

Kenttäensihoitoon soveltuva verivalmiste



20.11.2025 MATINE seminaari

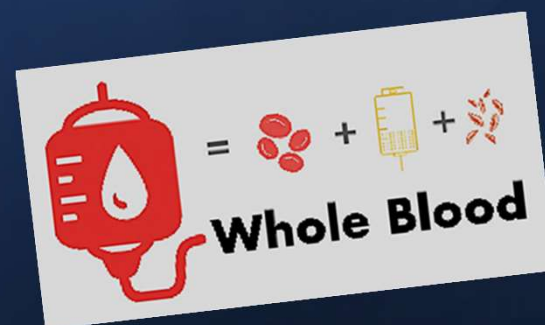
Jouni Lauronen

- **Kenttäensihitoon soveltuva verivalmiste-tutkimus** on osa laajempaa FinnPHWB-tutkimuskokonaisuutta.
- FinnPHWB-tutkimusta johtaa Jouni Lauronen SPR Veripalvelusta. Muita tutkimustahoja ovat Helsingin yliopisto, Päijät-Hämeen HVA, HUS.
- Koko FinnPHWB-tutkimuskokonaisuus on alkanut 2019 ja jatkuu vielä usean vuoden.
- **Kenttäensihitoon soveltuva verivalmiste-tutkimus** on saanut MATINEn myöntönä 71 182 euroa ja 100 000 euroa PLM tutkimusyksikön määrärahasta ja tutkimus ajoittuu vuosille 2024-2026.

