

Mira Vainonen

# Putkipostikuljetuksen vaikutuksia verinäytteisiin ja verivalmisteisiin

Katsaus kirjallisuuteen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Bioanalyttikko (AMK)

Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma

Opinnäytetyö

16.11.2017

Tekijä Otsikko	Mira Vainonen Putkipostikuljetuksen vaikutuksia verinäytteisiin ja verivalmisteisiin
Sivumäärä Aika	Katsaus kirjallisuuteen 35 sivua + 5 liitettä 16.11.2017
Tutkinto	Bioanalyttikko (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Bioanalytiikan tutkinto-ohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Bioanalytiikka
Ohjaaja	Lehtori Heidi Malava
<p>Putkiposti on yleisesti käytetty ja nopea tapa kuljettaa verinäytteitä ja verivalmisteita sairaalan sisällä. Putkipostin on kuitenkin todettu voivan joissakin tapauksissa aiheuttaa vaurioita näytteille ja verituotteille. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli etsiä tutkittua tietoa seikoista, jotka voivat vaurioittaa verinäytteitä tai verivalmisteita putkipostikuljetuksen aikana sekä minkä tekijöiden on todettu ehkäisevän kuljetuksessa syntyviä vaurioita. Työn toimeksiantajana oli HUSLABin Jorvin sairaalalaboratorio. Tehtävänä oli koostaa tutkimustuloksista taulukko putkipostikuljetuksen vaikutuksista näytteiden ja verituotteiden laatuun.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin systemoitua kirjallisuuskatsausta soveltaen. Taustatietojen hankkimista varten haastateltiin Jorvin sairaalan laboratorion putkipostin vastuuhenkilöitä sekä putkipostijärjestelmän Jorvin sairaalaan rakentaneen yrityksen edustajaa. Kirjallisuuskatsaukseen valittiin hoitotieteellisistä tietokannoista mukaan 11 tutkimusta, joiden sisältö analysoitiin teorialähtöistä sisällönanalyysiä käyttäen.</p> <p>Putkipostikuljetuksessa syntyvä värinä voi tutkimustulosten mukaan aiheuttaa verinäytteille ja -valmisteille muun muassa hemolyysiä, biokemiallisten analyttien pitoisuuksien nousua ja ongelmia trombosyyttien aggregaatioissa. Myös putkipostijärjestelmän pituudella, kuljetusnopeudella sekä näyteputkityypillä voi olla vaikutusta näytteiden vaurioitumiseen. Leukemiaa sairastavan potilaan näytteiden todettiin olevan normaalia alttiimpia hemolyysille. Näytteiden ja verivalmisteiden stabiileina pysymistä edesauttoi mm. kuljetuskapseleiden pehmustaminen, niiden saapuminen hallitusti ilman tärähdystä määränpäähänsä sekä kuljetusolosuhteiden, kuten nopeuden ja paineen optimoiminen ja valvominen.</p> <p>Tähän kirjallisuuskatsaukseen valituissa tutkimuksissa käytetyt putkipostijärjestelmät olivat erilaisia toteutustavoiltaan. Niiden kuljetusolosuhteet sekä näytteitä ja verivalmisteita vaurioittavat tekijät, kuten mutkien lukumäärät ja kuljetusnopeudet, vaihtelivat. Siksi jokaisen laboratorion tulisikin itse arvioida putkipostikuljetuksen soveltuvuus eri tyyppisille näytteille ja verivalmisteille. Opinnäytetyötä voidaan käyttää apuna niiden seikkojen tiedostamiseen, jotka saattavat vaikuttaa näytteiden ja verivalmisteiden laatuun putkipostia käytettäessä.</p>	
Avainsanat	putkipostijärjestelmä, verinäyte, verivalmiste, hemolyysi

Author Title Number of Pages Date	Mira Vainonen Effect of Pneumatic Tube System on Quality of Blood Samples and Blood Products – a Literature Review 35 pages + 5 appendices 16 November 2017
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Biomedical Laboratory Science
Specialisation option	Biomedical Laboratory Science
Instructor	Heidi Malava, Senior Lecturer
<p>Pneumatic tube system (PTS) is a commonly used and rapid method of transport for blood samples and blood products in hospital settings. However, PTS may damage some sample and blood product types. The aim of this study was to find articles about the factors that can affect blood samples and blood products during pneumatic tube transportation. Moreover, the aim was to find out how can the damages caused by transportation be prevented. The purpose of the study was to compile a table from the literature review results. The study was commissioned by the HUSLAB laboratory of the Jorvi Hospital, Espoo, Finland.</p> <p>My study is a literature review. For background information, I interviewed three members of the laboratory staff from of Jorvi Hospital and the agent for the company which installed the PTS at Jorvi Hospital. I selected 11 articles to the literature review and analysed them using a qualitative theory-oriented content analysis.</p> <p>PTS increases movements and vibration of the samples and blood products, which can cause them hemolysis, increase the levels of biochemical analytes or affect platelet function. The length and rate of PTS as well as sample tube type can affect samples and blood products. Samples in patients with leukemia may be more susceptible to hemolysis than samples of healthy individuals. To reduce the risk of damages, it is important to use paddings inside the transport containers. For example, auto-unloading system can be used for controlled arrival of the container, which decreases the risk of damage upon arrival to destination. Monitoring and optimization of transport conditions, such as speed and pressure, was recommended.</p> <p>Differences exist among different PTS. Transport conditions as well as sample and blood products damaging factors (number of curves and transportation rates for example) were different between the researches selected to this study. Therefore, each laboratory should evaluate, whether PTS is safe transportation method for their blood samples and blood products. This study can be used to understand the factors, which may affect the quality of blood samples and blood products during PTS as a transport method.</p>	
Keywords	pneumatic tube system, blood sample, blood product, hemolysis

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Jorvin sairaalan laboratorio	2
3	Putkipostin toimintaperiaate	3
4	Laboratorionäytteiden laatuun kuljetuksen aikana vaikuttavat tekijät	6
5	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja kehittämistehtävät	8
6	Kirjallisuuskatsaus	9
6.1	Kirjallisuushaku	10
6.2	Teorialähtöinen sisällönanalyysi	13
7	Yksilöhaastattelut	15
8	Tuloksena kartoitus putkipostikuljetuksen vaikutuksista verinäytteisiin ja verivalmisteisiin	16
8.1	Putkipostin fysikaalisten tekijöiden vaikutukset	16
8.2	Näyteputken ja -tyypin vaikutukset	19
8.3	Potilaan sairauden ja putkipostikuljetuksen aiheuttamat vauriot näytteille	21
8.4	Putkipostikuljetuksesta aiheutuvia vaurioita ehkäisevät tekijät	24
9	Pohdinta	26
10	Eettisyys	28
11	Luotettavuus	29
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Kooste tutkimuksista laboratorioden käyttöön	
	Liite 2. Haastattelun saatekirje ja haastattelukysymykset	
	Liite 3. Suostumuslomake	
	Liite 4. Taulukko tutkimusten kuvailua varten	
	Liite 5. Sisällönanalyysitaulukko	

## Lyhenteet ja termit

Termi	Selitys
<b>ALL, AML</b>	Akuutti lymfaattinen leukemia, akuutti myeloinen leukemia. Akuutin, nopeasti etenevän leukemian eli verisyövän kaksi muotoa. Leukemiassa valkosolujen esiasteet muuttuvat syöpäsoluiksi. (Akuutit leukemiat. 2017.)
<b>ALAT</b>	Alaniiniaminotransferaasientsyymi. Entsyymiä esiintyy maksasoluissa, pienempinä pitoisuuksina myös mm. munuaisissa, keuhkoissa, lihaksissa. ALAT-pitoisuus kohoaa maksasoluvaurioissa ja -tulehduksissa. (Eskelinen 2016a.)
<b>APTT</b>	Aktivoitu partiaalinen tromboplastiiniaika. Tutkimuksella voidaan osoittaa puutokset ja häiriöt tietyissä veren hyytymistekijöissä, fibrinogeenissä ja protrombiinissa. Pidentynyt APT-aika viittaa häiriöön jossakin hyytymistekijässä. (Rasi 1997: 1 263.)
<b>ASAT</b>	Aspartaattiaminotransferaasientsyymi. Entsyymipitoisuutta analysoimalla voidaan diagnosoida maksan sairauksia, käytetään lisätutkimuksena lihastautien diagnostiikassa. (Aspartaattiaminotransferaasi, plasmasta 2016.)
<b>CK</b>	Kreatiinikinaasi. Yleinen entsyymi lihassoluissa. Pitoisuutta mitataan lihastautien diagnosoimiseksi. (Eskelinen 2016b.)
<b>CK-MB</b>	Kreatiinikinaasi, MB-alayksikkö. Entsyymiä on runsaasti sydänlihaksessa. Pitoisuutta mitataan sydänlihastulehduksen tai -infarktin diagnosoimiseksi. (Eskelinen 2016c.)
<b>Fibrinogeeni</b>	Veren plasmassa oleva proteiini (valkuaisaine). Pilkkoutuu fibriniiksi, aiheuttaa osaltaan veren hyytymisen. (Fibrinogeeni 2017.)
<b>Glukoosi</b>	Verensokeri. Glukoosipitoisuuden mittaamisella voidaan selvittää diabetekseen (sokeritauti) sairastuminen ja seurata diabeteksen hoitotasapainoa. (Eskelinen 2016d.)
<b>Hyytymistekijät</b>	Joukko veressä kiertäviä proteiineja, säätelevät veren hyytymisen eri vaiheita. (Mustajoki 2016.)
<b>Bilirubiini (kokonaisbilirubiini, konjugoitumaton, konjugoitu)</b>	Bilirubiini kuljetetaan verenkierrosta maksaan, jossa tapahtuu sen konjugointi glukuronihappoon ( <i>konjugoitunut bilirubiini</i> ). <i>Konjugoitumatonta bilirubiinia</i> syntyy, kun maksa ei kykene käsittelemään kaikkea bilirubiinia sen liikatuotannosta johtuen. Kokonaisbilirubiini sisältää sekä konjugoimattoman että konjugoitumattoman bilirubiinin yhteenlasketun pitoisuuden. Bilirubiinipitoisuuksia mitataan maksan ja sappiteiden sairauksien diagnosoimiseksi. (Bilirubiini, plasmasta 2014.)
<b>Kreatiniini</b>	Peräisin lihasten kreatiinista ja kreatiinifosfaatista. Pitoisuuden mittaamista käytetään munuaisten toiminnan arviointiin. (Kreatiniini, plasmasta 2015.)
<b>KLL</b>	Krooninen lymfaattinen leukemia. Hitaasti etenevä verisyöpä, jossa rakenteellisesti poikkeavien lymfosyyttien osuus muista valkosolutyypeistä kasvaa. (Krooninen lymfaattinen leukemia 2017.)
<b>KML</b>	Krooninen myeloinen leukemia. Luuytimen kantasolujen syöpä, jossa neutrofiilien osuus muista valkosolutyypeistä kasvaa. (Salonen 2016.)
<b>LD</b>	Laktaattidehydrogenaasientsyymi, jota elimistön useat kudokset sisältävät. Pitoisuus nousee useissa elinvaurioissa. (Laktaattidehydrogenaasi, plasmasta 2014.)
<b>pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub></b>	Veren happiosapaine, veren hiilidioksidiosapaine. Mitataan mm. elimistön happoemästasapainon seuraamiseksi ja kudosten hapetustilan häiriöiden diagnosoimiseksi. (Verikaasuanalyysi (pO <sub>2</sub> , pCO <sub>2</sub> , pH ja laskenta), laskimoverestä 2013.)
<b>PT</b>	Protrombiiniaika. Tutkimuksella arvioidaan, kuinka hyvin veren hyytymistekijät VII, X, II ja I toimivat ja kuinka nopeasti veren plasma hyytyy. (Prothrombin Time and International Normalized Ratio 2015.)
<b>Sädetetyt verivalmisteet</b>	Verivalmisteiden sädetys estää verensiirron aiheuttamaa käänteishyljintäreaktiota estämällä lymfosyyttien aktivoitumisen (Verivalmisteiden käytön opas 2013: 38).
<b>Talassemia</b>	Perinnöllinen sairaus, aiheuttaa mm. anemiaa, kasvuhäiriöitä, maksan ja pernän suurenemista (Salonen 2015).

<b>TRAP</b>	Trombiinireseptoria aktivoiva peptidi, trombosyytilaukaisuaine. Aktivoi trombosyyttien aggregaatiota. (Trombosyytit, aggregaatio Multiplate-laitteella kokoverestä 2017.)
<b>Urea typpi</b>	Kuona-aine, jota erittyy verenkiertoon maksasta. Voidaan käyttää mm. munuaisten toiminnan arviointiin. (Blood Urea Nitrogen.)
<b>Verenkuva</b>	Tutkimus, jossa lasketaan puna- ja valkosolujen ja trombosyyttien määrä sekä hemoglobiinipitoisuus. Sisältää myös punasolujen massaan ja kokoon perustuvia määryksiä. Täydellinen verenkuva sisältää em. lisäksi valkosolujen erittelylaskennan. (Perusverenkuva, leukosyyttien erittelylaskenta, koneellinen, verestä 2015.)

## 1 Johdanto

Sairaaloissa otetaan päivittäin runsaasti potilasnäytteitä. Näytteenoton jälkeen näytteet kuljetetaan eri osastoilta sairaalalaboratorion lajitteluun, jossa ne lajitellaan eri työpisteisiin analysoitaviksi. Näytteitä voidaan kuljettaa laboratorioon sairaalalähettien tai näytteiden ottajien toimesta. Myös verivalmisteita kuljetetaan sairaalan laboratoriosta niitä tarvitseviin yksiköihin. Useat sairaalat ja sairaalalaboratoriot ovat kuitenkin jo kauan hyödyntäneet myös putkipostitekniikkaa laboratorionäytteiden ja verivalmisteiden, kuten punasolujen ja trombosyyttien eli verihiutaleiden, kuljettamisessa.

Putkipostilla tarkoitetaan putkista rakennettua esineiden kuljetusjärjestelmää. Kuljetettavat esineet, jotka voivat olla esimerkiksi verinäytteitä, lääkkeitä tai asiakirjoja, pakataan kapselisiin, jotka saadaan putkistossa kulkemaan haluttuun osoitteeseen paineilman ja alipaineen avulla. (Pneumatic Tube System – How it works.) Tutkimuksissa on todettu putkipostilla lähetettävien verinäytteiden voivan hemolysoitua johtuen muun muassa nopeasta kuljetusvauhdista, nopeista kiihdytyksistä ja jarrutuksista sekä äkillisistä käännöksistä kuljetuksen aikana. Hemolyysillä tarkoitetaan veren solujen hajoamista ja sen voi aiheuttaa verinäytteelle kuljetuksen aikana tapahtuva voimakas värinä (Penttilä 2004: 235; Laitinen 2004: 33). Hemolyysin seurauksena solujen sisällä olevat analyytit pääsevät vuotamaan ulos aiheuttaen virheellisiä tutkimustuloksia. (Sari – Arslan – Ozlu – Hacıoglu – Dogu 2012: 81.) Muita mahdollisia vaurioita näytteille ovat muun muassa häiriöt verihiutaleiden eli trombosyyttien toimintaan (Thalén – Forsling – Eintrei – Söderblom – Antovic 2013: 77). Yleisesti ottaen putkipostia pidetään kuitenkin turvallisena ja nopeana tapana kuljettaa näytteitä. Se kuinka voimakkaasti näytteet kuljetuksen aikana vaurioituvat, näyttäisi riippuvan suurelta osin tekniikasta, jolla putkiposti on toteutettu. (Sari – Arslan – Ozlu – Hacıoglu – Dogu 2012: 81.)

