen jälkeen, kun osa veristä olisi mahdollisesti jo annettu hätäverensiirtina potilaille.

KIRJALLISUUTTA

1. Carmichael SP, Lin N, Evangelista ME, ym. The story of blood for shock resuscitation: how the pendulum swings. *J Am Coll Surg* 2021;233:644–53.
2. Thompson P, Strandenes G. The history of fluid resuscitation for bleeding. *Kirjassa: Spinella P, toim.* Damage control resuscitation. New York: Springer 2020, s. 3–29.
3. Robertson LB, Toronto MB. The transfusion of whole blood: a suggestion for its more frequent employment in war surgery. *Br Med J* 1916;2:38–40.
4. Lammers DT, Holcomb JB. Damage control resuscitation in adult trauma patients: what you need to know. *J Trauma Acute Care Surg* 2023;95:464–71.
5. Bjervik CK, Strandenes G, Eliassen HS ym. “Blood failure” – time to view blood as an organ: how oxygen debt contributes to blood failure and its implication for remote damage control resuscitation. *Transfusion* 2016;56:S182–9.
6. Veripalvelu. Verenluovutus. Vantaa: Suomen Punainen Risti, Veripalvelu. <https://veripalvelu.fi/verenluovutus>.
7. Jenkins D, Stubbs J, Williams S ym. Implementation and execution of civilian remote damage control resuscitation programs. *Shock* 2014;41:84–9.
8. Little-known whole blood transfusion program: part 2. The Trauma Pro 2019. <https://thetraumapro.com/2019/05/15/little-known-whole-blood-transfusion-program-part-2/>.
9. Apelseth TO, Arsenovic M, Strandenes G. The Norwegian blood preparedness project: a whole blood program including civilian walking blood banks for early treatment of patients with life threatening bleeding in municipal health care service, ambulance services, and rural hospitals. *Transfusion* 2022;62:S22–9.
10. Apelseth TO, Strandenes G, Kristoffersen EK ym. How do I implement a whole blood-based blood preparedness program in a small rural hospital? *Transfusion* 2020;60:2793–800.
11. Sood R, Raykar N, Till B, ym. Walking blood banks: an immediate solution to rural India's blood drought. *Indian J Med Ethics* 2018;3:134–7.
12. Braverman MA, Smith A, Shahan CP, ym. From battlefield to homefront: creation of a civilian walking blood bank. *Transfusion* 2020;60:S167–72.
13. Holcomb JB, Spinella PC, Apelseth TO, ym. Civilian walking blood bank emergency preparedness plan. *Transfusion* 2021;61:S313–25.
14. Kaada SH, Apelseth TO, Hagen KG, ym. How do I get an emergency civilian walking blood bank running? *Transfusion* 2019;59:1446–52.
15. Matthews A, Schauer SG, Fisher AD. Fresh low titer O whole blood transfusion in the austere medical environment. *Wilderness Environ Med* 2019;30:425–30.
16. Strandenes G, Hervik TA, Bjervik CK, ym. The lost art of whole blood transfusion in austere environments. *Curr Sports Med Rep* 2015;14:129–34.
17. Nowak ES, Reyes DP, Bryant BJ, ym. Blood transfusion for deep space exploration. *Transfusion* 2019;59:3077–83.
18. Fisher AD, Dunn J, Pickett JR, ym. Implementation of a low titer group O whole blood program for a law enforcement tactical team. *Transfusion* 2020;60:S36–44.
19. Sicard B, Marouze F, Roche C. Bleeding management in remote environment: the use of fresh whole blood transfusion and lyophilised plasma. *Int Marit Health* 2016;67:79–82.
20. Martinaud C, Scorer T, Lozano M ym. International forum on walking blood bank programmes: summary. *Vox Sanguinis* 2021;116:924–9.
21. Morris MC, Veile R, Friend LA, ym. Effects of whole blood leukoreduction on platelet function and hemostatic parameters. *Transfus Med* 2019;29:351–7.
22. Susila S, Helin T, Lauronen J, ym. In vitro comparison of cold-stored whole blood and reconstituted whole blood. *Vox Sanguinis* 2023;118:S23–32.
23. Yazer M, Triulzi D, Sperry J, ym. Rate of RhD-alloimmunization after the transfusion of RhD-positive red blood cell containing products among injured patients of childbearing age: single center experience and narrative literature review. *Hematology* 2021;26:321–7.
24. Yazer MH, Panko G, Holcomb JB, ym. Not as “D”eadly as once thought – the risk of D-alloimmunization and hemolytic disease of the fetus and newborn following RhD-positive transfusion in trauma. *Hematology* 2023;28:2161215.
25. Susila S, Ilmakunnas M, Lauronen J, ym. Low titer group O whole blood and risk of RhD alloimmunization: rationale for use in Finland. *Transfusion, julkaistu verkossa* 19.1.2024. DOI: 10.1111/trf.17700.
26. Spinella PC, Perkins JG, Grathwohl KW, ym. Warm fresh whole blood is independently associated with improved survival for patients with combat-related traumatic injuries. *J Trauma* 2009;66:S69–76.
27. Nessen SC, Eastridge BJ, Cronk D, ym. Fresh whole blood use by forward surgical teams in Afghanistan is associated with improved survival compared to component therapy without platelets. *Transfusion* 2013;53:S107–13.
28. Gurney JM, Staudt AM, del Junco DJ, ym. Whole blood at the tip of the spear: a retrospective cohort analysis of warm fresh whole blood resuscitation versus component therapy in severely injured combat casualties. *Surgery* 2022;171:S18–25.
29. Katsuhira M, Matsushima K, Kitamura R, ym. The use of fresh whole blood transfusion in the austere setting: a civilian trauma experience. *J Trauma Acute Care Surg* 2020;89:e28–33.
30. Erber WN, Tan J, Grey D, ym. Use of unrefrigerated fresh whole blood in massive transfusion. *Med J Aust* 1996;165:11–3.
31. Mohr R, Martinowitz U, Lavee J, ym. The hemostatic effect of transfusing fresh whole blood versus platelet concentrates after cardiac operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988;96:S30–4.
32. Kakaiya RM, Morrison FS, Halbrook JC, ym. Problems with a walking donor transfusion program. *Transfusion* 1979;19:577–80.
33. Jobs DR, Sesok-Pizzini D, Friedman D. Reduced transfusion requirement with use of fresh whole blood in pediatric cardiac surgical procedures. *Ann Thorac Surg* 2015;99:1706–11.
34. Wasser MN, Houbiers JG, d’Amaro J, ym. The effect of fresh versus stored blood on post-operative bleeding after coronary bypass surgery: a prospective randomized study. *Br J Haematol* 1989;72:81–4.
35. Ho KM, Leonard AD. Lack of effect of unrefrigerated young whole blood transfusion on patient outcomes after massive transfusion in a civilian setting. *Transfusion* 2011;51:1669–75.
36. Vasan PK, Rajasekaran S, Viswanathan VK, ym. Is fresh, leucodepleted, whole blood transfusion superior to blood component transfusion in pediatric patients undergoing spinal deformity surgeries? A prospective, randomized study analyzing postoperative serological parameters and clinical recovery. *Eur Spine J* 2021;30:1943–9.
37. Naumann DN, Boulton AJ, Sandhu A, ym. Fresh whole blood from walking blood banks for patients with traumatic hemorrhagic shock: a systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg* 2020;89:792–800.
38. Veripalvelulaki 1.4.2005/197. www.finlex.fi.
39. Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus: veripalvelutoiminta. FIMEA/2022/006841. Fimean määräys 22.8.2023. www.finlex.fi.