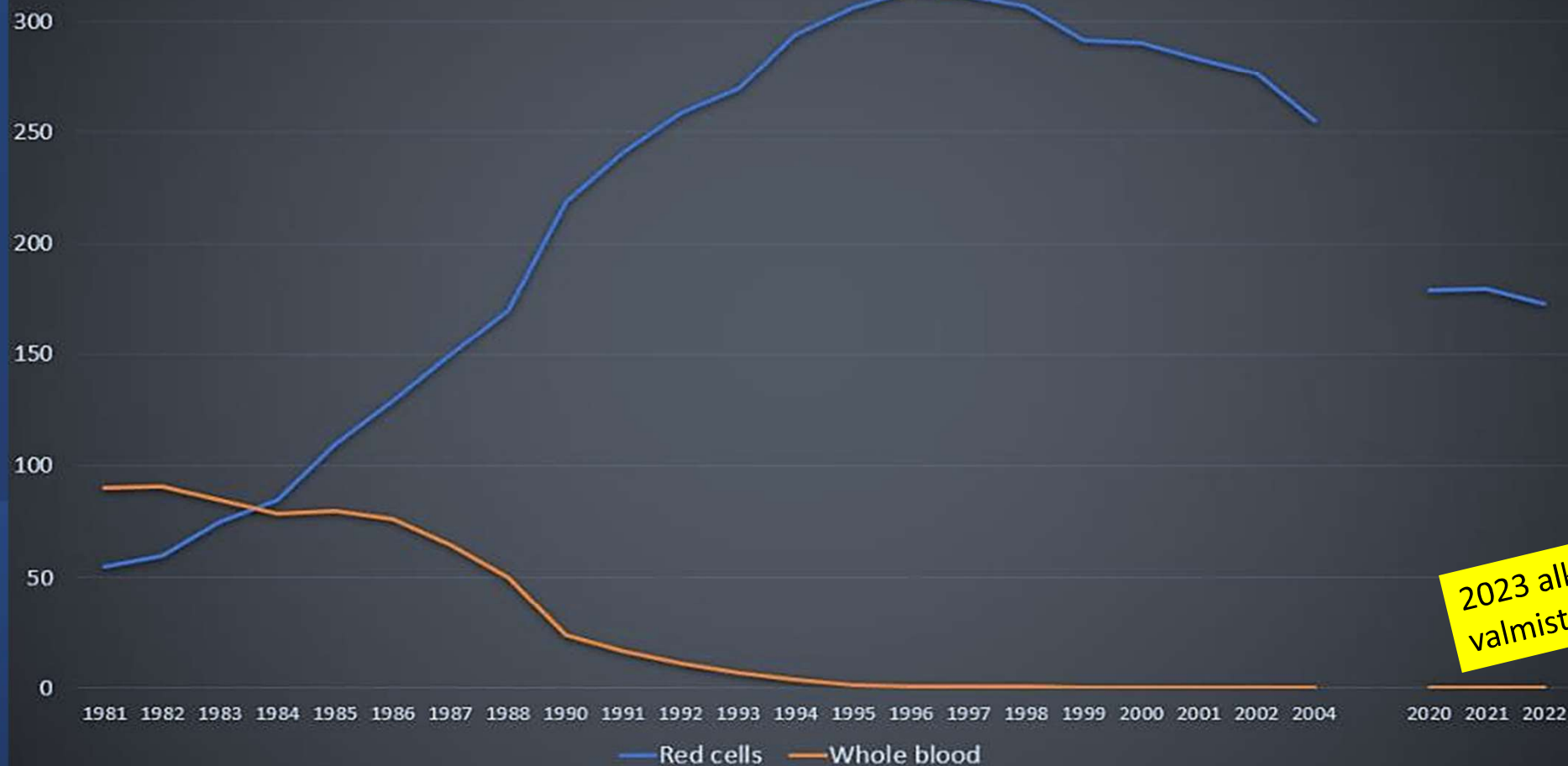




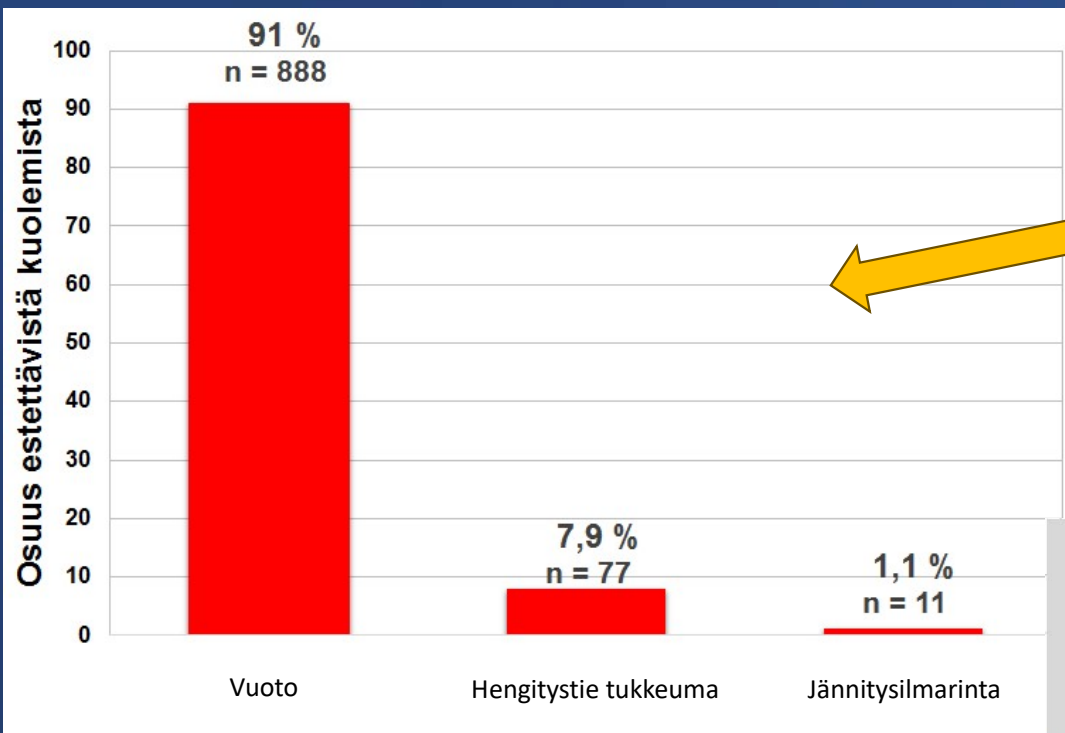
- Veripalvelu kerää vapaaehtoisten luovuttajien verta koko maassa
 - Kaikki veri toimitetaan Vantaan Vehkalaan, jossa ne testataan ja niistä tehdään verivalmisteita
 - Hyvinvointialueiden käyttämät laboratoriot ostavat verivalmisteet Veripalvelusta
- Kenttälääkinnässä
 - Voidaan ensisijassa tukeutua hyvinvointialueiden verivarastoihin tai toissijaisesti kerätä verta itse (= kävelevä veripankki)
 - Normaalioloissa käytettävät verikomponentit ovat ensisijaisia, mutta myös erilaiset kokoverivalmisteet voivat olla tarpeen



Use of red cells and whole blood in Finland 1981-2004
x 1000



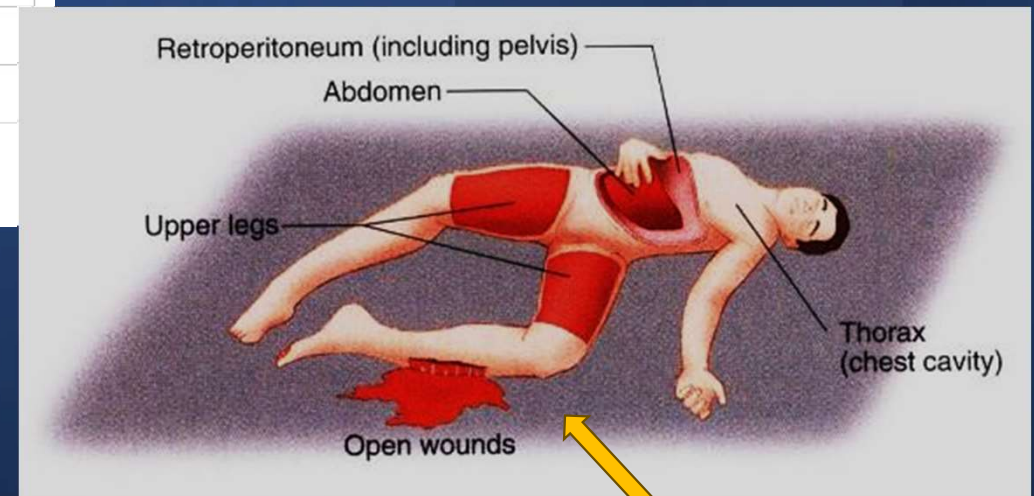
2023 alkaen 4-6
valmistetta viikossa



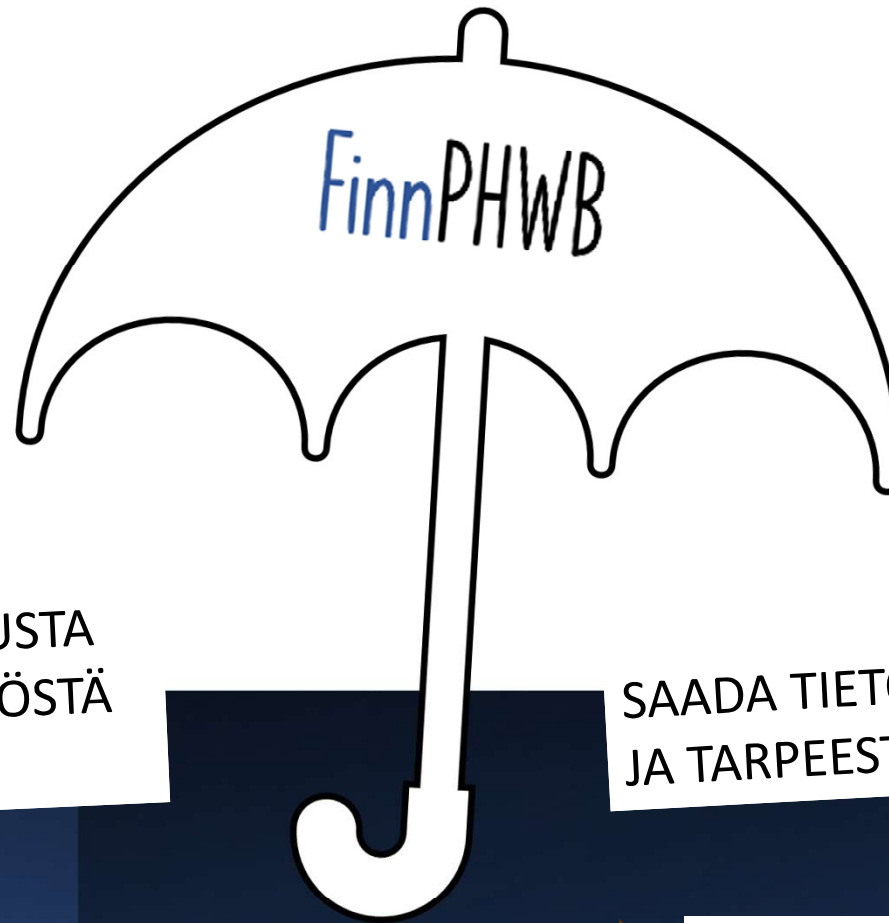
Eastridge et al. J Trauma Acute Care Surg; 73: 6, Suppl 5, 2012 (OEF & OIF 2001 – 2011)