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on etsiä kirjallisuushakua ja sisällönanalyysiä käyttäen kattavasti tutkittua tietoa putkipostikuljetuksen vaikutuksista laboratorioon lähetettäviin verinäytteisiin ja verensiirtovalmisteisiin. Opinnäytetyön taustatietojen hankinnassa on käytetty myös nimettöminä pysyvien Jorvin sairaalan laboratorion putkipostivastaavien laboratoriohoitajien sekä putkipostijärjestelmän Jorvin sairaalaan toimittaneen Teho-Tekniikka Oy:n edustajan haastatteluita.

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Jorvin sairaalan laboratorio. Jorvin sairaalassa otettiin putkiposti käyttöön laboratorionäytteiden ja verivalmisteiden lähettämistä varten joulukuussa 2016. Tehtävänä on laatia taulukko, johon on koostettu tutkimuksista putkipostin vaikutukset kuljetettaviin näytteisiin ja verivalmisteisiin sekä tutkimuksista mahdollisesti löytyvät ratkaisuehdotukset, joilla ne saataisiin kuljetettua laboratorioon tai sieltä osastoille mahdollisimman stabiileina (esimerkiksi pakkaustavat). Työtäni voidaan hyödyntää sairaalalaboratorioissa varmistaakseen, että laboratorioden ohjeistukset lähettamisestä ja pakkaamisesta ovat tutkitun tiedon nojallakin ajantasainen. Opinnäytetyön tuloksia voivat hyödyntää laboratoriot myös ottaessaan käyttöön putkipostijärjestelmän tai tarkistaakseen jo olemassa olevia käytäntöjään verinäytteiden ja -valmisteiden putkipostilla lähettamisestä. Työni tuloksia voidaan hyödyntää ohjeiden kehittämisessä. Ajantasalla olevan ja laadukkaan ohjeistuksen myötä saadaan analysoitavaksi mahdollisimman laadukkaita potilasnäytteitä, joka on edellytyksenä oikeille diagnooseille ja potilasturvallisuudelle. Näin tutkimuksesta hyötyvät myös lääkärit sekä potilaat.

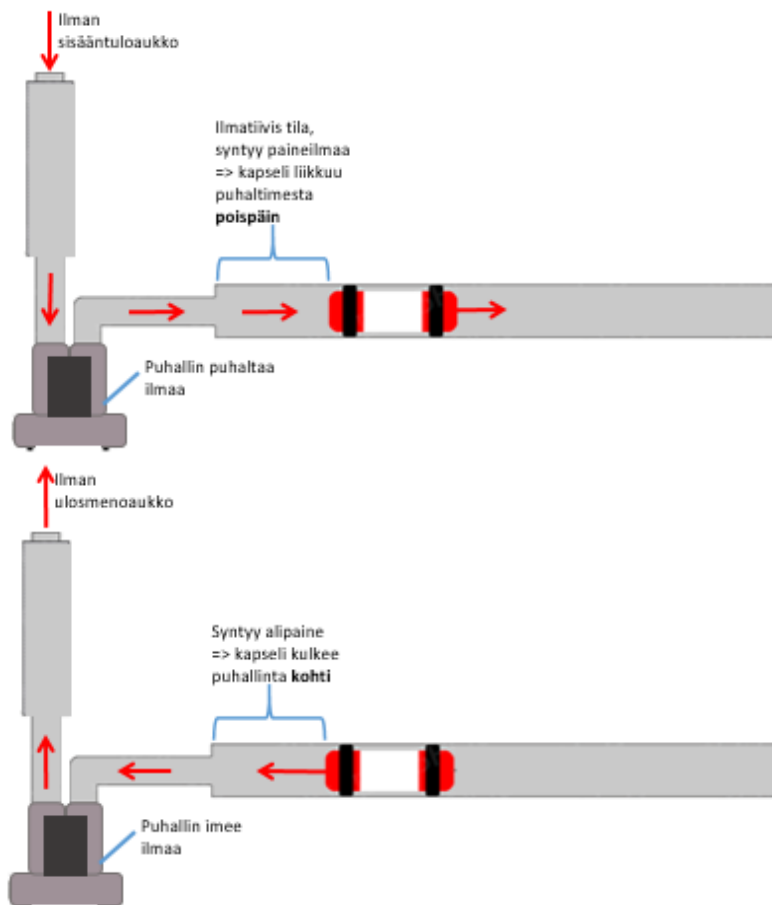
## **2 Jorvin sairaalan laboratorio**

HUSLAB Jorvin sairaalan laboratorio toimii päivystävänä laboratoriona, jossa analysoidaan Jorvin sairaalassa ja Espoon sairaalassa otettujen näytteiden lisäksi Espoon terveyskeskuksissa otetut hematologiset ja peruskemian näytteet sekä virtsanäytteet. Laboratorio käsittää hematologian ja kemian työpisteiden lisäksi lajittelun, mikrobiologian sekä erite-, verikaasu- ja hyytymistutkimusten työpisteet. Laboratoriolla on myös oma verikeskus. (Hautajärvi 2016.) Lajittelun työpisteessä lajitellaan saapuvat näytteet eri työpisteissä analysoitaviksi sekä lähetetään muihin laboratorioihin näytteet, joita ei analysoida Jorvin laboratoriossa.

Laboratoriossa työskentelee kaiken kaikkiaan noin 40 laboratoriohoitajaa/bioanalytiikkaa. Lisäksi henkilökuntaan kuuluvat osastonhoitaja, apulaisosastonhoitaja, osastonsihtööri, kaksi kemistiä, lähihoitajia sekä laborantti. Laboratorio palvelee 24 tuntia vuorokaudessa ja töitä tehdään kolmessa vuorossa. (Hautajärvi 2016.)

### 3 Putkipostin toimintaperiaate

Putkiposti on esineiden kuljettamiseen tarkoitettu järjestelmä, jossa kuljetettavat esineet pakataan sylinterimäiseen kapseliin ja kuljetetaan määränpäähensä putkistossa puhaltimen sekä paineilman tai alipaineen avulla (kuvio 1). (What is a Pneumatic Tube System.) Putken sisällä oleva kapseli asettuu tiiviisti sitä ympäröivää putkea vasten, jolloin putkeen kapselin ja puhaltimen väliin saadaan luotua ilmatiivis tila. Kun puhallin kytketään päälle, saadaan puhaltimen ja kapselin välille aikaan paine, joka kuljettaa sitä pois päin puhaltimesta. Vastaavasti kapselia voidaan kuljettaa takaisin puhaltimeen päin alipaineen avulla käyttämällä puhaltimen imuvoimaa vetämään kapselia sitä kohti. (Pneumatic Tube System – How it works.) Putkipostijärjestelmä voi olla varustettu erilaisilla kapselileitä ohjaavilla mekanismeilla, kuten putkipostivaihteilla, jotka ohjaavat kapselit oikeille putkipostilinjoille ja määränpäihinsä (Lappalainen).



Kuvio 1. Kapselin kuljetus paineilman avulla (mukaillen Pneumatic Tube System – How it works).

Nykyään putkipostia käytetään muun muassa kaupoissa ja pankeissa rahan tai arvopapereiden lähettämiseen yrityksen sisällä. Tehtaat käyttävät putkipostia lähettääkseen tuotteitaan ja valmisteitaan tehtaan yksiköstä toiseen. Sairaaloissa putkiposti kuljettaa potilaista otettuja näytteitä ja verivalmisteita sekä lääkkeitä. (What is a Pneumatic Tube System.) Suomessa putkipostijärjestelmiä toimittavat sairaaloihin muun muassa Pamtech Finland Oy (Eräitä referenssejämme), Intermarketing Oy (Referenssit 2014) sekä Teho-Tekniikka Oy. Suomen sairaaloista muun muassa Päijät-Hämeen Keskussairaala, Turun Yliopistollinen Keskussairaala, Kuopion Yliopistollinen Keskussairaala, Savonlinnan Keskussairaala sekä Satakunnan Keskussairaala käyttävät putkipostia. (Ethernet Sairaala-Putkipostit. TT-MedicalPost.)

Putkipostin etuna on sen nopeus. Sairaalalaboratorioissa putkiposti nopeuttaa näytteiden kuljettamista ja niiden saapumista analysoitaviksi. Herkimpiäkin näytteitä voidaan nykyään lähettää putkipostilla, sillä näytteitä sisältävän kapselin vauhtia voidaan nykYTEKNOLOGIAN avulla usein säätää tarpeen mukaan optimaalisen hallitun vauhdin aikaansaamiseksi. (Kennedy 2011.) Putkipostijärjestelmään on mahdollista asentaa myös lastinpurkausautomaatti, joka ottaa laboratorioissa putkipostikapselit hallitusti vastaan ehkäisten näin näytteille aiheutuvaa tärinää (Lappalainen).

Jorvin sairaalan putkipostijärjestelmä on yhteydessä keväällä 2017 avattuun Espoon sairaalaan sekä Jorvin päivystyslisärakennukseen, joka avattiin vuonna 2016. Järjestelmä käsittää yhteensä 45 putkipostiasemaa, joihin vastaanotetaan ja joista lähetetään putkipostikapseleita toisille asemille. Putkipostiasemasta esimerkki kuviossa 2. Jokaisella putkipostiasemalla on oma numerokoodinsa, joka näppäillään kapselin lähetyksen yhteydessä aseman asemapaneelissa olevaan näppäimistöön. Numerokoodin perusteella järjestelmä toimittaa kapselin oikeaan osoitteeseen sairaalan sisällä tai kahden eri sairaalan välillä. (Espoon sairaala 2017.)



Kuvio 2. Putkipostiasema Espoon sairaalassa (kuva: Mira Vainonen).

Järjestelmä pitää sisällään kahdeksan putkipostilinjaa. Jorvin sairaalan puolella on keskusjakelija, robotti, joka siirtää putkipostikapselit oikealle linjalle niille putkipostiasemalla annetun osoitteen mukaisesti. Putkipostilinjat sisältävät vaihteita, jotka ohjaavat kapselit edelleen oikealle putkipostiasemalle. Putkipostijärjestelmällä kuljetetaan osastoilla otettuja laboratorionäytteitä laboratorioon, laboratorion verikeskuksesta voidaan lähettää sekä sinne voidaan vastaanottaa verivalmisteita. (Espoon sairaala 2017.) Kaikki verivalmisteet lähetetään putkipostitse niitä tarvitseville osastoille (haasteltava A). Näytteiden osalta ainoastaan herkästi rikki menevät lasiset kapillaarinäytteet ja malariaobjekttilasit, putkipostikapseliin liian suuret likvormaljat sekä psykiatrian osastolta tulevat näytteet kuljetetaan laboratorioon manuaalisesti, muut putkipostitse. Myös kapillaarinäytteiden osalta laboratorio tulee todennäköisesti jatkossa siirtymään putkipostikuljetukseen. Put-

kipostin käyttöönotto on nopeuttanut näytteiden laboratorioon saapumista ja verivalmisteiden lähettämistä osastoille. Putkiposti on myös helpottanut näytteenottajien työtä, kun näytteet voidaan lähettää laboratorioon missä vaiheessa tahansa näytteenottokiertoa; aikaisemmin näytteet täytyi saada kierrolla tiettyihin kellonaikoihin kiertävän sairaalalähetin kuljetettaviksi. (Haastateltava B, haastateltava C.)

#### **4 Laboratorionäytteiden laatuun kuljetuksen aikana vaikuttavat tekijät**

Laadukas laboratorionäyte on analysointihetkellä mahdollisimman samankaltainen koostumukseltaan, kuin näytteenottohetkellä. Näin taataan tutkimustulos, joka vastaa mahdollisimman paljon potilaan terveydentilaa. Ihmisestä otetun näytteen koostumus alkaa muuttua näytteen jouduttua kehon ulkopuolelle. Näytteestä riippuen siitä mitattava pitoisuus voi joko nousta tai laskea, kun biologiset aineenvaihduntareaktiot jatkuvat näyteastiassa. Mitä kauemmin näytettä säilytetään näytteenottoastiassa, sitä enemmän niiden kemiallinen koostumus ehtii muuttua. Näytteen koostumusta saattavat muuttaa myös näyteastian ulkopuolelta päässeet aineet sekä näytteen haihtuminen. Sen vuoksi on tärkeää sulkea näyteastiat tiiviisti ja pakata ne hyvin rikkoutumisen ehkäisemiseksi. (Tapola 2004: 29–31.) Putkipostikuljetuksessa tulee huomioida myös muita useita preanalyttisiä tekijöitä: lämpötila, näytteiden kuljettamiseen kuluva aika sekä kuljettamisesta aiheutuva värinä ja liike näytteille.

Mahdollisimman lyhyillä näytteiden *kuljetus- ja säilytysajoilla* voidaan minimoida näytteiden aineenvaihduntareaktioiden eteneminen näyteastiassa (Tapola 2004: 29–30). Esimerkiksi verikaasuanalyysi tulee tehdä 15 minuutin kuluessa näytteen otosta, mikäli näyte säilytetään huoneenlämmössä. Viileässä (0–6 °C) säilytettynä ja kuljetettuna näyte säilyy analyysikelpoisena 30 minuuttia. (Verikaasuanalyysi (pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, pH ja laskenta), laskimoverestä 2013.)

Lisäksi näytteet tulee suojata kuljetuksen aikana *suurilta lämpötilojen vaihteluilta*, yleensä kuljetuksen aikana pyritään säilyttämään huoneenlämpö. Jotkin näytteet vaativat näytteenoton jälkeen nopean jäädytyksen ja myös kuljetuksen ajaksi ne tulee pakata kylmähauteeseen metabolisten reaktioiden etenemisen pysäyttämiseksi. (Tapola 2004: 29–30.) Esimerkkinä kylmänäytteestä voidaan mainita ammonium-ioni-näyte, joka

tulee näytteenoton jälkeen pakata välittömästi jäämurskaan. Näyte on toimitettava mahdollisimman pian kylmälähetyksenä laboratorioon. (Ammonium-ioni, plasmasta, paastotilassa 2014.)

Näytteen *kuljetuksen aikana tapahtuva värinä* voi vaikuttaa huomattavastikin verinäytteen laatuun ja pitoisuuteen, sillä värinä voi hemolysoida näytteen soluja (Laitinen 2004: 33). Hemolyyysin seurauksena ja solujen rikkoutuessa esimerkiksi näytteen kaliumpitoisuus nousee, kun solun sisäinen kalium pääsee vuotamaan ulos solusta. Solun ulkopuolinen kaliumpitoisuus on n. 5 mmol/l solun sisäisen kaliumpitoisuuden ollessa n. 150 mmol/l, joten hemolyyssi voi nostaa kaliumpitoisuutta huomattavasti. (Väisänen - Metsävainio - Romppanen 2006: 121.) Värinä voi aiheuttaa vaurioita myös hyytymistekijätutkimusnäytteille. Hyytymistekijöillä tarkoitetaan veressä kiertäviä proteiineja, jotka säätelevät veren hyytymisen eri vaiheita (Mustajoki 2016). Ylimääräinen liike näyteputkelle saattaa aiheuttaa hyytymistekijöiden ja -järjestelmän aktivoitumisen näytteessä (Näytteenotto hyytymistutkimuksia varten HUS-piiriin ulkopuolisille laboratorioille 2017).

Putkipostikuljetuksen vaikutuksia eri tyyppisiin näytteisiin on tutkittu jonkin verran. On esimerkiksi tutkittu putkipostin vaikutuksia verenkuvaa-, kalium-, laktaattidehydrogenaasi (LD) ja veren hyytymistekijänäytteisiin. Putkipostikuljetuksessa tapahtuvien voimakkaiden kiihdytysten, jarrutusten ja suuren kuljetusnopeuden on todettu voivan hemolysoida LD- ja kaliumnäytteitä niin, että näytteiden analyyttipitoisuudet nousevat solujen rikkoutuessa ja analyyttien vapautuessa solujen sisältä. (Mullins – Harrison – Bruns 2016: 1; Ellis 2009: 1265.) Myös verinäytteiden verihituleiden eli trombosyyttien toimintaan on osoitettu putkipostikuljetuksilla voivan olla vaikutusta. Kuljetusten aikaisista nopeusvaihteluista johtuen voi verihituleiden toiminta häiriintyä niin, että verenvuodon tyrehtyttämiseen tarvittava verihituleiden kasautumiskyky heikkenee. (Thalén – Forsling – Eintrei – Söderblom – Antovic 2013: 77.) Täydellisen verenkuvan (näytteen sisältämien solujen laskenta sekä valkosolujen erittelylaskenta) arvoihin ei puolestaan eräässä tutkimuksessa todettu olevan juurikaan merkittävää vaikutusta (Sari ym. 2012: 81).