- 4.596 kaatunutta
- 976 (25 %) olisi mahdollisesti ollut pelastettavissa

Raaja = 13,5%
Taivealue = 19,2%
Rintakehä, vatsa = 67,3%



Kiristyside mahdollinen



HANKKIA KOKEMUSTA
KOKOVEREN KÄYTÖSTÄ
ENSIHOIDOSSA

SAADA TIETOA VEREN KÄYTÖSTÄ
JA TARPEESTA ENSIHOIDOSSA

OPPIA KOKOVERIVALMISTEIDEN
OMINAISUUKSISTA

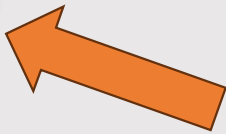
TARKASTELLA LOGISTISIA
VAIHTOEHTOJA ENSIHOIDON
VERIHUOLLOSSA



Kliininen tutkimus

- Kansallinen, satunnaistamaton, avoin monikeskustutkimus
- Turvallisuus, käyttökelpoisuus, käyttäjäkokemus
- Hyytyminen *in vivo*

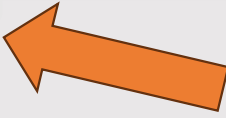
Kokeelliset tutkimukset

- Hyytyminen; kokoveri vs. komponentit
 - Suodatettu vs. suodattamaton kokoveri
 - Kokoveren lämminsäilytys
 - Lämmittimien vaikutus kokoveren ominaisuuksiin
 - Erikseen kutsutut luovuttajat ja kokoverihävikkiä
- 

Rekisteritutkimukset

- Verensiirtotarpeeseen vaikuttavat tekijät ensihoidossa
- Kenttäverensiirtojen määrä, tarve ja hoitokäytänteet
- Kokoverivalmisteen tarve sairaalan sisäisessä ensihoidossa
- Helsinki Traumarekisteri, FinData

Logistiikka ja kävelevä veripankki

- Verivalmisteiden sijoittelun mallinnus
 - Kävelevä veripankki
 - Drone kuljetukset
- 

Asetelmat



Sanna Susilan väitösprojekti

Kokoveri vs komponentit

Kokoveren EV:t ja
hyytyminen

Lämminsäilytetty kokoveri

Kylmäsäilytetty
suodattamaton vs suodatettu
kokoveri

Ohjaajat: Jouni Lauronen,
Veripalvelu, Minna
Ilmakunnas, Veripalvelu ja
HUS



Teemu Silverin väitösprojekti

Kylmäsäilytetty
suodattamaton vs suodatettu
kokoveri

Lämmittimien vaikutus
kokoverivalmisteisiin, data
kerätty

Kliinisen tutkimuksen *in vivo*
hyytymistutkimukset, datan
keruu

Kokoverivalmiste
komponenttivalmisteen
pussiin, suunnitelma

Ohjaajat Minna Ilmakunnas,
Veripalvelu ja HUS, Jarkko
Ihalainen, Veripalvelu



Milla Juntusen LL syventävät opinnot, Panu Erästön väitösprojekti

Verivalmisteiden sijoittelu ja
kuljetus traumapaikalle
drooneilla

Sään ja muiden tekijöiden
vaikutus malliin, tekeillä

Ohjaajat Juntunen: Jouni
Lauronen Veripalvelu, Jouni
Kurola, UEF

Timo Jaman väitösprojekti

Verenkäyttöä ennakoivat
tekijät ensihoidossa

Rekisteritutkimus sairaalan
ulkopuolisessa ensihoidossa
verta saaneiden hyödyistä
sairaalaan saapuessa, tekeillä

Kokoverivalmisteen
käytettävyys ja turvallisuus
sairaalan ulkopuolisessa
ensihoidossa Suomessa,
datan keruu

Ohjaajat: Jouni Lauronen,
Veripalvelu, Lauri Handolin,
HUS

Laura Saarion väitösprojekti

Verivalmisteiden käyttö ja
käytännöt sairaalan
ulkopuolisessa ensihoidossa -
rekisteritutkimus

Verivalmisteiden tarve
sairaalan ulkopuolisessa
ensihoidossa –
rekisteritutkimus

Verivalmisteiden tarve
sairaalan ensihoidossa –
rekisteritutkimus

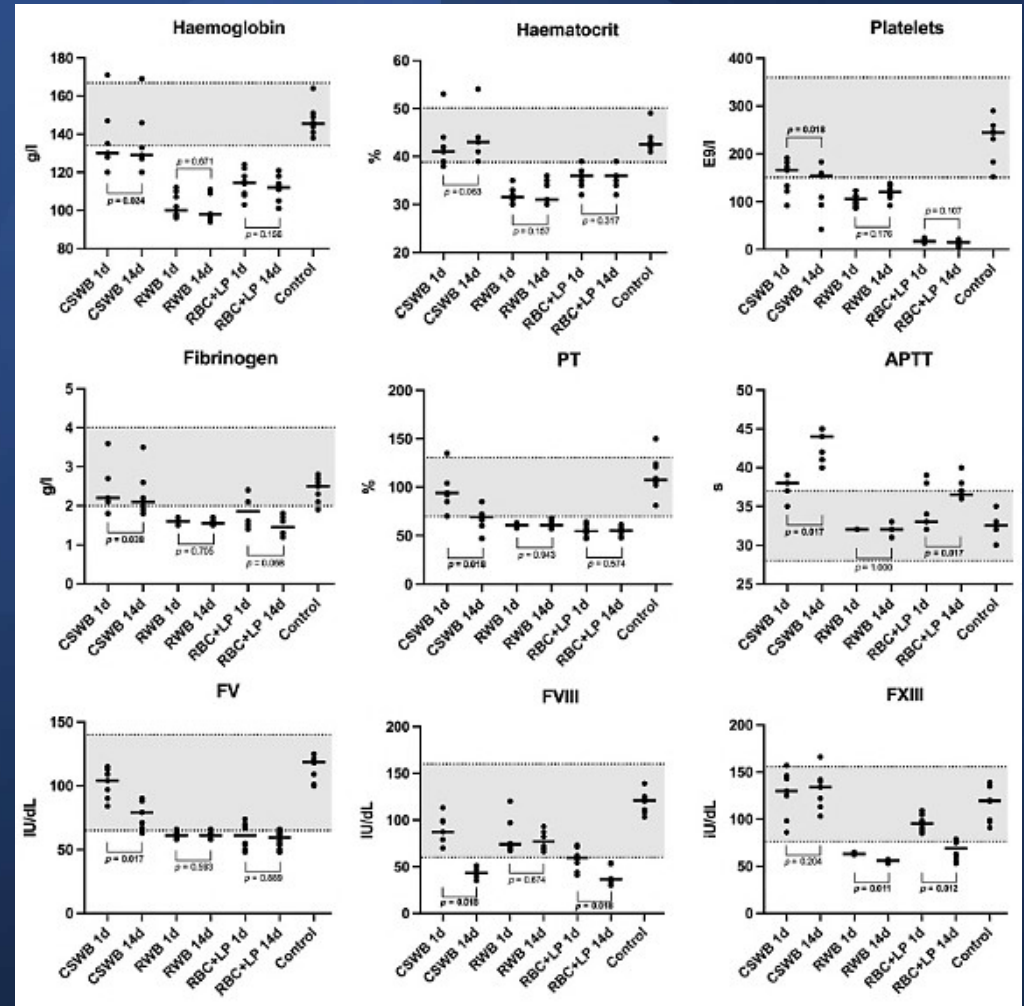
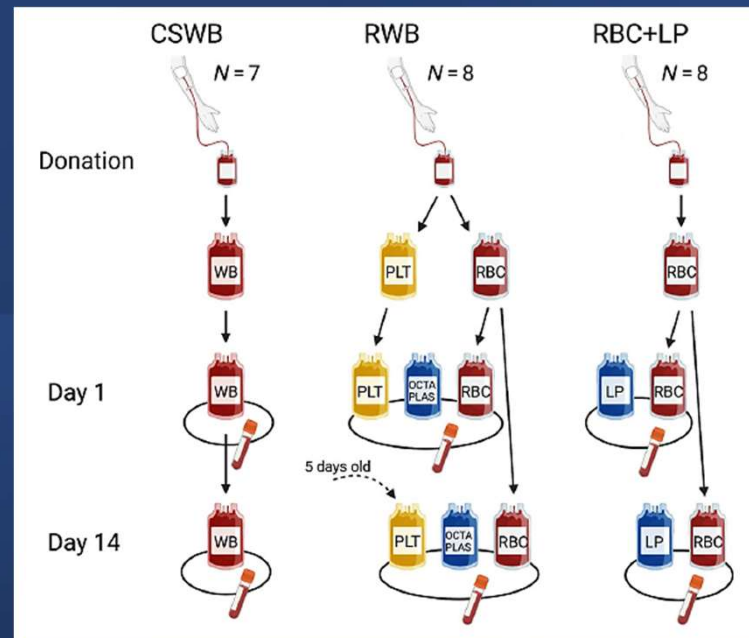
Ohjaajat: Jouni Lauronen,
Veripalvelu, Tom Silfvast,
HUS

JULKAISUJA JA
TULOKSIA



In vitro comparison of cold-stored whole blood and reconstituted whole blood

Sanna Susila^{1,2} | Tuukka Helin³ | Jouni Lauronen² | Lotta Joutsu-Korhonen³ | Minna Ilmakunnas^{2,4,5}



ORIGINAL ARTICLE

In vitro comparison of cold-stored whole blood and reconstituted whole blood

Sanna Susila^{1,2} | Tuukka Helin¹
Minna Ilmakunnas^{2,4,5}

Abstract

Background and Objectives: Cold-stored whole blood (CSWB) is increasingly used in damage control resuscitation. Haemostatic function of CSWB seems superior to that of reconstituted whole blood, and it is sufficiently preserved for 14–21 days. To provide evidence for a yet insufficiently studied aspect of prehospital CSWB use, we compared in vitro haemostatic properties of CSWB and currently used in-hospital and prehospital blood component therapies.

Materials and Methods: Blood was obtained from 24 O RhD positive male donors. Three products were prepared: CSWB, in-hospital component therapy (red blood cells [RBCs], OctaplasLG and platelets 1:1:1) and prehospital component therapy (RBCs and lyophilized plasma 1:1). Samples were drawn on days 1 and 14 of CSWB or RBC cold storage. On day 14, platelet concentrates at their expiry (5 days) were used for 1:1:1 mixing. Conventional clotting assays, rotational thromboelastometry, thrombin formation and platelet function were assessed.