Osassa tutkimuksia on esitetty ratkaisuja, joilla putkipostikuljetuksista voidaan tehdä mahdollisimman turvallisia laboratorionäytteille. Muun muassa pehmusteiden käyttämisen näytteitä kapsleihin pakattaessa sekä putkipostin vauhdin alentamisen on todettu alentavan hemolyytiriskiä (Ellis 2009: 1265; Thalén ym. 2013: 80). Samoihin analyytteihin kohdistuvissa, putkipostin vaikutuksia näytteisiin käsittelevissä tutkimuksissa on to-

dettu myös ristiriitaisuuksia eri tutkimusten välillä. Esimerkiksi osassa tutkimuksia on todettu putkipostin aiheuttavan häiriötä trombosyyttien toimintaan, kun taas toisaalta tutkimukset eivät osoittaneet kuljetuksella olevan näihin näytteisiin juurikaan vaikutusta. Putkipostitekniikan toteuttaminen sairaaloissa ja eri tekniikoiden vaikutukset näytteisiin vaihtelevat. Putkipostin kuljetusnopeus ja näytteitä kuljettavan kapselin kuljetuksen aikana saamat tärähdykset näet vaihtelevat putkipostitekniikasta, kuljetusajasta ja kuljetusreitien pituudesta riippuen (Mullins – Harrison – Bruns 2016: 1). Tästä syystä ei voidakaan vetää suoria johtopäätöksiä kuljetuksen vaikutuksista näytteisiin ja eri analyytteihin. (Thalén ym. 2013: 80.)

## 5 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoitteet ja kehittämistehtävät

Opinnäytetyön tarkoituksena on etsiä kirjallisuushaun ja teorialähtöisen sisällönanalyysin avulla tutkittua tietoa siitä, minkä tekijöiden on todettu putkipostikuljetuksessa vaurioittavan eri tyyppisiä näytteitä ja verivalmisteita sekä koostaa näistä seikoista taulukko. Opinnäytetyössä ja taulukossa selvitetään myös, mitkä tekijät ehkäisevät kuljetuksesta syntyviä vaurioita näytteille ja verivalmisteille. Taulukkoa voidaan käyttää sairaalalaboratorioissa, kun arvioidaan, tulisiko laadittua ohjeistusta putkipostilla lähetettävien verinäytteiden ja -valmisteiden lähettämisestä ja pakkaamisesta muuttaa. Opinnäytetyö on rajattu koskemaan vain verinäytteitä ja verivalmisteita, sillä putkipostin vaikutuksista niihin löytyy tutkittua tietoa eniten eikä opinnäytetyön puitteissa ole mahdollista laajempaan analyysiin.

Opinnäytetyön tavoite:

- Tuottaa kirjallisuushaun ja teorialähtöisen sisällönanalyysin avulla tietoa, jota voidaan hyödyntää sairaalalaboratorioissa putkipostiohjeistuksen kehittämisessä.

Opinnäytetyön kehittämistehtävät:

- Tuottaa yhteenvetotaulukko kirjallisuuskatsauksen tuloksista, josta ilmenee vaurioittaako putkipostikuljetus verinäytteitä tai -valmisteita ja jos vaurioittaa, kuinka. Taulukosta tulee ilmetä myös analyysissä käytetyt tutkimukset ja niiden keskeiset löydökset ja päätelmät.
- Tehtävänä on myös tuottaa kirjallinen analyysi keskeisimmistä verinäytteiden ja -valmisteiden laatuun vaikuttavista seikoista sekä tekijöistä, joilla putkipostin

käyttäjät voisivat parantaa putkipostilla lähetettävien verinäytteiden ja -valmisteiden laatua.

Tutkimuskysymykset:

- Vaurioittaako putkipostilla kuljettaminen verinäytteitä tai verivalmisteita?
- Jos putkipostilla kuljettaminen aiheuttaa vaurioita, mitkä tekijät siihen vaikuttavat?
- Kuinka putkipostilla kuljetettavat näytteet ja verivalmisteet saataisiin kuljetettua mahdollisimman turvallisesti laboratorioon?

## 6 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus on systemaattinen tutkimusmenetelmä ja sitä käyttämällä voidaan muodostaa hyvä ja kattava kokonaiskuva tutkittavasta aiheesta tai asiakokonaisuudesta. Kirjallisuuskatsauksella voidaan myös tunnistaa aihealueen mahdolliset ongelmat tai risiiritaisuudet. Kirjallisuuskatsauksen avulla voidaan ymmärtää paremmin tieteenalan teoreettisuutta sekä arvioida ja kehittää olemassa olevaa teoriaa. Tutkimusta tai tutkimushanketta aloitettaessa suoritetaan tutkimuksen kohteena olevasta aiheesta kirjallisuushaku, jotta voidaan todeta, mitä aiheesta tiedetään jo ennestään. (Suhonen – Axelin – Stolt 2016: 7.)

Systemaattisella kirjallisuuskatsauksella pyritään systemaattisen työskentelyn avulla löytämään tutkimuskirjallisuutta, arvioimaan löydetyn tiedon laatua, analysoimaan sitä ja muodostamaan siitä kokonaisuus. Terveystieteiden tutkimuksessa erityisesti systemaattista ja järjestelmällistä katsausta voidaan käyttää näyttöön perustuvan toiminnan ohjaamisen kehittämiseen. Katsauksessa on olennaista muotoilla tutkimuskysymykset tarkasti, valita huolellisesti menetelmät ja tavat menetellä sekä suorittaa kattava haku aikaisemmista tutkimuksista. (Suhonen ym. 2016: 7–14.)

Systemoitu kirjallisuuskatsaus on systemaattisen katsauksen alatyyppejä. Systemaattista katsausta tekemässä on yleensä useita tutkijoita, kun taas systemoitua katsausta tekee usein vain yksi tutkija. Tässä katsaustyyppissä suoritetaan tutkimuskirjallisuuden haku kuitenkin systemaattisessa katsauksessa, mutta suppeampaan tietokantavalikoimaan. Menetelmä poikkeaa systemaattisesta katsauksesta myös aineiston arvioinnin, analyysin ja

kokonaiskuvan muodostamisen osalta, joita ei suoriteta yhtä järjestelmällisesti ja kokonaisvaltaisesti. (Suhonen ym. 2016: 14.) Tämä opinnäytetyö toteutettiin systemoitua kirjallisuuskatsausmenetelmää soveltaen, sillä tämän menetelmän avulla saatiin riittävän hyvin kattavaa ja luotettavaa tutkimustietoa aiheesta sekä vastauksia tutkimuskysymyksiin. Sovelletusta systemoidusta kirjallisuuskatsauksesta käytetään jatkossa nimitystä kirjallisuuskatsaus.

## 6.1 Kirjallisuushaku

Kirjallisuuskatsausta suunnitellessa on tärkeää rajata aihe, jossa apuna voi tehdä koehakuja tietokantoihin. Katsauksen suunnitelmavaiheessa määritetään tutkimukseen hyväksyttävälle tutkimuksille hyväksymis- ja poissulkukriteerit, jotta kirjallisuushaun tuloksena saadaan juuri aiheeseen liittyviä, luotettavia tutkimuksia. (Mäkelä – Varonen – Teperi 1996: 112.) Tiedonhaussa kannattaa käyttää hoitotieteellisiä tietokantoja, kuten esimerkiksi Medic, Terveysportti, Cinahl ja Cochrane. Tämän tyyppisten tietokantojen sisältämät tutkimukset ovat käyneet läpi vertaisarvioinnin, joten ne ovat tieteellisesti laadukkaita. (Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2009: 74.)

Ennen varsinaista tiedonhaun aloittamista suoritettiin parhaiden tietokantojen ja hakusanojen löytämiseksi koehakuja useilla eri hakusanoilla sekä niiden yhdistelmillä seuraaviin tietokantoihin: PubMed, ScienceDirect, Medic, Arto, Cinahl ja Cochrane Library. Hakusanoiksi ja hakusanojen yhdistelmiksi valittiin koehakujen tulosten perusteella ne, jotka tuottivat eniten opinnäytetyön aiheeseen sopivia tuloksia. Artikkeleita haettiin sekä suomen- että englanninkielellä. Yhtään suomenkielistä tutkimusta ei löytynyt. Kirjallisuuskatsauksen hakua suunnitellessa tulee määritellä aineiston hyväksymis- ja poissulkukriteerit, jotta haun tuloksena saadaan mahdollisimman luotettavia ja tutkimuskysymyksiin vastaavia tutkimuksia (Mäkelä ym. 1996: 112.) Hyväksymis- ja poissulkukriteerit taulukossa 1.

Taulukko 1. Hyväksymis- ja poissulkukriteerit.

Hyväksymiskriteerit	Poissulkukriteerit
Englannin- ja suomenkieliset artikkelit	Muut kuin englannin- ja suomenkieliset artikkelit
Artikkeli kirjoitettu viiden vuoden sisään (2012–2017)	Artikkeli kirjoitettu ennen vuotta 2012
Putkipostin vaikutukset verinäytteisiin ja verivalmisteisiin	Putkipostin vaikutukset muihin kuin verinäytteisiin (mm. virtsa-, punktionäytteet)
Ihmisperäiset verinäytteet ja verivalmisteet	Eläinperäiset verinäytteet ja verivalmisteet
Artikkelit, joita ei käytetty opinnäytetyön teoriapohjana	Artikkelit, joita on käytetty opinnäytetyön teoriapohjana
Artikkeli on maksuton	Artikkeli on maksullinen

Lopullinen tiedonhaku kohdistettiin parhaaksi todetuilla hakusanoilla Cinahl, PubMed ja ScienceDirect -tietokantoihin, sillä näistä saatiin tulokseksi mahdollisimman kattavasti opinnäytetyön aihetta koskevia artikkeleita. Mahdollisimman tuoreen tutkimustiedon saamiseksi jokaisesta tietokannasta haettiin vain artikkelit, jotka on julkaistu viimeisten viiden vuoden aikana (2012–2017). Myös manuaalihakua käytettiin kirjallisuushaussa; osa artikkeleista löydettiin etsimällä ne artikkeleista löytyneiden lähdeviitteiden perusteella. Hakutuloksia saatiin yhteensä 343 kpl, joista manuaalihaun kautta artikkeleita löytyi 6 kpl. Aineisto kerättiin 5.6.–11.7.2017 välisenä aikana. Käytetyt tietokannat, hakusanat ja haun tulokset taulukossa 2.

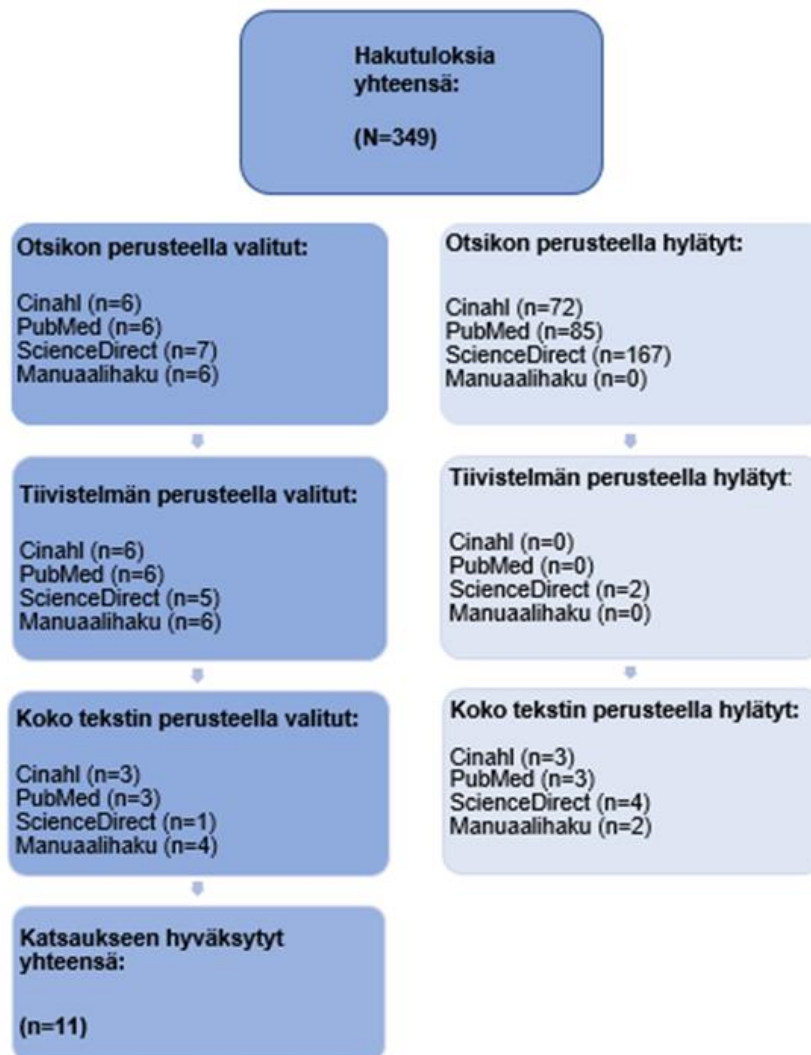
Tietokannat ja käytetyt hakusanat	Kaikki hakutulokset
<b>Cinahl</b>	
"pneumatic tube" AND blood AND sample	(n=13)
"pneumatic tube system" AND specimen	(n=7)
"pneumatic tube" AND hemolysis	(n=7)
"pneumatic tube system" AND "review article"	(n=0)
"pneumatic tube system" AND "literature review"	(n=2)
"pneumatic tube system"	(n=11)
"pneumatic tube" AND blood gas	(n=3)
"pneumatic tube" AND capillary	(n=35)
<b>Yhteensä:</b>	<b>(n=78)</b>
<b>PubMed</b>	
"pneumatic tube" AND blood sample	(n=10)
"pneumatic tube system" AND specimen	(n=22)
"pneumatic tube" AND hemolysis	(n=16)
"pneumatic tube system" AND "review article"	(n=0)
"pneumatic tube system" AND "literature review"	(n=0)
"pneumatic tube system"	(n=39)
"pneumatic tube" AND blood gas	(n=3)
"pneumatic tube" AND capillary	(n=1)
<b>Yhteensä:</b>	<b>(n=91)</b>

<b>ScienceDirect</b>	
"pneumatic tube" AND "blood sample"	(n=40)
"pneumatic tube system" AND specimen	(n=25)
"pneumatic tube" AND hemolysis	(n=26)
"pneumatic tube system" AND "review article"	(n=0)
"pneumatic tube system" AND "literature review"	(n=0)
"pneumatic tube system"	(n=66)
"pneumatic tube" AND blood gas	(n=0)
"pneumatic tube" AND capillary	(n=17)
<b>Yhteensä:</b>	<b>(n=174)</b>
<b>Manuaalihaun tulokset</b>	<b>(n=6)</b>
<b>Hakutuloksia yhteensä:</b>	<b>(N=349)</b>

Taulukko 2. Tietokannat, hakusanat ja hakutulokset.