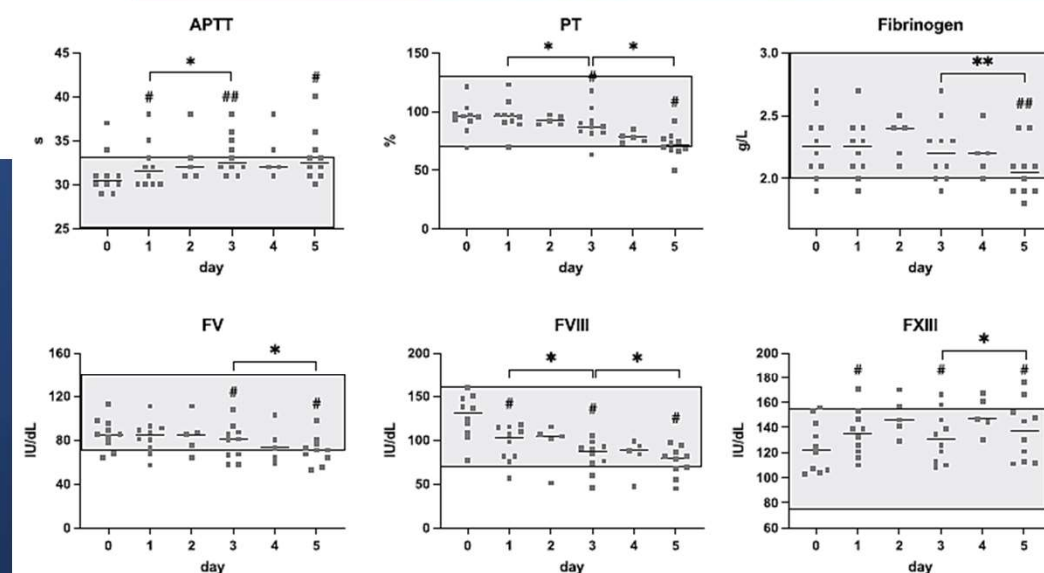
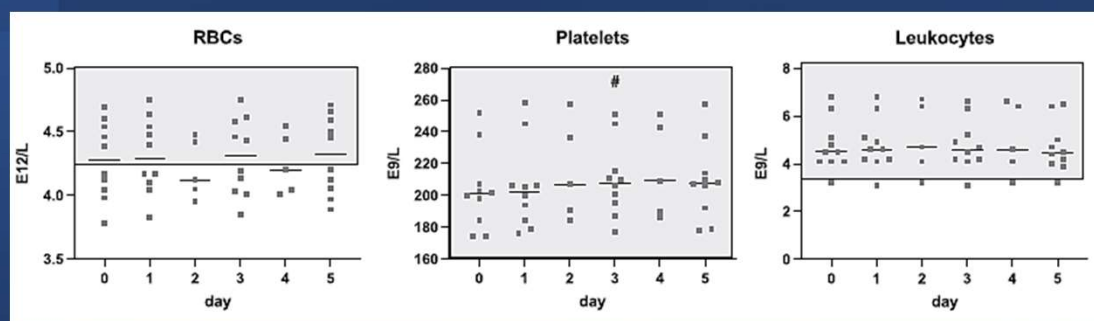
Results: Haemoglobin, platelet count, fibrinogen and coagulation factor levels remained closest to physiological in CSWB. Factor VIII activity decreased markedly by day 14 in CSWB. The decline in platelet function was prominent in CSWB. However, CSWB on day 14 yielded physiological EXTEM MCF, suggesting haemostatically sufficient platelet function. Despite haemodilution and lower coagulation factor levels, in-hospital component therapy was haemostatically adequate. Prehospital component therapy formed the weakest clots. Thrombin formation potential remained comparable and stable in all groups.

Conclusion: Current prehospital component therapy fails to offer the clotting potential that CSWB does. CSWB and current in-hospital 1:1:1 component therapy show similar haemostatic potential until 14 days of storage.

Nykyiset sairaalan ulkopuolella käytössä olevat verivalmisteet eli punasolut ja kuivaplasma eivät ole hyytymisen kannalta optimaalisia.

Kylmäsäilytetty kokoveri on parempaa tässä mielessä ja voi soveltua paremmin sairaalan ulkopuolisen ensihoidon verituotteeksi.

Sanna Susila^{1,2,3} | Tuukka Helin⁴ | Lotta Joutsen-Korhonen⁴ |
Jouni Lauronen¹ | Minna Ilmakunnas^{1,2}



SUPPLEMENT ARTICLE

Transfusion Medicine

TRANSFUSION

Quality of whole blood stored in room temperature for up to 5 days

Sanna Susila^{1,2,3} | Tuukka Helin⁴ | Lotta Joutsu-Korhonen⁴ |
Jouni Lauronen¹ | Minna Ilmakunnas^{1,2}

Results: Blood cell counts remained stable during storage. Metabolic changes were similar to those previously reported in cold-stored blood products. Most coagulation factor levels, including FVIII, decreased during storage but remained within physiological range. Thrombin generation remained mostly intact during storage. In viscoelastic tests, clotting times prolonged, but clot strength remained stable. Platelet function in multiple electrode aggregometry impaired along with storage. No bacterial growth was detected in any sample.

Conclusion: Whole blood stored in room temperature for 5 days seems bacteriologically safe and retains most of its metabolic and hemostatic function.

Kokoverivalmiste säilyy varsin hyvänä jopa 5 vrk huoneenlämmössä.

Tällä on merkitystä mm poikkeusoloissa, joissa kerättyä verta ei aina saada heti kylmäsäilytykseen.

Received: 7 April 2025 | Revised: 19 June 2025 | Accepted: 19 June 2025

DOI: 10.1111/vox.70075

ORIGINAL ARTICLE

Vox Sanguinis  International Society of Blood Transfusion

The effect of leukoreduction and prolonged storage on coagulation in cold-stored whole blood: An in vitro study

Sanna Susila^{1,2,3}  | Teemu Silver¹  | Tuukka Helin⁴  | Timo Jama^{1,2}  |
Jouni Lauronen¹  | Lotta Joutsu-Korhonen⁴  | Minna Ilmakunnas^{1,3} 

¹Finnish Red Cross Blood Service, Vantaa, Finland

²Emergency Medical Service and Emergency Department, Päijät-Häme Wellbeing Services County, Lahti, Finland

³Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Helsinki University Hospital and University of Helsinki, Helsinki, Finland

⁴Department of Clinical Chemistry, HUS Diagnostic Center, Helsinki University Hospital and University of Helsinki, Helsinki, Finland

FinnPHWB

Valkosolujen poistolla kokoverestä ei ole merkittäviä vaikutuksia sen hyytymisominaisuuksiin.

Hyytymisominaisuudet heikkenevät parissa viikossa säilytyksen aikana.

Mitä tuoreempi, sen parempi!

Highlights

- Most haemostatic changes in cold-stored whole blood (CSWB) occur during the first 14 storage days.
- Leukoreduction does not significantly alter haemostatic capacity in CSWB after prolonged storage.
- Clot structure may be weaker than previously thought already in 14-day-old CSWB.