Hakutulokset käytiin läpi otsikkotasolla. Aineistosta valittiin mukaan hyväksymis-/pois-sulkukriteerien perusteella mukaan 25 kpl potentiaalisia tutkimuksia, joista 19 kpl saatiin tietokannoista hakemalla ja 6 kpl olivat manuaalihaun tuloksia. Lisäksi kirjallisuushaun tuloksena löytyi useita otsikon perusteella potentiaalisia tutkimuksia, mutta nämä olivat maksullisia, joten ne jouduttiin rajaamaan hakutuloksista pois. Aineiston valintaa jatkettiin lukemalla tutkimusten tiivistelmät. Mikäli tiivistelmistä löytyi vastaus ainakin seuraavaan tutkimuskysymykseen, ne valittiin kirjallisuuskatsauksen seuraavaan vaiheeseen: Vaurioittaako putkipostilla kuljettaminen verinäytteitä tai verivalmisteita? Tiivistelmien perusteella hylättiin kaksi tutkimusta. Tutkimuksista toinen käsitteli ainoastaan sellaisia näytteitä, jotka sentrifugoitiin ennen putkipostilla lähettämistä. Kaikki putkipostilla lähetettävät näytteet saapuvat Jorvin laboratorioon sentrifugoimattomina, joten tämä tutkimus ei sopinut näytetyypin vuoksi katsaukseen. Toisen hylätyn tutkimuksen osalta eivät käytetyt menetelmät, tutkimustulokset ja niiden tulkinnot olleet täysin ymmärrettäviä.

Tiivistelmien perusteella kirjallisuuskatsauksen seuraavaan vaiheeseen valittiin 23 tutkimusta. Nämä tutkimukset luettiin huolellisesti kokonaisuudessaan läpi ja niistä valittiin katsaukseen mukaan 11 tutkimusta (kts. aineiston valintaprosessi kuvio 3). Ensisijaisesti valittiin ne tutkimukset, jotka vastasivat parhaiten tutkimuskysymyksiin. Mukaan otettava tutkimuskokoelma oli sellainen, että siitä sai kattavimmin käsityksen putkipostin vaikutuksista eri näytetyyppeihin ja verivalmisteisiin sekä seikoista, joilla näytteitä ja verivalmisteita voidaan turvallisemmin kuljettaa putkipostitse. Valintakriteereinä pidettiin myös tekstin ymmärrettävyyttä ja selkeyttä. Tutkimuksen tulosten ja johtopäätösten tuli myös olla selkeästi raportoituja.



Kuvio 3. Aineiston valintaprosessi.

## 6.2 Teorialähtöinen sisällönanalyysi

Sisällönanalyysillä voidaan kuvata tutkittava ilmiö tiiviisti. Kirjallisuuskatsauksen sisällönanalyysi voidaan jakaa aineistolähtöiseen (induktiivinen) ja teorialähtöiseen (deduktiivinen) sisällönanalyysiin. Aineistolähtöistä sisällönanalyysia käytetään, jos aiheesta ei tiedetä juurikaan tai siitä tiedetään vain vähän, kun taas teorialähtöistä sisällönanalyysia ohjaa jokin teoria. Olipa kyse kummasta analyysityypistä tahansa, molempiin sisältyvät seuraavat työvaiheet: aineiston pelkistäminen, luokittelu ja tulkinta sekä analyysiyksiköi-

den valinta. Analyysiyksiköllä tarkoitetaan yksittäistä sanaa, sanaparia tai lausetta. Aineistolähtöisessä sisällönanalyysissä työ etenee aineistosta poimittujen, tutkimuskysymyksiä vastaavien kohtien pelkistämisestä ja ryhmittelystä analyysiyksiköiden valintaan. Teorialähtöiseen sisällönanalyysiin sisältyvät samat työvaiheet, mutta analyysiyksiköt ja -runko muodostetaan olemassa olevaan teoriaan pohjautuen jo ennen varsinaisen analyysin aloittamista. (Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2009: 134–135.) Muodostettava analyysirunko saa olla väljä ja sitä voidaan täydentää sitä mukaa, kun aineistoa käydään tarkemmin läpi (Tuomi – Sarajärvi 2009: 113).

Ennen sisällönanalyysin aloittamista luotiin opinnäytetyön suunnitelmavaiheeseen mukaan otettujen tutkimusten perusteella alustava analyysirunko eli alustavat alaluokat ja yläluokat. Luokkien laadintaa ohjasivat tutkimuskysymykset. Kirjallisuuskatsaukseen valitut tutkimukset luettiin jälleen huolellisesti läpi ja niistä alleviivattiin eri väreillä ainoastaan tutkimuskysymyksiin vastaavat tutkimustulokset. Artikkeleihin tehtiin myös muistiinpanoja. Ala- ja pääluokkia muodostui lisää ja ne tarkentuivat sitä mukaa, kun tutkimuksia analysoitiin. Yläluokista muodostuivat opinnäytetyön raportin tutkimustuloksia käsittelevään osioon teemat ja otsikot. Yläluokat helpottivat tulosten jäsentelyä. Tutkimusten keskeisten sisältöjen, tutkimustulosten sekä tulosten hahmottamista, kuvailua ja muistiinpanoja varten luotiin taulukko (liite 4). Toiseen taulukkoon kopioitiin tutkimuksista alleviivatut tulokset ja ne suomennettiin. Tämän jälkeen suomennetut tutkimustulokset pelkistettiin. Jokaiselle alkuperäisilmaukselle ja niiden pelkistetyille ilmauksille annettiin oma numerokoodi, jolla ilmaukset ovat myöhemmin jäljitettävissä alkuperäisiin tutkimuksiin. Esimerkki tulosten pelkistämisestä, ala- ja yläluokista taulukossa 3. Sisällönanalyysi alkuperäisilmauksineen, pelkistyksineen, ala- ja yläluokkineen kokonaisuudessaan liitteessä 5.

Taulukko 3. Esimerkki tulosten pelkistämisestä sekä ala- ja yläluokista.

Alkuperäinen ilmaus	Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
<p>Useat tekijät aiheuttavat näytteiden hemolysoitumista, kun näytteet lähetetään putkipostilla ilman pehmustetta verrattuna kuljetukseen pehmusteen kanssa: korkeat kuljetusnopeudet, äkilliset kiihdytykset/jarrutukset, mutkien lukumäärä ja kuljetuskapselien äkilliset reitinvaihdokset lisäävät näytteiden liikkumista ja tärinää näyteputkissa.</p> <p>Putkipostikuljetus saattoi aiheuttaa hemolyysiä joutuessa korkeasta kuljetusnopeudesta, äkillisistä kapselien suunnan vaihdoksista ja järjestelmän aiheuttamasta paineesta näytteille.</p>	<p>Näytteitä hemolysoivat korkea kuljetusnopeus, äkilliset kiihdytykset ja jarrutukset, mutkat, äkilliset suunnanvaihdot.</p> <p>Kuljetusnopeus, suunnan vaihdokset ja paine hemolysoivat näytteitä.</p>	korkea kuljetusnopeus	Putkipostitekniikkaan liittyvät, näytteiden vaurioitumista aiheuttavat tekijät	Putkipostikuljetuksen vaikutukset verinäytteisiin ja verivalmistisiin
<p>Putkipostikuljetuksesta aiheutuva hemolyysi on riippuvainen kuljetuksen pituudesta ja vauhdista. Hemolyysi voi vahingoittaa pahasti tavanomaisia, sentrifugoimattomia näytteitä.</p> <p>K- ja LD-arvot nousivat huomattavasti, kun näytteitä (<i>sentrifugoidut</i>) kuljetettiin nopeudella 4.2 m/s. Nopeudella 3.1 m/s ei nousua merkittävästi ollut, kun verrattiin putkipostilla kuljetettuja ja manuaalisesti kuljetettuja näytteitä. Kun näytteitä kuljetettiin nopeudella 3.1 m/s kahdesti kokonaispituuden ollessa yli 2200 m, havaittiin positiivinen korrelaatio välimatkan ja hemolyysin välillä (<math>r=0.716</math>, <math>r=0.628</math>).</p>	<p>Nopeus ja kuljetusreitin pituus hemolysoivat näytteitä.</p> <p>Kuljetusnopeus ja -pituus hemolysoivat sentrifugoituja näytteitä.</p>	putkipostilinjan pituus		

## 7 Yksilöhaastattelut

Haastatteluiden avulla haluttiin saada opinnäytetyön taustatietoja varten lisätietoa Jorvin sairaalan ja Espoon sairaalan putkipostijärjestelmän toiminnasta, käytöstä ja käytössä ilmenneistä ongelmista. Haastatteluihin valittiin kolme Jorvin sairaalan laboratorion putkipostista vastaaviksi nimettyä laboratoriohoitajaa. Kaksi henkilöistä työskentelee laboratorion lajittelupisteessä ja yksi verikeskuksessa. Kaikki ovat käyttäneet putkipostia sen

käyttöön otosta alkaen. Haastattelumuotona oli teemahaastattelu, jossa haastattelun teemat ja kysymykset olivat etukäteen suunnitellut ja lähetetty haastateltaville tiedoksi (Tuomi – Sarajärvi 2009: 95; Alastalo – Åkerman – Vaitinen 2017: 221). Kysymyksillä haluttiin tietää, kuinka laajasti putkipostijärjestelmä on sairaaloissa käytössä (putkipostia käyttävät osastot ja käyttäjät), minkä tyyppisiä näytteitä ja verivalmisteita sillä kuljetetaan sekä onko näytteissä tai verivalmisteissa havaittu laadullisia poikkeamia putkipostin käyttöönoton jälkeen. Haastattelukutsut kysymyksineen lähetettiin haastateltaville etukäteen sähköpostilla (liite 2). Haastattelutilanteessa haastateltavat allekirjoittivat kirjallisen suostumuksen (liite 3). Heille muistutettiin haastattelun alkaessa, että osallistuminen haastatteluun on vapaaehtoista ja että heillä on mahdollisuus missä tahansa opinnäytetyön toteutuksen vaiheessa kieltää käyttämästä antamia tietoja. Haastattelut toteutettiin Jorvin sairaalan laboratoriossa yksilöhaastatteluina, joista kuhunkin kului aikaa noin 15–20 minuuttia. Jorvin laboratorion asiantuntijoiden teemahaastatteluiden lisäksi haastateltiin myös Teho-Tekniikka Oy:n edustajaa Espoon sairaalassa käyttäjille keväällä 2017 pidetyn putkipostikoulutuksen yhteydessä. Haastattelulla saatiin lisätietoa tekniikasta, jolla Jorvin sairaalan ja Espoon sairaalan putkipostijärjestelmä on toteutettu.

## **8 Tuloksena kartoitus putkipostikuljetuksen vaikutuksista verinäytteisiin ja verivalmisteisiin**

Kirjallisuuskatsaukseen valituissa tutkimuksissa todettiin putkipostilla lähettämisen aiheuttavan tietyille verinäytteille ja verivalmisteille vaurioita muun muassa hemolysoimalla niitä, nostamalla biokemiallisten analytytien pitoisuuksia tai häiritsemällä trombosyyttien aggregaatiota. Potilaan sairauksista leukemia voi altistaa näytteet tavanomaista runsammalle vaurioitumiselle kuljetuksen aikana. Kuljetettavien näytteiden ja verivalmisteiden vaurioitumisriskiä voidaan kuitenkin minimoida muun muassa ottamalla huomion kuljetusolosuhteet ja mahdollisesti muuttamalla niitä turvallisemmiksi sekä kiinnittämällä huomiota näytteiden pakkaamiseen ja näyteputkityypin valintaan.

### **8.1 Putkipostin fysikaalisten tekijöiden vaikutukset**

Useat tekijät aiheuttavat kuljetuksen aikana värinää ja voimakasta liikettä putkipostikapselille ja sen sisällä oleville näytteille. Voimakas värinä ja liike aiheuttavat näytteille hemolyysiä. Kapselille aiheutuneet äkilliset käännökset voivat myös hemolysoida näytteitä.

Käännökset johtuvat reitin varrella olevista mutkista tai suunnan vaihdoksista, kun kapseli ohjataan jakelijan kautta toiselle linjalle. Tutkimukset osoittavat, että mitä enemmän mutkia ja käännöksiä putkipostireitin varrella on, sitä suurempi on myös hemolyysin riski. Ylimääräistä liikettä kapselin sisällä kuljetettaville näyteputkille aiheuttavat myös äkilliset jarrutukset ja kiihdytykset sekä putkipostikuljetuksen aiheuttama paine. (Cakirca – Erdal 2016: 257; Kara ym. 2014: 51.) Kun verrattiin näytteitä, jotka oli kuljetettu putkipostilla ilman kapselissa käytettävää pehmustetta näytteisiin, joiden kuljettamisen aikana pehmusteita oli käytetty ja toisaalta manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin, tapahtui ilman pehmusteita kuljetetuissa näytteissä hemolyysiä. Manuaalisesti kuljetetuissa ja pehmusteiden kanssa pakatuissa putkipostinäytteissä hemolyysiä ei ollut. (Cakirca – Erdal 2016: 256.)

Tutkimukset osoittavat, että matkan pituuden kasvaessa ja kuljetusnopeuksien noustessa myös näytteiden hemolyysiasteet kohoavat (Cakirca – Erdal 2016: 257; Evliyaoğlu ym. 2012: 67). Useat kuljetukset lisäävät kuljetusmatkan kokonaispituutta. Kun näytteitä kuljetetaan putkipostilla kahdesti kokonaismatkan näin kasvaessa, myös näytteiden hemolyysiasteet kasvavat. (Evliyaoğlu ym. 2012: 67.)

Putkipostitekniikan fysikaalisten tekijöiden on tutkimuksissa todettu aiheuttavan eräiden biokemiallisten analyyttien pitoisuuksien nousua johtuen analyyttien vapautumisesta solujen sisältä hemolyysin seurauksena. Korkean kuljetusnopeuden, kuljetusreitin pituuden, äkillisten suunnanvaihdosten ja paineen on todettu nostavan kalium-, LD-, kreatiini- ja aspartaattiaminotransferaasipitoisuuksia (ASAT) näytteissä. (Kara ym. 2014: 51; Evliyaoğlu ym. 2012: 67.) Toisaalta samoista putkipostikuljetuksen vaikutuksista ei tutkimuksissa todettu olevan merkittävää haittaa verenkuvanäytteille, mitä tulee näiden näytteiden puna- ja valkosolujen sekä trombosyyttien määriin tai hemoglobiinipitoisuuksiin (Evliyaoğlu ym. 2012: 67; Al-Riyami ym. 2014: 519). Pitoisuudet eivät nousseet putkipostikuljetuksen vaikutuksesta natrium-, kalsium-, glukoosi-, urea typpi-, ALAT-, kokonaisbilirubiini- tai amylaasinäytteiden kohdalla (Kara ym. 2014: 51). Tilastollisesti merkittäviä muutoksia ei myöskään havaittu seuraavien hyytymistekijätutkimusten kohdalla, kun putkipostitse kuljetettujen näytteiden tuloksia verrattiin manuaalisesti kuljetettujen näytteiden tuloksiin: aktivoitu partiaalinen tromboplastiiniaika (APTT), protrombiiniaika (PT), fibrinogeenipitoisuus. Myöskään trombosyyttien aktivaatiossa ei havaittu tapahtuvan muutoksia putkipostilla kuljettamisen seurauksena. (Evliyaoğlu ym. 2012: 67). Kun tutkittiin putkipostikuljetuksen vaikutuksia valtimosta ja laskimosta otettuihin verikaasunäytteisiin ja niiden happi- ja hiilidioksidiosapaineisiin (pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>), ei merkittäviä eroja

ollut putkipostitse kuljetettujen ja manuaalisesti kuljetettujen näytteiden pitoisuuksissa. Eniten putkipostikuljetuksella oli vaikutusta valtimosta otettuihin pO<sub>2</sub>-pitoisuuksiin, jotka kohosivat hiukan. Ero manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin ei kuitenkaan ollut tilastollisesti merkittävä eikä niin merkittävä, että tulosten perusteella olisi tarvinnut tehdä toisenlaisia päätöksiä potilaan hoitamiseksi. (Carabini ym. 2016: 1 314.)

Kun eräässä tutkimuksessa näytteet lähetettiin putkipostitse ilman pehmustetta, pehmusteen kanssa sekä manuaalisesti, eivät kalium-, LD, ALAT-, ASAT-, kokonaisbilirubiini-, kreatiniini-, urea typpi-, natrium- tai glukoosipitoisuudet muuttuneet pehmustetussa putkipostikuljetuksessa ja manuaalisesti kuljetetuissa näytteissä. Kun sen sijaan samat analyytit mitattiin kuljetuksesta, joka lähetettiin ilman pehmustetta, kalium-, LD- ja ASAT-pitoisuudet nousivat selvästi. (Cakirca – Erdal 2016: 256–257.) Saman suuntaisia tuloksia pehmusteiden käyttämisestä kapselin sisällä saatiin myös toisesta tutkimuksesta, jossa vertailtiin pehmustamattomien ja pehmustettujen putkipostikapseleiden vaikutuksia näytteisiin. Tutkimuksessa oli lisäksi mukana joukko näytteitä, jotka lähetettiin putkipostitse pehmustetussa kapselissa ja ne otettiin laboratorioissa vastaan hallitusti, ilman että kapselille aiheutui törmäystä niiden saapuessa määränpäähänsä. Tutkimustulosten mukaan kalium-, ASAT- ja LD-pitoisuudet nousivat putkipostitse kuljetetuissa näytteissä, fosfaattipitoisuudet eivät. Vähiten solujen hajoamista sekä kalium- ja ASAT-pitoisuuksien nousua tapahtui, kun kapseli oli sekä pehmustettu että otettiin vastaan hallitusti. (Goetze – Jørgensen– Sennels – Fahrenkrug 2012: 793–795.)

Verivalmisteiden osalta kirjallisuuskatsauksen artikkeleista yksi käsitteli putkipostikuljetuksen vaikutuksia punasoluyksiköihin. Tutkimuksessa lähetettiin putkipostitse sädetettyjä ja sädettämättömiä punasoluyksiköitä, jonka jälkeen arvioitiin yksiköiden hemolyyssiasteet analysoimalla niiden hemoglobiini-, kalium- ja LD-pitoisuudet ja vertaamalla tuloksia yksiköistä ennen kuljetusta analysoituihin vastaaviin arvoihin. Sädetettämättömien punasoluyksiköiden tiedetään olevan sädetettyjä yksiköitä alttiimpia hemolyyssille, jonka vuoksi tutkimukseen haluttiin ottaa mukaan molemmat punasoluyksikkömuodot. Tulokset osoittivat, että putkipostikuljetus ei hemolysoinut kumpaakaan punasoluyksikköä; hemoglobiini- ja biokemiallisten analyyttien pitoisuudet eivät juurikaan poikenneet ennen kuljetusta analysoiduista pitoisuuksista. (Dhar – Basu – Chakraborty – Sinha 2015: 196–197.)

On tutkittu myös, mitä vaikutuksia putkipostikuljetuksella voi olla sädetettyihin ja sädettämättömiin trombosyyttivalmisteisiin. Tutkimuksessa lähetettiin putkipostitse molempia

trombosyyttivalmisteyksiköitä, jonka jälkeen niistä mitattiin trombosyyttien määrä, glukoosi-, LD- ja pH-arvot sekä vaikutukset trombosyyttien aggregaatioon. (Lancé – Marcus – van Oerle – Theunissen – Henskens 2012: 80–82.) Trombosyyttien aggregaatiolla tarkoitetaan niiden tarttumista toisiinsa osana veren hyytymisprosessia (Platelet aggregation 2016). Tutkimus osoitti, että mikäli valmisteet (sädetetyt ja sädettämättömät) lähetettiin putkipostitse vain kerran, eivät biokemiallisten analyttien pitoisuudet nousseet eikä kuljetuksella ollut haitallisia vaikutuksia trombosyyttien aggregaatioon. Sen sijaan useat saman valmisteyksikön kuljetukset vaikuttivat haitallisesti trombiinireseptoria aktivoivaan peptidiin (TRAP) heikentäen sen toimintaa ja näin ollen trombosyyttien aggregaatiokykyä. (Lancé – Marcus – van Oerle – Theunissen – Henskens 2012: 80–82.)

## 8.2 Näyteputken ja -tyypin vaikutukset

Näyteputkityypillä ja seeruminäytteiden sentrifugoimisella putkipostikuljetuksen jälkeen sen sijaan, että ne olisi sentrifugoitu ennen lähettämistä, on osoitettu olevan hemolysioivia vaikutuksia näytteisiin. Tutkimuksessa verrattiin putkipostilla lähetettyjen ja manuaalisesti kuljetettujen putkien kalium- ja LD-pitoisuuksia. Tutkimuksessa käytetyt plasma-näyteputket olivat geeliä sisältämättömiä hepariini- ja sitraattiputkia, joissa hepariini ja sitraatti toimivat antikoagulantteina eli hyytymistä estävinä aineina. Seeruminäyteputkina toimivat geeliä sisältävät, antikoagulanttia sisältämättömät putket, joihin näytteenoton jälkeen syntyy verestä hyytymä antikoagulantin puuttumisen vuoksi. Putkessa olevan geelin tarkoituksena on erottaa toisistaan syntynyt hyytymä putken pohjalle ja seerumi putken yläosaan, kun näyte sentrifugoidaan. (Evllyaoğlu ym. 2012: 67–69.)

Osa seerumiputkista sentrifugoitiin ennen niiden lähettämistä putkipostitse laboratorioon, osa sentrifugoitiin vasta putkipostikuljetuksen jälkeen. Kun kuljetusnopeutta lisättiin ja kuljetusmatkaa pidennettiin, kuljetuksen jälkeen sentrifugoidut seeruminäytteet hemolysoituivat, josta johtuen niiden kalium- ja LD-pitoisuudet nousivat. Ennen putkipostikuljetusta sentrifugoiduissa seeruminäytteissä ei puolestaan havaittu merkittävää hemolysoitumista samoilla kuljetusnopeuksilla ja -matkoilla. Tuloksia selitettiin sentrifugoimattoman näytteen rakenteella ja putkipostikuljetuksen näytteeseen kohdistuvilla fysikaalisilla voimilla: kun näyte hyytyy näyteputkessa, se pääsee kuljetuksen aikana iskeytymään putken seinämiä vasten. Nämä soluille aiheutuneet iskut aiheuttavat hemolyysiä. Kun näyte sentrifugoidaan ennen kuljetusta, punasolut erottuvat putken pohjalle ja putkessa oleva geeli erottaa seerumin, jolloin hemolysoitumista ei pääse tapahtumaan. Plasmanäytteiden osalta ei suoritettu vertailua sentrifugoitujen ja sentrifugoimattomien

näytteiden osalta, vaan verrattiin ainoastaan putkipostilla lähetettyjen ja manuaalisesti kuljetettujen näytteiden kalium- ja LD-pitoisuuksia toisiinsa. Tulosten mukaan myös plasmanäytteiden pitoisuudet nousivat matkan ja nopeuden kasvaessa mutta hyvin hitaasti verrattuina sentrifugoimattomiin seeruminäytteisiin. (Evliyaoğlu ym. 2012: 67–69.)

On myös saatu päinvastaisia tuloksia sentrifugoimattomista seerumi- ja hepariinigeeli-putkinäytteiden hemolysoitumisesta putkipostikuljetuksen aikana. Eräässä tutkimuksessa verrattiin plasma- ja seerumigeeli-putkien sisältämien näytteiden hemolysoitumista mittaamalla niiden hemolyysi-indeksit kuljetuksen jälkeen. Näytteitä ei sentrifugoitu ennen lähettämistä. Tutkimustulokset osoittivat, että hepariinigeeli-putkiin otettujen näytteiden hemolyysiasteet olivat huomattavasti korkeampia, kuin seerumigeeli-putkiin otettujen näytteiden. Tutkimuksessa esitettiin päinvastainen teoria seeruminäytteeseen syntyneen hyytymän vaikutuksesta hemolysoitumiseen. Putkipostikuljetuksen arveltiin hemolysoivan vähemmän hyytymän muodostamaa seeruminäytettä, sillä hyytynyt muoto suojaisi näytettä tärinältä. Nestemäinen plasmanäyte puolestaan olisi herkempi vaurioitumaan, sillä kuljetuksessa syntyvä tärinä pääsisi vaurioittamaan soluja herkemmin. Tutkimuksessa mitattiin myös seerumi- ja plasmanäytteistä seuraavien analyttien pitoisuudet kuljetusten jälkeen: CK (kreatiinikinaasi), CK-MB (kreatiinikinaasi, MB-alayksikkö) ja ALAT. Plasmanäytteiden osalta CK- ja etenkin CK-MB-pitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat seeruminäytteisiin verrattuina. (Böckel-Frohnhofer – Hübner – Hummel – Geisel 2014: 600–601.)

Tutkimuksen toisena tehtävänä oli verrata putkipostitse kuljetettujen, sentrifugoimattomien plasmageeli-putkiin otettujen ja manuaalisesti kuljetettujen näytteiden hemolyysi-indeksejä. Tutkimuksessa seurattiin 20:n ylittävää hemolyysi-indeksiä, sillä sen ylittävä indeksi häiritsee CK-MB -pitoisuuden mittausta tutkimuksessa käytetyllä analysaattorilla ja nostaa analyttien pitoisuutta. ALAT:n mittausta häiritsee yli 60 oleva hemolyysi-indeksi ja CK:n mittausta yli 100 ylittävä hemolyysi-indeksi. 17,5 % putkipostitse kuljetetuista plasmanäytteistä hemolyysi-indeksi oli yli 20, kun manuaalisesti kuljetettujen näytteiden osalta 20 ylittävä hemolyysi-indeksi oli 2,6 % näytteistä. Putkipostikuljetus hemolysoi siis selkeästi plasmanäytteitä. (Böckel-Frohnhofer ym.: 600–601.)

### 8.3 Potilaan sairauden ja putkipostikuljetuksen aiheuttamat vauriot näytteille

Leukemiaa sairastavien potilaiden verinäytteiden kaliumpitoisuuksien on todettu nousevan näytteenoton jälkeen useiden tekijöiden vaikutuksesta. Leukemiapotilaiden kaliumpitoisuuden virheelliseen nousuun saattavat vaikuttaa muun muassa potilaan valkosolujen määrä, hänen sairastamansa leukemian tyyppi erilaisine valkosolutyypeineen ja kypsyyssasteineen, kuljetusmuoto (manuaalinen tai putkipostikuljetus) sekä käytetty näyteputkityyppi. Leukemialle on tyypillistä valkosolujen runsas määrä verrattuna terveeseen henkilön vereen. Leukemiaa sairastavien potilaiden näytteiden kaliumpitoisuuksien nousu on arveltu johtuvan kaliumin vuotamisesta lisääntyneiden valkosolujen solukalvojen ulkopuolelle. (Dastyh – Čermáková 2013: 112.) Leukemiapotilaiden valkosolujen solukalvot ovat hauraampia ja näin ollen herkemmin vaurioituvissa ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta, kuin terveeseen ihmiseen (Korogly ym. 2016: 1 330).

Putkipostikuljetuksen aiheuttamaa kaliumpitoisuuden nousua verinäytteissä tutkittiin seuraavien leukemiatyyppien osalta: krooninen lymfaattinen leukemia (KLL), krooninen myeloinen leukemia (KML) ja akuutti lymfaattinen leukemia (ALL). Tutkimuksessa verrattiin myös, kuinka näyteputkityypit vaikuttavat hemolysoitumiseen ja kaliumpitoisuuden kohoamiseen. Potilaista otettiin rinnakkaiset näytteet, joista toinen kuljetettiin manuaalisesti ja toinen putkipostitse. Putkityypeistä olivat mukana litiumhepariiniputki ilman plasmaa ja verisoluja erottavaa geeliä, litiumhepariinigeeliputki ja seerumigeeliputki. Tutkimustulokset osoittivat, että kaikkien leukemiatyyppien osalta kaliumarvot kohosivat voimakkaasti molemmissa hepariiniputkissa. Erittäin voimakas pitoisuuden nousu havaittiin ALL:a sairastavan potilaan litiumhepariiniputkessa, joka ei sisältänyt plasmaa ja punasoluja erottavaa geeliä. KML:n ja ALL:n osalta myös seerumigeeliputkien näytteet hemolysoituivat nostoen kaliumpitoisuutta. Myös tässä tutkimuksessa esitettiin oletus, jonka mukaan seerumigeeliputkeen syntyneen hyytymän rakenne suojaisi näytettä kuljetuksen hemolysoivalta vaikutukselta. Näytteen koostumus ei tosin tutkimuksessa suojannut KML:a tai ALL:a sairastavien potilaiden näytteitä hemolyysiltä. (Dastyh – Čermáková 2013: 111–112.)

Toinen leukemiaa sairastavien potilaiden putkipostikuljetusta verinäytteisiin koskeva tutkimus käsitteli pelkästään leukemian akuutteja päätyyppejä, ALL ja AML (Korogly ym. 2016: 1 330). Akuutille leukemialle on ominaista anemia sekä trombosyyttien ja kypsien valkosolujen määrän aleneminen, kun leukemiasolut valtaavat luuytimen ja häiritsevät näin normaalien verisolujen tuotantoa (Salonen 2015). Leukemiapotilaalle suoritetaan

hoidon aikana verensiirtoja siirtämällä hänelle punasoluja tai trombosyyttejä. Tutkimuksen tarkoituksena oli kartoittaa, alentaako putkipostikuljetus entisestään leukemiapotilaiden hemoglobiinipitoisuuksia ja trombosyyttien määrää sekä nostaako se hemolyyysin vuoksi biokemiallisten analyyttien pitoisuuksia. Analyyteista mukana olivat LD, kokonaisbilirubiini, konjugoitunut bilirubiini, konjugoimaton bilirubiini, ASAT, ALAT ja kalium. Tutkimuksessa selvitettiin myös, kuinka monessa tapauksessa putkipostilla kuljetetuista näytteistä verrattuna samojen potilaiden manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin olisi päädytty hemoglobiinipitoisuuden tai trombosyyttimäärien alenemisesta seuraavien raja-arvojen alittumisten vuoksi verensiirtoihin. Raja-arvolla tarkoitetaan laboratoriotutkimuksissa sitä rajaa, jonka ylittämisen tai alittamisen perusteella tehdään kliinisiä päätöksiä ja jonka perusteella voidaan päätyä jonkin hoidon aloittamiseen tai diagnoosin tekemiseen potilaalle (Matikainen – Miettinen – Wasström 2010: 50). Biokemiallisten analyyttien kohdalla pitoisuuksien nousua tapahtui LD-, ASAT- ja kaliumarvoissa putkipostilla lähetetyissä näytteissä. Hemoglobiinipitoisuudet eivät merkittävästi poikenneet toisistaan manuaalisesti ja putkipostilla lähetettyjen näytteiden ryhmissä. Sen sijaan putkipostikuljetus vaurioitti näytteitä trombosyyttien osalta; trombosyyttimäärät alenivat selkeästi putkipostilla kuljetetuissa näytteissä alittaen verensiirroille asetetut raja-arvot. Näin ollen huomattavalle osalle potilaista olisi jouduttu suorittamaan turhia verensiirtoja. (Korogly ym. 2016: 1 331–1 332.)

Anemian osalta on tutkittu, vaikuttaako putkipostikuljetus anemiaa sairastavien potilaiden verinäytteisiin. Tutkimuksessa otettiin kaksi verinäytettä sekä talassemiaa sairastavilta potilailta, että terveiltä ihmisiltä. Näytteistä toinen lähetettiin laboratorioon putkipostitse, toinen manuaalisesti lähetin toimesta. Kuljetusten jälkeen näytteistä analysoitiin täydelliset verenkuvat. Sekä talassemiapotilaiden että terveiden henkilöiden putkipostitse kuljetettujen verenkuvatutkimusten sisältämien tutkimusten tulokset korreloivat hyvin keskenään eli tulokset eivät poikenneet paljoakaan toisistaan. Poikkeuksena voidaan kuitenkin mainita basofiilien (yksi valkosolutyypeistä) määrä, jossa havaittiin vaatimaton korrelaatio putkipostitse ja manuaalisesti kuljetettujen näytteiden kesken sekä anemiapotilaiden että terveiden henkilöiden ryhmissä. Tutkimuksessa arveltiin tämän tosin johtuvan verenkuvien analysointiin käytetystä analysaattorista, joka ei kykene laskemaan tarkasti ja luotettavasti luonnostaankin alhaisia basofiilimääriä. Tutkimuksen mukaan putkiposti on turvallinen kuljetusmuoto täydellisen verenkuvan näytteille. (Al-Riyami ym. 2014: 517–519.) Yhteenveto putkipostin vaikutuksista näytteisiin ja verivalmisteesiin esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Yhteenveto putkipostin vaikutuksista näytteisiin ja verivalmisteisiin.