Supplying whole blood with drones for prehospital transfusion at trauma sites in Finland: A simulation

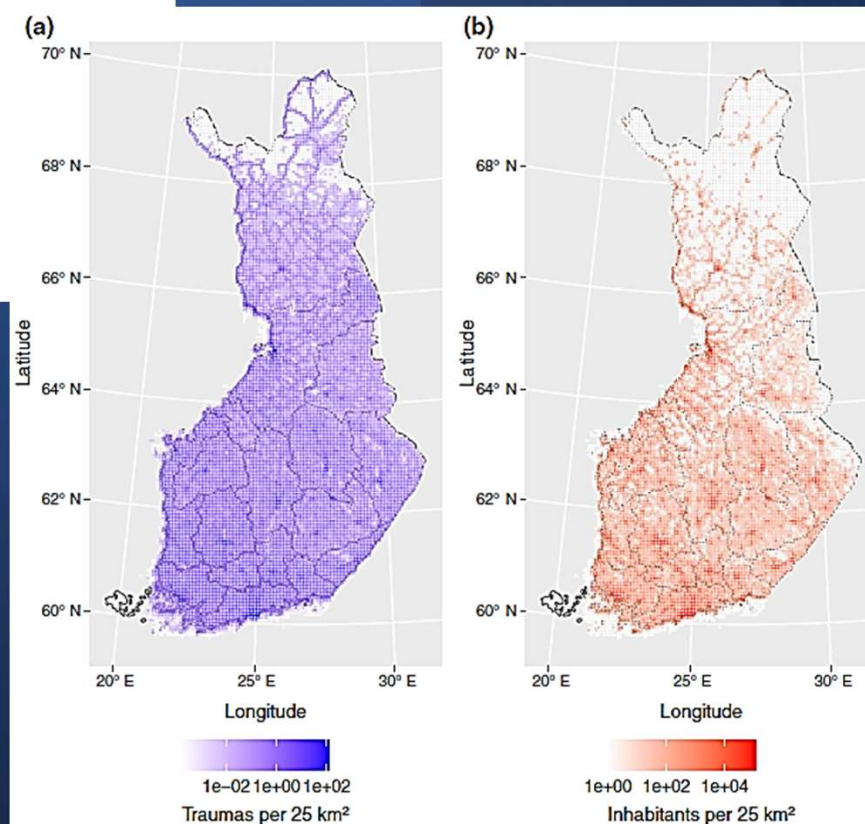
Panu Erästö¹ | Milla Juntunen² | Jukka Pappinen³ | Jouni Nurmi⁴ |
Jarkko Ihalainen² | Jouni Lauronen² | Mikko Arvas²

¹Department of Information and Service Management, Aalto University School of Business, Espoo, Uusimaa, Finland

²Finnish Red Cross Blood Service, Vantaa, Finland

³Faculty of Medicine, Department of Public Health, University of Helsinki, Helsinki, Finland

⁴Emergency Medicine and Services, Helsinki University Hospital and University of Helsinki, Helsinki, Finland



Population density of Finland (a) and the distribution of predicted traumas per 10 years (b) on 5 x 5 km squares in Finland.

Supplying whole blood with drones for prehospital transfusion at trauma sites in Finland: A simulation

Panu Erästö¹ | Milla Juntunen² | Jukka Pappinen³ | Jouni Nurmi⁴ |
Jarkko Ihalainen² | Jouni Lauronen² | Mikko Arvas²

¹Department of Information and Service Management, Aalto University School of Business, Espoo, Uusimaa, Finland

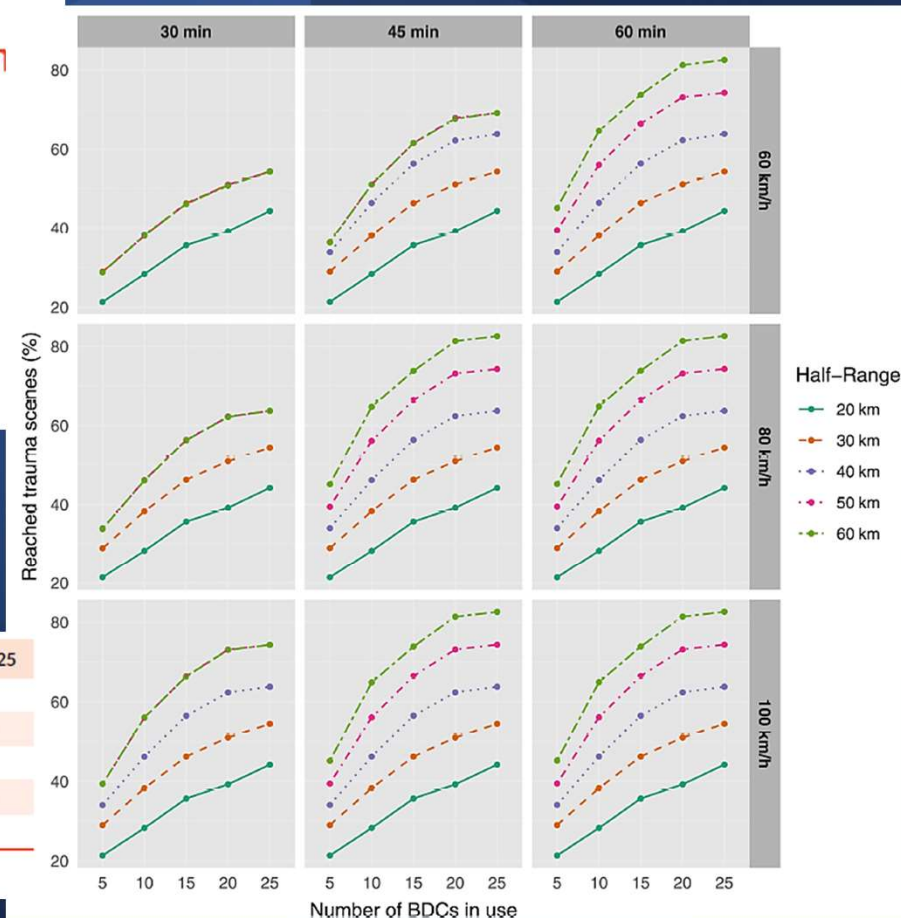
²Finnish Red Cross Blood Service, Vantaa, Finland

³Faculty of Medicine, Department of Public Health, University of Helsinki, Helsinki, Finland

⁴Emergency Medicine and Services, Helsinki University Hospital and University of Helsinki, Helsinki, Finland

Number of BDCs	N = 5	N = 10	N = 15	N = 20	N = 25
Half range = 20 km	0.21	0.28	0.36	0.39	0.44
Half range = 30 km	0.29	0.38	0.46	0.51	0.54
Half range = 40 km	0.34	0.46	0.56	0.62	0.64
Half range = 50 km	0.39	0.56	0.66	0.73	0.74
Half range = 60 km	0.45	0.65	0.74	0.81	0.83

Abbreviation: BDC, blood distribution centre.