Näytettä tai verivalmistetta vaurioittavat tekijät	Vauriot näytteille tai verivalmisteille	Huomioitavaa/poikkeavia tutkimustuloksia
<p><b>Putkipostikuljetuksen fysikaaliset vaikutukset:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kuljetusnopeus</li> <li>- kuljetusreitin pituus</li> <li>- äkilliset jarrutukset / kiihdytykset</li> <li>- äkilliset suunnanmuutokset (mutkat ja vaihteet reitillä)</li> <li>- paine</li> </ul>	<p><b>Vaikutukset verinäytteisiin</b> Nostivat seuraavien analyyttien pitoisuuksia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kalium</li> <li>- LD</li> <li>- kreatiniini</li> <li>- ASAT</li> </ul> <p><b>Vaikutukset verivalmisteisiin</b> Useat peräkkäiset kuljetukset heikensivät trombosyyttien aggregaatiokykyä (trombosyyttiyksiköt).</p>	<p>Samoilla tekijöillä ei merkittävää vaikutusta seuraaviin näytteisiin/analyyttipitoisuuksiin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verenkuva</li> <li>- natrium</li> <li>- kalsium</li> <li>- glukoosi</li> <li>- urea typpi</li> <li>- ALAT</li> <li>- kokonaisbilirubiini</li> <li>- amylaasi</li> <li>- APTT</li> <li>- PT</li> <li>- fibrinogeenipitoisuus</li> <li>- trombosyyttien aktiivisuus</li> <li>- pO<sub>2</sub></li> <li>- pCO<sub>2</sub></li> </ul> <p>Ei merkittävää vaikutusta seuraaviin trombosyyttiyksiköiden analyyttipitoisuuksiin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- glukoosi</li> <li>- laktaatti</li> <li>- pH</li> <li>- mikropartikkeleiden määrä</li> <li>- trombosyyttien määrä</li> </ul> <p>Ei merkittävää vaikutusta seuraaviin punasoluyksiköiden analyyttipitoisuuksiin: hemoglobiini kalium LD</p>
<p><b>Kuljetuskapselissa ei käytetty pehmustetta</b></p>	<p><b>Vaikutukset verinäytteisiin</b> Nosti seuraavien analyyttien pitoisuuksia:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kalium</li> <li>- LD</li> <li>- ASAT</li> </ul>	<p>Pehmusteen pois jättämisellä ei merkittävää vaikutusta seuraaviin analyyttipitoisuuksiin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ALAT</li> <li>- kokonaisbilirubiini</li> <li>- kreatiniini</li> <li>- urea typpi</li> <li>- natrium</li> <li>- glukoosi</li> <li>- fosfaatti</li> </ul>
<p><b>Näyteputki/-tyyppi</b></p> <p>Seerumigeeliputki ja sentrifugiomaton näyte</p>	<p>Nosti seuraavien analyyttien pitoisuuksia sentrifugiomattomassa putkessa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kalium</li> <li>- LD</li> </ul>	<p>Analyyttien pitoisuudet eivät nousseet, kun seeruminäytteet sentrifugoitiin ennen kuljetusta. Sentrifugiomattomien seeruminäytteiden pitoisuudet nousivat. Kahdessa muussa tutkimuksessa puolestaan sentrifugiomattomat seerumigeelinäytteet hemolysoituivat plasmanäytteitä vähemmän.</p>

Plasmaputki ilman geeliä (sis. hepariinia)	- kalium - LD	
Plasmageeliputki (sis. hepariinia)	- CK - CK-MB	
<b>Potilaan terveydentila</b>		
Leukemiaa sairastava potilas	Vaikutukset verinäytteisiin Nosti seuraavien analyyttien pitoisuuksia: - kalium - LD - ASAT	Ei merkittävää vaikutusta seuraaviin analyyttipitoisuuksiin: - kokonaisbilirubiini - konjugoitunut bilirubiini - konjugoimaton bilirubiini - ALAT - hemoglobiini
Anemiaa (talassemia) sairastava potilas	Laski seuraavien analyyttien pitoisuuksia: - trombosyyttien määrä  Ei vaikutuksia verenkuvanäytteisiin.	

#### 8.4 Putkipostikuljetuksesta aiheutuvia vaurioita ehkäisevät tekijät

Tutkimuksista kävi ilmi useita tekijöitä, joilla näytteille ja verivalmisteille putkipostikuljetuksesta aiheutuvia vaurioita voidaan ehkäistä. On todettu, että kapselin sisällä käytettävät pehmusteet voivat huomattavasti vähentää hemolyysiä, sillä pehmusteiden ansiosta näyteputkiin kohdistuu vähemmän tärinää. Pehmusteina on tutkimuksissa käytetty erityyppisiä materiaaleja, muun muassa vaahtomuovia, vanua sekä sienimäisiä kumi- pehmusteita, jotka pitävät putket kapselissa paikoillaan ja erillään toisistaan estäen niiden kolahtelun toisiaan vasten. (Cakirca – Erdal 2016: 257; Kara ym. 2014: 52; Goetze – Jørgensen– Sennels – Fahrenkrug 2012: 795.) On myös esitetty, että kapselin sisällä käytettävän pehmusteen lisäksi kapselin ulkopuolella käytettävällä pehmeällä renkaalla voidaan ehkäistä kuljetuksen aiheuttamaa tärinää, sillä näin saadaan hyvin kolahduksia estävä ilmatiivis tila kapselin ja putken pinnan väliin (Kara ym. 2014: 51).

Kuljetusolosuhteet on mahdollista optimoida ja ottaa huomioon jo putkipostijärjestelmää suunniteltaessa. On myös olemassa tekniikkaa, joilla kuljetusolosuhteita pystytään seuraamaan kuljetuksen aikana. Putkipostijärjestelmä voidaan asentaa niin, että vältetään mahdollisimman paljon äkillisiä suunnan vaihdoksia ja mutkia. Myös kuljetusnopeus voidaan asettaa optimaaliselle tasolle jo asennusvaiheessa. (Kara ym. 2014: 51; Goetze ym. 2012: 795.) Näytteiden hallitun vastaanoton erityisesti yhdessä kapselissa käytetyn

pehmusteen kanssa on havaittu suojaavan näytteitä ylimääräiseltä tärinältä ja hemolyysiltä. Näytteiden hallittu vastaanotto on mahdollista toteuttaa muun muassa käyttämällä näytteidenpurkuautomaattia, joka ottaa näytteet vastaan ja purkaa ne laboratoriossa. (Al-Riyami ym. 2014: 516; Goetze ym. 2012: 795.) Ainakin trombosyyttiyksiköiden osalta on todettu usean kuljetuksen vaurioittavan yksiköitä, joten niiden osalta tulisi suosia yksittäisiä kuljetuksia (Lancé 2012: 80). Kuljetusolosuhteiden säännöllistä seurantaan ehdotettiin ratkaisuksi näytteiden hemolyysiriskin välttämiseksi. Tekniikka mahdollistaa niin kutsuttujen älykkäiden laadunvalvontamittareiden käyttämisen kuljetusnopeuden, -paineen sekä hemolyysi-indeksin mittaamisen ja seuraamisen sekä näin olosuhteiden optimoimisen. (Kara ym. 2014: 85.)

Näyteputken valinnalla ja verinäytteiden esikäsitteilyllä voidaan tutkimusten mukaan vähentää niille aiheutuvaa hemolyysiriskiä. Tutkimustulokset eivät tosin ole yhteneväiset kaikilta osin. Tutkimustulokset osoittivat muun muassa, että näytteet kannattaa ottaa mieluummin seerumigeeliputkiin kuin litiumhepariiniputkiin sekä sentrifugoida seeruminäytteet ennen putkipostilla lähettämistä. Hepariiniputkiin otetut plasmanäytteet ja seerumigeeliputkien, sentrifugoimattomina lähetetyt seeruminäytteet hemolysoituivat huomattavasti herkemmin. (Evliyaoğlu ym. 2012: 69.) Toisaalta on raportoitu myös tutkimustuloksia, joiden mukaan seerumigeeliputkeen otetun näytteen koostumus suojaisi näytettä hemolyysiltä ilman ennakkoon suoritettua sentrifugointia. (Dastyh – Čermáková 2013: 11; Böckel-Frohnhofer ym 2013: 601.) Yhteenveto näytteille tai verivalmisteille aiheutuvien vaurioiden ehkäisevistä tekijöistä esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Yhteenveto vaurioita ehkäisevistä tekijöistä.

Näytteille tai verivalmisteille aiheutuvia vaurioita ehkäisevät tekijät		Huomioitavaa/poikkeavia tutkimustuloksia
<b>Putkikapselin pehmustaminen</b>	Kapselin pehmustaminen sisäpuolelta: vaahtomuovi, vanu, putket toisistaan erotteleva pehmuste, ehkäisevät putkien kolahtelua toisiaan vasten.  Pehmuste kapselin ulkopuolella => luo ilmatiiviin tilan kapselin ja putken välille, kapselille aiheutuu vähemmän tärinää.	
<b>Näyteputkityyppi ja näytteiden esikäsitteily</b>	Yleisesti ottaen hepariiniputkiin otetut plasmanäytteet herkempiä hemolyysille, kuin seerumiputkien näytteet.	

	Seerumigeeliputkien sentrifugointi ennen lähettämistä.	Ristiriitaisia tutkimustuloksia: kannattaako seeruminäytteet sentrifugoida ennen lähettämistä vai ei. Kahdessa tutkimuksessa myös näytteen sentrifugoimaton muoto suojasi seeruminäytettä.
<b>Kuljetusolosuhteiden optimointi</b>	<p>Kuljetusolosuhteiden monitorointi kuljetuksen aikana/säännöllisesti: älykkäät laadunvalvontamittarit (kuljetusnopeus, paine, hemolyysi-indeksin seuraaminen).</p> <p>Putkipostijärjestelmän asentaminen: vähän mutkia ym. suunnan vaihdoksia, kuljetusnopeuden säätäminen.</p> <p>Näytteiden hallittu vastaanotto: automaattinen näytteidenpurkuautomaatti, kapselin vastaanotto hallitusti ja pehmeästi.</p> <p>Useiden saman näytteen tai verivalmisteiden kuljetuksen välttäminen.</p>	

## 9 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kirjallisuushaun ja sisällönanalyysin avulla, vaurioittaako putkipostijärjestelmällä kuljettaminen verinäytteitä tai verivalmisteita ja jos vaurioittaa, mitkä tekijät vauriot aiheuttavat. Tarkoituksena oli myös selvittää, kuinka näytteet ja verivalmisteet saataisiin kuljetettua putkipostilla mahdollisimman vähäisin vaurioin ja stabiileina. Putkipostijärjestelmä on nopea väline näytteiden ja verivalmisteiden kuljettamiseen. Nopean kuljetusmuodon ansiosta on mahdollista saada laboratoriotulokset nopeammin potilaiden diagnosoimiseksi ja verivalmisteet osastoille hoidon pikaiseksi käynnistämiseksi. Kirjallisuuskatsauksen tulosten perusteella putkipostikuljetuksessa on kuitenkin otettava huomioon muutamia tekijöitä, jotka voivat vaikuttaa kuljetettavien näytteiden ja verivalmisteiden koostumukseen ja laatuun.

Putkipostijärjestelmä voi toteutustavastaan riippuen sisältää eri määrän mutkia ja vaihteita, joilla kuljetuskapselin kulkua ohjataan. Nämä äkilliset käännökset yhdessä kuljetuksessa tapahtuvien kiihdytysten ja jarrutusten kanssa aiheuttavat näytteille ja verivalmisteille tärinää, joka voi aiheuttaa niille muun muassa hemolyysiä, biokemiallisten analyttien pitoisuuksien nousua ja ongelmia trombosyyttien aggregaatioissa. Kuljetettavat näytteet tulisivat suojata tärinältä ja toisiaan vasten kolahtelulta kapselissa käytettävillä

pehmusteilla. Kuljetuskapseleiden saapuminen määränpäähänsä tulisi toteuttaa mahdollisimman pehmeästi, ilman turhia kolahduksia. Myös kapselin kulkemalla matkalla ja nopeudella sekä putken sisältämällä paineella voi tutkimusten mukaan olla vaurioita lisäävä vaikutus. Kuljetusnopeuden ja paineen valvonta ja optimointi vaikuttaisikin olevan suotavaa. Useita peräkkäisiä kuljetuksia tulisi välttää, sillä ne voivat haitata muun muassa trombosyyttien aggregaatiota. Sillä, onko näyte otettu geeliä sisältävään tai sisältämättömään seerumi- tai plasmanäyteputkeen, näyttäisi joissakin tapauksissa olevan vaikutusta analyyttien pitoisuuksien stabiileina säilymiseen. Yleisesti ottaen plasmanäytteet hemolysoituivat seeruminäytteitä enemmän. Putkityyppien vaikutuksista kuljetettaviin näytteisiin on tosin olemassa osin ristiriitaisia tutkimustuloksia, joka luultavasti johtuu putkipostijärjestelmän erilaisista toteutustavoista.

Myös potilaan sairaus yhdessä putkipostikuljetuksen kanssa voi olla riskitekijä näytteiden vaurioitumiselle. Leukemia saattaa olla kuljetuksesta johtuvalle näytteiden hemolysoitumiselle altistava tekijä leukeemisten solujen normaalia heikomman rakenteen vuoksi. Tulisikin selvittää laboratoriokohtaisesti niiden soveltuvuus putkipostikuljetukseen. Tulosten mukaan leukemiatyypillä ja näyteputkityypillä voi olla vaikutusta siihen, missä määrin näytteille aiheutuu vahinkoa putkipostikuljetuksen aikana. Anemian osalta oli katsauksessa mukana yksi artikkeli. Sen mukaan putkipostikuljetus ei muuttanut verenkuvanäytteistä tutkittavia tekijöitä.

Kirjallisuuskatsaukseen sisältyneissä tutkimuksissa käytetyt putkipostijärjestelmät olivat erilaisia teknisiltä toteutuksiltaan. Muun muassa niiden kuljetusnopeudet ja -matkat vaihtelivat. Myös linjojen sisältämien mutkien ja vaihteiden määrät vaihtelivat sekä kuinka hallitusti putkipostikapselit otettiin linjan loppupäässä vastaan. Näyttäisi siltä, että putkipostikuljetuksen vaikutukset näytteisiin ja verivalmisteisiin riippuvat suurelta osin järjestelmän teknisistä ratkaisuista. Tästä johtuen ei tämän opinnäytetyön tulosten perusteella voida vetää suoraa johtopäätöksiä sen vaikutuksista verinäytteisiin ja -valmisteisiin vaan jokaisen laboratorion tulisi itse varmistaa ja arvioida putkipostikuljetuksen soveltuvuus eri tyyppisille näytteille ja verivalmisteille. Opinnäytetyötä voidaan kuitenkin käyttää niiden seikkojen tiedostamiseen, jotka saattavat vaikuttaa näytteiden ja verivalmisteiden koostumukseen putkipostilla kuljetettaessa.

Opinnäytetyön kehittämistehtävänä oli tuottaa kirjallisen raportin ja analyysin lisäksi yhteenvetotaulukko kirjallisuuskatsauksen tuloksista. Kirjallisuushaun perusteella syntyi

Word-muodossa oleva taulukko, josta ilmenevät katsauksessa mukana olleista artikkeleista sekä opinnäytetyön suunnitelmavaiheeseen mukaan otetuista artikkeleista seikat, jotka voivat vaurioittaa putkipostilla lähetettäviä verinäytteitä ja verivalmisteita. Taulukosta ilmenevät myös katsaukseen mukaan otetut tutkimukset, niiden keskeiset löydökset ja päätelmät sekä seikat, joilla tutkimustiedon mukaan näytteet ja verivalmisteet voidaan lähettää mahdollisimman turvallisesti ja stabiileina putkipostitse. Taulukko liitteessä 1. Taulukkoa voidaan käyttää sairaalalaboratorioissa putkipostilla kuljetettavien näytteiden ja verivalmisteiden lähettämiseen tarkoitettujen ohjeiden tarkistamiseen ja päivittämiseen.

Kirjallisuuskatsauksen laatiminen oli tekijälleen aivan uusi metodi koota tutkittua tietoa laajasta aineistosta. Kirjallisuuskatsausmenetelmään perehtymiseen menetelmäkirjallisuuden sekä Metropolia Ammattikorkeakoulun aiheeseen liittyvien työpajojen avulla kuuluiin suhteellisen paljon aikaa, ennen kuin itse työ voitiin kunnolla aloittaa. Opinnäytetyön suunnitelmassa laaditussa aikataulussa pysyttiin koko prosessin ajan hyvin. Kirjallisuuskatsaus opinnäytetyömuotona mahdollisti työskentelyn silloin, kun itselle sopi, sillä työskentely tapahtui pelkästään oman tietokoneen avulla, jolloin aika- tai paikka-sidonaisuutta ei ollut.

Itse aihe oli laaja, sillä toimeksiantona oli selvittää mahdollisimman laajasti eri verinäytteiden analyytteihin sekä verivalmisteisiin liittyvät, putkipostikuljetuksen mahdollisesti aiheuttamat vauriot. Olikin haastavaa saada koottua mahdollisimman edustava joukko tutkimuksia näistä näkökulmista, kun opinnäytetyötä teki vain yksi opiskelija. Kirjallisuushaun tulokseksi saatiin kuitenkin hyvä joukko tutkimuksia, joista putkipostin erilaiset vaikutukset näytteisiin ja verivalmisteisiin kävivät hyvin ilmi. Mukana olisi kuitenkin voinut olla runsaammin tutkimuksia verikaasuihin ja verivalmisteisiin liittyen.

## **10 Eettisyys**

Opinnäytetyö on laadittu hyvää tieteellistä käytäntöä noudattaen. Kaikki tutkimuskysymyksiin vastaavat kohdat tutkimuksista on analysoitu ja tutkimustulokset raportoitu avoimesti. Jokaista alkuperäiskirjoittajaa on kunnioitettu käyttämällä lähdemerkintöjä. Opinnäytetyötä tehdessä on noudatettu tarkkuutta ja huolellisuutta. (Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitleminen Suomessa. 2012. 6.)

HUSLABissa suoritettuihin haastatteluihin haettiin tutkimuslupa (Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. 2012. 6). Haastateltavat saivat kysymykset etukäteen tietoonsa. Kysymysten mukana oli saatekirje, jossa kerrottiin tutkimuksen tarkoituksesta, haastateltavien tietojen luottamuksellisuudesta sekä haastateltavien anonymiteetin säilymisestä koko opinnäytetyöprosessin ajan sekä sen jälkeen. Haastattelun vapaaehtoisuutta korostettiin saatekirjeen lisäksi haastattelutilanteessa ja haastateltavilla on ollut mahdollisuus kieltäytyä haastattelusta ja haastatteluaineiston käytöstä missä vaiheessa tahansa. Haastatteluaineisto säilytettiin niin, ettei muilla kuin opinnäytetyön tekijällä ollut pääsyä siihen. Aineisto hävitettiin opinnäytetyön julkaisemisen jälkeen.

## 11 Luotettavuus

Kirjallisuuskatsauksen valittiin tutkimukset käyttäen tieteellisiä tietokantoja, jolloin tulokseksi saatiin tieteellisesti laadukkaita artikkeleita. Kirjallisuushaun eteneminen valintakriteereineen, tietokantoineen ja käytettyine hakusanoineen on kuvattu tarkasti. Näin ollen suoritettut haut ovat toistettavissa myöhemminkin. Katsaukseen otettiin mukaan vain maksuttomia artikkeleita. Maksullisten artikkeleiden joukossa olisi saattanut olla potentiaalisia katsaukseen mukaan sopivia artikkeleita. Lisäksi katsauksen luotettavuutta olisi voinut lisätä useampien hakusanojen käyttäminen vähemmän rajaavien hakutekijöiden kanssa, jolloin tulokseksi olisi saatu vielä suurempi joukko tutkimuksia. Näiden tutkimusten joukosta olisi saattanut löytyä kirjallisuuskatsaukseen sopivia ja sisällöllisesti arvokkaita tutkimuksia.

Katsaukseen valitut artikkelit luettiin useaan kertaan läpi, jotta niiden sisältö varmasti ymmärrettiin kokonaisuudessaan oikein. Sisällönanalyysi suoritettiin järjestelmällisesti jokaisen artikkelin osalta, sisällönanalyysi on lisätty raportin liitteeksi. Kirjallisuuskatsausta teki vain yksi opiskelija, joka saattaa vaikuttaa sen luotettavuuteen. Katsaus pyrittiin kuitenkin tekemään huolella mitään tutkimuskysymyksiin vastaavia kohtia pois jättämättä tai raportoimatta. Opinnäytetyö ei yksin tehtynä mahdollistanut laajempaa tutkimusten vertailua eri tyyppisten näytteiden ja verivalmisteiden osalta. Katsaus sisältää esimerkiksi vain kaksi verivalmisteita käsittelevää artikkelia. Jatkotutkimusehdotuksena voisikin olla kirjallisuuskatsauksen tekeminen keskittyen vain tietyn tyyppiin verinäytteisiin tai verivalmisteisiin, jolloin mukaan saataisiin kattavampi joukko useista eri näkö-

kulmista tehtyjä tutkimuksia. Kirjallisuuskatsausta voitaisiin myös laajentaa ottamalla katsaukseen mukaan tämän katsauksen tapaan useita eri näyte- ja verivalmistetyyppejä, mutta mukana olisi suurempi artikkelivalikoima. Katsaus olisi tällöin hyvä laatia kahden tai useamman tekijän toimesta, jolloin se olisi luotettava.

Opinnäytetyön tekijä on perehtynyt putkipostin käyttöön työskentelemällä Jorvin sairaalan laboratoriossa ja käyttämällä putkipostia. Haastateltaviksi valittiin Jorvin laboratorion putkipostivastaavat asiantuntijat, jotka ovat käyttäneet putkipostia sen käyttöönotosta lähtien.

## Lähteet

- Akuutit leukemiat. 2017. Terveyskylä.fi. Syöpätalo.fi. Verkkodokumentti. <<https://www.terveyskyla.fi/syopatalo/veritaudit/tietoa-veritaudeista/akuutit-leukemiat>>. Luettu 11.10.2017.
- Alastalo, Merja – Åkerman, Maria – Vaittinen, Tiina 2017. Asiantuntijahaastattelu. Teoksessa Matti – Nikander, Pirjo – Ruusuvuori, Johanna (toim.): Tutkimushaastattelun käsikirja. Tampere: Kustannusosakeyhtiö Vastapaino. 221.
- Al-Riyami, A.Z. – Al-Khabori, M. – Al-Hadhrami, R.M. – Al-Azwani, I.S. – Davis, H.M. – Al-Farsi, K.S. – Alkindi S.S. – Daar, S.F. 2014. The Pneumatic tube System does not affect complete blood count results; a validation study at a tertiary care hospital. *International Journal of Laboratory Hematology* 36. 514–520.
- Ammonium-ioni, plasmasta, paastotilassa 2014. Tutkimusohjekirja. HUSLAB Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. Päivitetty 4.11.2014. <<https://huslab.fi/ohjekirja/1071.html>>. Luettu 10.2.2017.
- Aspartaattiaminotransferaasi, plasmasta. 2016. Tutkimusohjekirja. HUSLAB, Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<https://huslab.fi/ohjekirja/4591.html>>. Luettu 11.10.2017.
- Bilirubiini, plasmasta. 2014. Tutkimusohjekirja. HUSLAB, Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<https://huslab.fi/ohjekirja/4592.html>>. Luettu 12.10.2017.
- Blood Urea Nitrogen. What is Blood Urea Nitrogen. Biology Dictionary. Verkkodokumentti. <<https://biologydictionary.net/blood-urea-nitrogen/>>. Luettu 12.10.2017.
- Böckel-Frohnhofer, Nicole – Hübner, Ulrich – Hummel, Björn – Geisel, Jürgen 2014. Pneumatic tube-transported blood samples in lithium heparinate gel separator tubes may be more susceptible to haemolysis than blood samples in serum tubes. *Scandinavian Journal of Clinical & Laboratory Investigation* 74. 599–602.
- Cakirca, Gokhan – Erdal, Huseyin 2016. The Effect of Pneumatic Tube Systems on the Hemolysis of Biochemistry Blood Samples. *Journal of Emergency Nursing* 43 (3). 255–258.
- Carabini, Louanne M. – Nouriel, Jacob – Milian Diaz, Ricardo – Glogovsky, Erin R. – McCarthy, Robert J. – Handler, Thomas G. – Ault, Michael L. 2016. The Clinical Significance of Patient Specimen Transport Modality: Pneumatic Tube System Impact on Blood Gas Analytes. *Respiratory Care* 6 (10). 1311–1315.
- Dastyh, Milan – Čermáková, Zdenka 2013. Pseudohyperkalemia in leukaemic patients: the effect of test tube type and form of transport to the laboratory. *Annals of Clinical Biochemistry* 51 (1). 110–113.
- Dhar, Supriya – Basu, Sabita – Chakraborty, Subhosmito – Sinha, Subir 2015. Evaluation of the pneumatic tube system for transportation of packed red cell units. *Asian Journal of Transfusion Science* 9 (2). 195–198.
- Ellis, Graham 2009. An episode of increased hemolysis due to a defective pneumatic

air tube delivery system. *Clinical Biochemistry* 42. 1 265–1 269.

Eräitä referenssejämme. Pamtech Finland Oy. Verkkodokumentti. <<http://www.pamtech.fi/asiakkaamme>>. Luettu 31.1.2017.

Espoon sairaala 2017. Putkipostijärjestelmäkoulutus 17.2.2017. Koulutusmateriaali.

Eskelinen, Seija 2016a. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Alaniiniaminotransferaasi (P-ALAT). *Duodecim Terveyskirjasto*. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03071&p\\_hakusana=alat](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03071&p_hakusana=alat)>.

Eskelinen, Seija 2016b. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Kreatiinikinaasi (P-CK). *Duodecim Terveyskirjasto*. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03141](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03141)>.

Eskelinen, Seija 2016c. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Kreatiinikinaasi, MB-alyksikkö (P-CK-MBm). *Duodecim Terveyskirjasto*. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03353](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03353)>.

Eskelinen, Seija 2016d. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Glukoosi. *Duodecim Terveyskirjasto*. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03091](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03091)>.

Eskelinen, Seija 2016d. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Kalium (P-K). *Duodecim Terveyskirjasto*. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03062](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03062)>.

Eskelinen, Seija 2016e. Senkka ja 100 muuta tutkimusta. Perusverenkuva (B-PVK, PVK (P-K)). *Duodecim Terveyskirjasto*. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=snk03062](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=snk03062)>.

Ethernet Sairaala-Putkipostit. TT-MedicalPost. Teho-Tekniikka Oy. Verkkodokumentti. <[http://www.tehotekniikka.fi/index\\_tiedostot/sairaalaputkiposti.pdf](http://www.tehotekniikka.fi/index_tiedostot/sairaalaputkiposti.pdf)>. Luettu 10.2.2017.

Evliyaoğlu, Osman – Toprak, Gülten – Tekin, Alicem – Başarali, Mustafa Kemal – Kiling, Cumhur – Çolpan, Leyla 2012. Effect of Pneumatic Tube Delivery System Rate and Distance on Hemolysis of Blood Specimens. *Journal of Clinical Laboratory Analysis* 26. 66–69.

Fibrinogeeni. 2017. *Duodecim Terveyskirjasto*. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=ltt00851](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=ltt00851)>

Goetze, Jens P. – Jørgensen, Henrik L. – Sennels, Henriette P. – Fahrenkrug, Jan 2012. Assessing Pneumatic Tube Systems with Patient-Specific Populations and Laboratory-Derived Criteria. *Clinical Chemistry* 58 (4). 792–795.

Hautajärvi, Maija-Liisa 2016. HUSLAB Jorvin sairaalan laboratorio. Tervetuloa Jorvin sairaalan laboratorioon. Ohje tehty HUS:n sisäiseen käyttöön.

Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa 2012. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohje 2012. 6. Verkkodokumentti. <[http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)>. Luettu 11.10.2017.

Kankkunen – Vehviläinen-Julkunen 2009. Tutkimus hoitotieteessä. 1.–2. painos. Helsinki: WSOYpro Oy.

Kara, Hasan – Bayir, Aysegul – Ak, Ahmet – Degirmenci, Selim – Akinci, Murat – Agacayak, Ahmet – Marcil, Emine – Azap, Melih 2014. Hemolysis associated with pneumatic tube system transport for blood samples. *Pak J Med Sci* 30 (1). 50–53.

Kennedy, John 2011. The 'pneu' in pneumatic tube systems. *Medical Laboratory Observer*. Verkkodokumentti. <<https://www.mlo-online.com/the-pneu-in-pneumatic-tube-systems.php>>. Luettu 29.1.2017.

Koroglu, Mustafa – Ali Erkurt, Mehmet – Kuku, Ifran – Kaya, Emin – Berber, Ilhami – Nizam, Ilknur – Yagar, Yauz – Ali Kayis, Seyit 2016. Assessing Safety of Pneumatic Tube System (PTS) for Patients with Very Low Hematologic Parameters. *Medical Science Monitor* 22. 1 329 –1 333.

Kreatiniini, plasmasta. 2015. Tutkimusohjekirja. HUSLAB, Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<https://huslab.fi/ohjekirja/4600.html>>. Luettu 12.10.2017.

Krooninen lymfaattinen leukemia. 2017. Terveyskylä.fi. Syöpätalo.fi. Verkkodokumentti. <<https://www.terveyskyla.fi/syopatolo/veritaudit/tietoa-veritaudeista/krooninen-lymfaattinen-leukemia>>. Luettu 11.10.2017.

Laitinen, Matti 2004. Analytiikan ja vierianalytiikan virhelähteet. Teoksessa Penttilä, Ilkka (toim.): *Kliiniset laboratoriotutkimukset*. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö. 32–34.

Laktaattidehydrogenaasi, plasmasta. 2014. Tutkimusohjekirja. HUSLAB, Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<https://huslab.fi/ohjekirja/4526.html>>. Luettu 11.10.2017.

Lancé, M. – Marcus, M.A.E. – van Oerle, R. – Theunissen, H.M.S. – Henskens, Y.M.C. 2012. Platelet concentrate transport in pneumatic tube systems – does it work? *Vos Sanguinis* 103 (1). 79–82.

Lappalainen, Kimmo. Sairaalaputkipostit. Esite. Teho-Tekniikka Oy.

Matikainen, Anna-Mari – Miettinen, Marja – Wasström, Kalle 2010. Näytteenottajan käsikirja. Helsinki: Edita Prima Oy. 50.

Mullins, Garrett – Harrison, James – Bruns, David 2016. Smartphone monitoring of pneumatic tube system-induced sample hemolysis. *Clinica Chimica Acta* 462. 1–5.