Received: 6 February 2025 | Revised: 10 July 2025 | Accepted: 15 July 2025

DOI: 10.1111/vox.70

ORIGINAL A

Supplying
at trauma

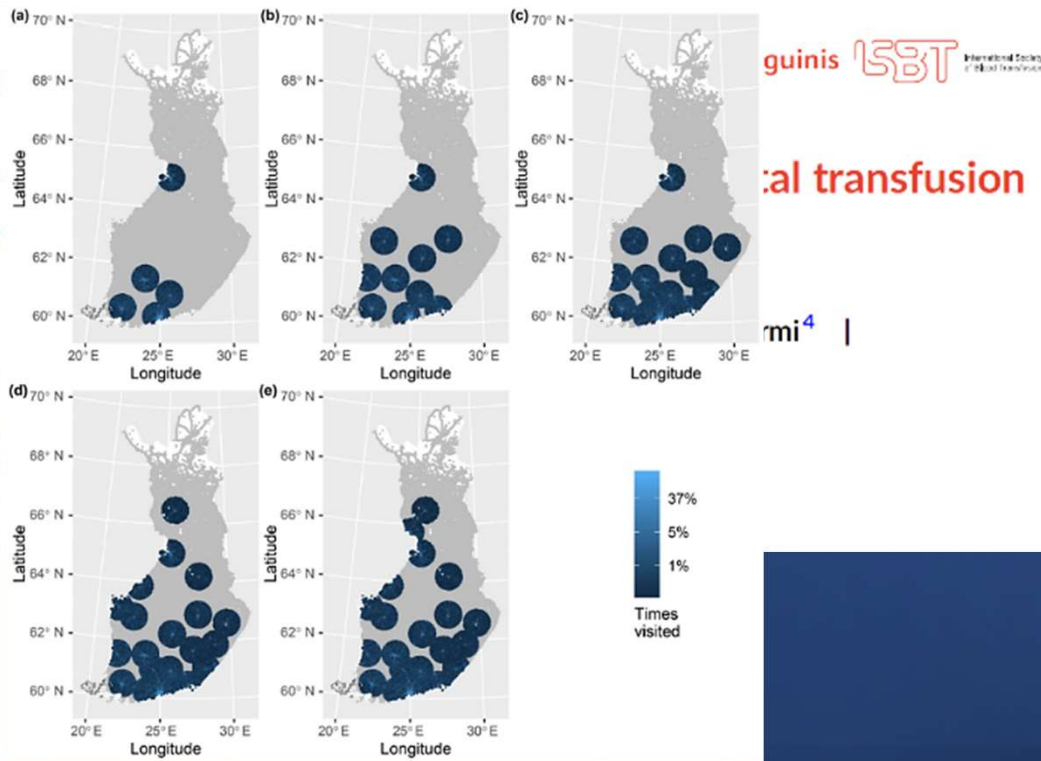
Panu Erästö
Jarkko Ihala

¹Department of Infor

²Finnish Red Cross Bl

³Faculty of Medicine,

⁴Emergency Medicin



Highlights

- We present a novel computational framework that combines strategic location optimization and operational-level simulation to model drone-based blood delivery directly to trauma scenes across a sparsely populated country.
- Using real-world trauma demand estimates on a 1 × 1-km grid covering Finland, we show that 20 drone-equipped blood distribution centres with a 60-km range can reach over 80% of predicted trauma events.
- Due to the low frequency of trauma events, a single drone per distribution centre is typically sufficient, making the system operationally efficient even in sparsely populated regions.

FinnPHWB

Droonin nopeus vaikuttaa vain marginaalisesti pidempien aikarajojen tapauksissa.

Pienempi veren säilytyspaikkojen määrä voidaan kompensoida lisäämällä droonien kantamaa.

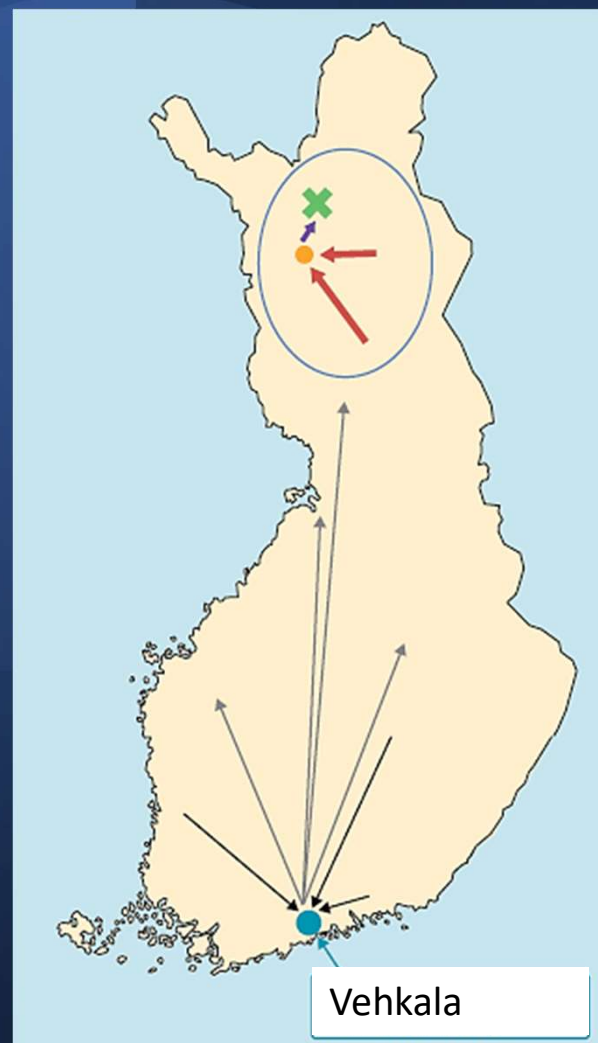
Drooneilla, joilla on 60 km:n kantama, 20 veren säilytyspaikkaa pystyy hoitamaan yli 80 % traumatapahtumista.

Duodecim 2024;140:1125–3

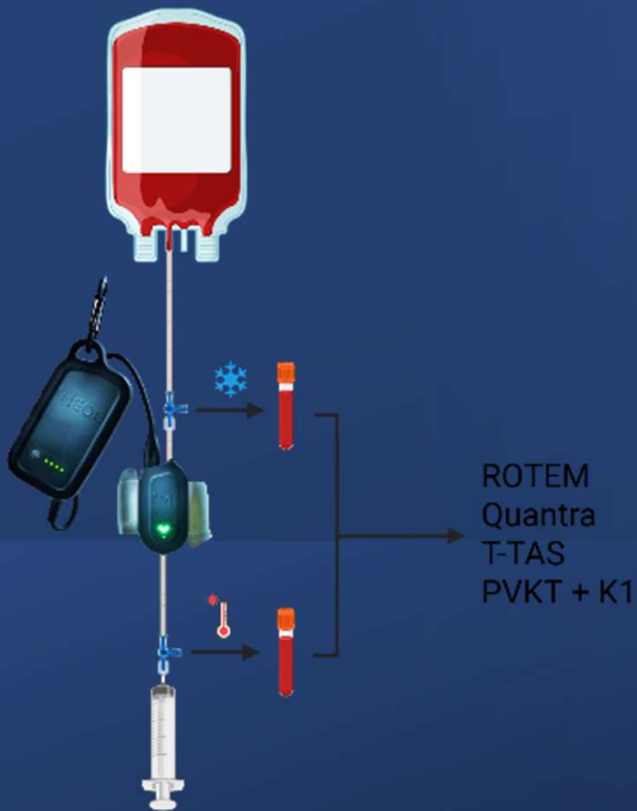
Timo Jama ja Jouni Lauronen

Kävelevä veripankki siviiliterveystenhuollossa

Englanti (lyhenne)	Suomi	Selite
Walking blood bank (WBB)	Kävelevä veripankki	Alueellinen ennalta testattujen ja hyväksytyjen 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 vammautumispaiikkaa 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.



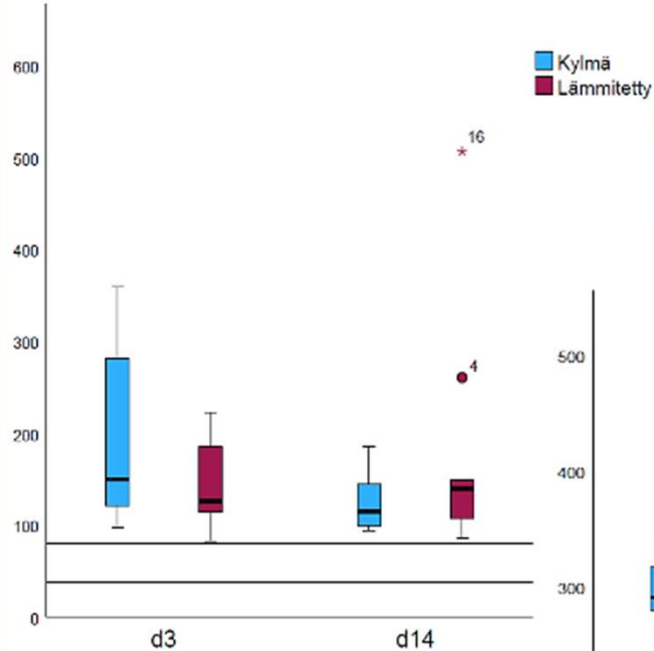
Lämmityksen vaikutus hyytymistoimintoihin



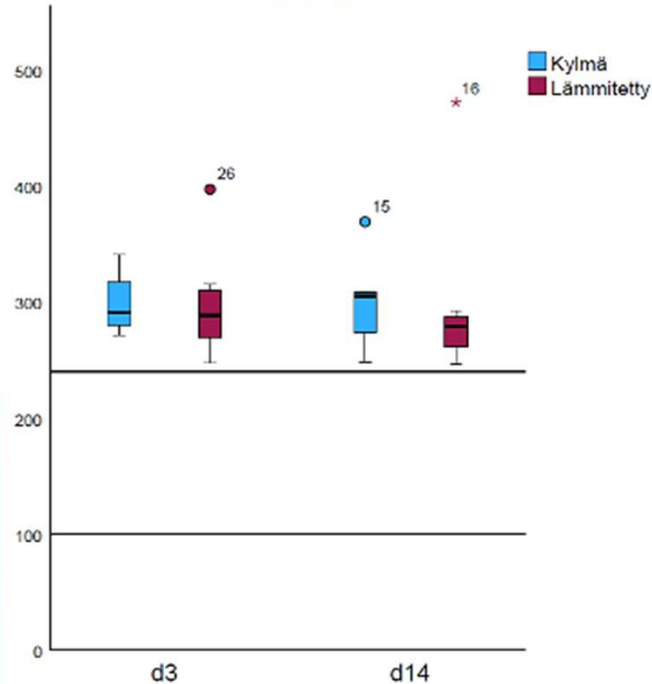
- 9 kpl O RhD pos miesluovuttajaa luovutti verta tähän tutkimukseen
- Verestä tehtiin valkosolusuodatettu kokoverivalmiste
- Valmisteista otetiin näytteet analyysiin päivinä 3 ja 14
- Tutkimuksen tulokset on vielä analysoimatta, seuraavassa diassa esitetyt ovat alustavia havaintoja.

Lämmityksen vaikutus hyytymistoimintoihin

EXTEM CT



INTEM CT



EXTEM (L, S, C): activation of clot formation by thromboplastin (tissue factor).

Assessment of factors VII, X, V, II, I, platelets, fibrinolysis



INTEM (S, C): activation of clot formation via the contact phase.

Assessment of factors XII, XI, IX, VIII, X, V, II, I, platelets, fibrinolysis



- Lämmitys lyhensi hyytymisaikaa ja mahdollisesti hieman paransi hyytymän vahvuutta kolmantena päivänä.
- Pidemmän säilytyksen jälkeen lämmityksen vaikutukset ilmeisesti pienempiä, mutta niitä silti oli. Varsinkin hyytymän mekaaninen muodostus saattaa parantua.