Mustajoki, Pertti 2016. Perinnöllinen verisuonitukos (veritulppa). *Duodecim Terveyskirjasto*. Verkkodokumentti. <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00849](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00849)> Luettu 31.8.2017.

Mäkelä, Marjukka – Varonen, Helena – Teperi, Juha 1996. Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tiivistäjänä. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim* 112 (21). 1 999. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <<http://duodecim-lehti.fi/lehti/1996/21/duo60413>>

Näytteenotto hyytymistutkimuksia varten HUS-piirin ulkopuolisille laboratorioille. 2017. Preanalytiikan käsikirja. Verinäytteenotto. Toimintaohje. HUSLAB. Verkkodokumentti. <[https://huslab.fi/preanalytiikan\\_kasikirja/verinaytteenotto/naytteenotto\\_hyytymistutkimuksia\\_varten\\_husulko.pdf](https://huslab.fi/preanalytiikan_kasikirja/verinaytteenotto/naytteenotto_hyytymistutkimuksia_varten_husulko.pdf)> Luettu 31.8.2017.

Perusverenkuva, leukosyyttien erittelylaskenta, koneellinen, verestä. 2015. Tutkimusohjekirja. HUSLAB, Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<https://huslab.fi/ohjekirja/2475.html>>. Luettu 12.10.2017.

Platelet aggregation. Medical Definition of Platelet aggregation. 2016. MedicineNet.com. Verkkodokumentti. <<https://www.medicinenet.com/script/main/art.asp?articlekey=33673>>. Luettu 12.10.2017.

Penttilä, Ilkka 2004. Ruoansulatuskanavan ja maksan toiminnan häiriöt ja niiden tutkiminen. Teoksessa Penttilä, Ilkka (toim.): Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö. 228–252.

Pneumatic Tube System – How it works. Buispost.eu. Ruhrpost – Pneumatic Tube system. Verkkodokumentti. <<https://buispost.eu/pneumatic-tube-system/how-it-works>>. Luettu 30.1.2017.

Prothrombin Time and International Normalized Ratio. 2015. Lab Tests Online. Verkkodokumentti. <<https://labtestsonline.org/understanding/analytes/pt/tab/test/>>. Luettu 12.10.2017.

Rasi, Vesa 1997. Hyytymistutkimukset. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim 113 (13). 1 263. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <<http://www.duodecimlehti.fi/lehti/1997/13/duo70296>>

Referenssit 2014. Intermarketing Oy. Verkkodokumentti. <<http://intermarketing.agileus.fi/fi/asiakasratkaisut/referenssit/>>. Luettu 31.1.2017.

Salonen, Jonna 2015. Talassemia. Duodecim Terveyskirjasto. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk01178](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk01178)>

Salonen, Jonna 2016. KML eli krooninen myeloinen leukemia. Duodecim Terveyskirjasto. Luettavissa myös sähköisesti osoitteessa <[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00822](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00822)>

Sari, Ismail – Arslan, Aliriza – Ozlu, Can – Hacioglu, Sibel – Dogu, Mehmet Hilmi 2012. The effect of pneumatic tube system on complete blood count parameters and thrombocyte donation in healthy donors. Transfusion and Apheresis Science 47. 81–83.

Suhonen, Riitta – Axelin, Anna – Stolt, Minna 2016. Erilaiset kirjallisuuskatsaukset. Teoksessa Stolt, Minna – Axelin Anna – Suhonen, Riitta (toim.): Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turun yliopisto. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja tutkimuksia ja raportteja. Sarja A73. Turku: Juvenes Print. 7–14.

Tapola, Hilikka 2004. Näytteiden käsittely ja lähettäminen sekä kuljetus. Teoksessa Penttilä, Ilkka (toim.): Kliiniset laboratoriotutkimukset. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö. 29–31.

Thalén, Simon – Forsling, Ida – Eintrei, Jaak – Söderblom, Lisbeth – Antovic, Jovan 2013. Pneumatic tube transport affects platelet function measured by multiplate electrode aggregometry. *Thrombosis Research* 132. 77–80.

Trombosyytit, aggregaatio Multiplate-laitteella kokoverestä. 2017. Tutkimusohjekirja. HUSLAB, Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<https://huslab.fi/ohjekirja/20562.html>>. Luettu 12.10.2017.

Tuomi, Jouni – Sarajärvi, Anneli 2009. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 7., uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi.

Verikaasuanalyysi (pO<sub>2</sub>, pCO<sub>2</sub>, pH ja laskenta), laskimoverestä. 2013. Tutkimusohjekirja. HUSLAB, Helsingin ja uudenmaan sairaanhoitopiiri. Verkkodokumentti. <<https://huslab.fi/ohjekirja/3649.html>>. Luettu 12.10.2017.

Verivalmisteiden käytön opas 2013. Punainen Risti. Veripalvelu. Luettavissa myös sähköisesti verkossa osoitteessa <[http://extranet.libris.fi/proweb/Verivalmisteiden\\_kayton\\_opas2\\_2013/Verivalmisteiden\\_kayton\\_opas\\_2013.pdf](http://extranet.libris.fi/proweb/Verivalmisteiden_kayton_opas2_2013/Verivalmisteiden_kayton_opas_2013.pdf)>

Väisänen, Sari - Metsävainio, Kirsimarja – Romppanen, Jarkko 2006. Preanalyttisistä virhetekijöistä verikaasuanalysointoreilla tehtävissä analyyseissä. *Finnanest* 39 (2). 121–123.

What is a Pneumatic Tube system. Buispost.eu. Ruhrpost – Pneumatic Tube system. Verkkodokumentti. <<https://buispost.eu/pneumatic-tube-system/what-is-a-pneumatic-tube-system>>. Luettu 30.1.2017.

## Kooste tutkimuksista laboratorioden käyttöön

Kirjallisuuskatsauksen teoriapohjaksi mukaan otetut tutkimukset					
Tutkimuksen nimi, kirjailijat, julkaisu vuosi, missä julkaistu	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite	Tutkitut analyytit	Toteutus/metodit	Tulokset: Vaurioittaako putkipostikuljetus näytettä tai verivalmistetta? Jos putkipostikuljetus heikentää laatua, mitkä tekijät siihen vaikuttavat?	Kuinka putkipostilla lähetettävät näytteet ja verivalmisteet saataisiin kuljetettua mahdollisimman turvallisesti laboratorioon?
1.Mullins, Garret R., Harrison, James H., Bruns, David E.  Smartphone monitoring of pneumatic tube system-induced sample hemolysis  2016  Yhdysvallat	Arvioida älypuhelinsovellusten soveltuvuutta putkipostitse kuljetettavien verinäytteiden laadunvalvontaan.	LD	Sairaalan usealta osastolta lähetettiin potilaista (5 kpl) otettujen verinäytteiden kanssa putkipostitse älypuhelin, johon oli asennettuna kaksi sovellusta. Sovellukset mittasivat kapselin kulkeman matkan osalta siihen kohdistuneet kiihdytysvoimat, törmäykset ja kapselin kulke- man ajan. Parilliset, manuaalisesti kuljetetut verinäytteet toimivat referenssinäytteinä.	Mitä enemmän kiihdytystä ja törmäyksiä matkalla oli, sitä korkeampi oli näytteiden hemolyyysi-indeksi ja LD-pitoisuus.	Putkipostitse kuljetettujen näytteiden kuljetusolosuhteita voidaan valvoa mm. älypuhelimien asennettujen ohjelmistojen avulla.
2.Ellis, Graham  An episode of increased hemolysis due to a defective pneumatic	Sairaalaan asennetulla putkipostijärjestelmällä kuljetettujen näytteiden hemolyyysi-indeksit nousivat järjestelmän käyttöönoton jälkeen		Putkipostilla kuljetettujen näytteiden hemolyyysi-indeksiä seurattiin useita viikkoja. Putkipostissa havaittuja vikoja käytiin sen asentaneen yrityksen toimesta korjaamassa kaksi kertaa.	Huomattiin, että osasta kapseleita puuttuivat niihin kuuluvat pehmusteet kapseleiden ulkopuolelta. Lisäksi putkipostilinjasta löytyi sijoiltaan mennyt järjestelmän osa, jonka	Kuljetuskapselin ulkopuolelle asennettiin pehmuste, joka suojaa kapselia tärinältä ja hidastaa sen vauhtia matkan loppuvaiheessa. Näytteet suojattiin myös

<p>air tube delivery system</p> <p>2009</p> <p>Skotlanti</p>	<p>merkittävästi. Tarkoituksena oli:</p> <p>a) dokumentoida, kuinka paljon sairaalaan asennettu putkipoistijärjestelmä hemolysoi verinäytteitä.</p> <p>b) Ratkaista hemolysoitumisen aiheuttavat ongelmat putkipoistikuljetuksessa.</p>		<p>Korjausten jälkeen hemolyysi-indeksien seuranta jatkettiin.</p>	<p>vuoksi kapselit jarruttivat äkillisesti ja tästä aiheutui näytteille tärinää.</p>	<p>kapselin sisälle asennettavilla pehmusteilla.</p>
<p>3. Sari, Ismail Arslan, Airiza Ozlu, Can Hacioglu, Sibel Dogu, Mehmet Hilmi Isler, Kamil Keskin, Ali</p> <p>The effect of pneumatic tube system on complete blood count parameters and thrombocyte donation in healthy donors</p> <p>2012</p> <p>Turkki</p>	<p>Selvittää, vaurioittaako putkipoistikuljetus trombosyyttien luovuttajien laajoja verenkuvanäytteitä.</p>	<p>täydellinen verenk kuva</p>	<p>26 luovuttajalta otettiin parilliset verinäytteet. Näytteistä toinen lähetettiin putkipoistitse, toinen kuljetettiin manuaalisesti laboratorioon analysoitaviksi.</p>	<p>Putkipoistitse kuljetettujen näytteiden verenkuvanäytteistä analysoitujen tutkimusten tulokset eivät poikenneet merkittävästi manuaalisesti kuljetettujen näytteiden tuloksista. Putkipoistia pidettiin turvallisena tapana kuljettaa verenkuvanäytteitä.</p>	

<p>4. Thalén, Simon Forsling, Ida Eintrei, Jaak Söderblom, Lisbeth Antovic, Jovan P.</p> <p>Pneumatic tube transport affects platelet function measured by multiplate electrode aggregometry</p> <p>2013</p> <p>Ruotsi</p>	<p>Selvittää, vaurioittaako putkipostikuljetus verinäytteiden trombosyyttien toimintaa.</p>	<p>trombosyyttien toiminta</p>	<p>58 luovuttajalta otettiin parilliset verinäytteet. Näytteistä toinen lähetettiin putkiposititse, toinen kuljetettiin manuaalisesti laboratorioon analysoitaviksi.</p>	<p>Putkipostikuljetus vaikutti merkittävästi trombosyyttien toimintaan pienentämällä trombosyyttien aggregaatiokykyä.</p>	
--	---	--------------------------------	--	---	--

<b>Kirjallisuuskatsaukseen mukaan otetut tutkimukset</b>					
<b>Tutkimuksen nimi, kirjailijat, julkaisu vuosi, missä julkaistu</b>	<b>Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite</b>	<b>Tutkitut analyytit</b>	<b>Toteutus/metodit</b>	<b>Tulokset: Vaurioittaako putkipostikuljetus näytettä tai verivalmistetta? Jos putkipostikuljetus heikentää laatua, mitkä tekijät siihen vaikuttavat?</b>	<b>Kuinka putkipostilla lähetettävät näytteet ja verivalmisteet saataisiin kuljetettua mahdollisimman turvallisesti laboratorioon?</b>
1. Cakirca, Gokhan Erdal, Huseyin  The Effect of Pneumatic Tube Systems on the Hemolysis of Biochemistry Blood Samples  2016  Turkki	Arvioida putkipostin vaikutuksia verinäytteiden biokemiallisiin analyytteihin.	LD kalium ALAT ASAT kokonaisbilirubiini kreatiniini urea typpi natrium glukoosi	Analysoitiin verinäytteitä (n=409), joista kuljetettiin: 148 kpl laboratorioon manuaalisesti 148 kpl putkipostilla pehmustetussa kapselissa 113 kpl putkipostilla ilman pehmustetta.	Putkipostilla lähettäminen hemolysoi kalium- ja LD-näytteitä, jos kapselin sisällä ei käytetä pehmustetta.	Putkipostikapselin sisällä käytettävä pehmuste, joka estää näyteputkien liikkumisen ja osumisen toisiaan vasten sekä ehkäisee tärinää.
2. Carabini, Louanne M. Nouriel, Jacob Milian Diaz, Ricardo Glogovsky, Erin R. McCarthy, Robert J.	Arvioida putkipostin vaikutuksia laskimosta ja valtimosta otettuihin verikaasunäytteisiin.	pO2 ja pCO2 (laskimosta ja valtimosta)	20 henkilöltä otettiin parilliset näytteet sekä valtimo-, että laskimoverinäytteitä (yht. 80 kpl näytteitä), joista puolet lähetettiin manuaalisesti laboratorioon, puolet putkipostilla. Näytteistä hylättiin osa mm. näyteputken korkin irrottua lähetyksen	Valtimosta otetuissa, putkipostilla kuljetetuissa pO2-arvoissa havaittiin suurimmat poikkeavuudet verrattuina manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin. Erot eivät olleet tilastollisesti merkittäviä eikä	

<p>Handler, Thomas G. Ault, Michael L.</p> <p>The Clinical Significance of Patient Specimen Transport Modality: Pneumatic Tube System Impact on Blood Gas Analytes</p> <p>2016</p> <p>Yhdysvallat</p>			<p>aikana. Tutkimukseen päätyi 17 paria laskimonäytteitä ja 18 paria valtimonäytteitä.</p>	<p>niillä ollut potilaiden hoidon kannalta merkitystä.</p>	
<p>3. Lancé, M. Marcus, M.A.E. van Oerle, R. Theunissen, H.M.S. Henskens, Y.M.C.</p> <p>Platelet concentrate transport in pneumatic tube systems – does it work?</p> <p>2012</p> <p>Alankomaat</p>	<p>Tutkia, kuinka putkipostilla kuljettaminen vaikuttaa verivalmisteenä käytettäviin trombosyytteihin ja niiden toimintakykyyn. Trombosyyttiyksiköistä mitattiin myös biokemiallisia analyyttejä.</p>	<p>trombosyyttivalmistet / trombosyyttien toiminta (sädetetyt ja sädetämättömät) glukoosi laktaatti pH</p>	<p>Tutkimus 1: 12 trombosyyttivalmistetta lähetettiin putkipostilla kahden tai seitsemän päivän varastoinnin jälkeen. Valmisteista 6 kpl oli sädetettyjä, 6 kpl ei-sädetettyjä.</p> <p>Tutkimus 2: Trombosyyttivalmiste jaettiin 4 yksikköön: A, B, C ja D. A-yksikköä ei lähetetty putkipostilla, B-yksikkö kuljetettiin kerran kahden päivän varastoinnin jälkeen, C-yksikkö kuljetettiin neljänä päivänä kerran päivässä, D-yksikkö kuljetettiin putkipostilla neljänä päivänä kolmesti päivässä.</p>	<p>Tutkimus 1: Putkipostilla lähettäminen ei vaikuttanut sädetettyjen eikä ei-sädetettyjen yksiköiden trombosyyttien toimintaan, glukoosi-, laktaatti- tai pH-pitoisuuksiin.</p> <p>Tutkimus 2: Useat peräkäiset putkipostikuljetukset vaikuttivat haitallisesti ainoastaan TRAP-trombosyyttilaukaisuaineeseen (trombiini-reseptoria aktivoiva peptidi) ja sitä kautta trombosyyttien aggregaatiokykyyn. Trombosyyttien määrä ja me-</p>	<p>Useita saman trombosyyttiyksikön kuljetuksia putkipostilla tulee välttää.</p>

				tabolisten analyyttien pitoisuudet pysyivät stabiileina.	
<p>4. Kara, Hasan Bayir, Aysegul Ak, Ahmet Degirmenci, Selim Akinci, Murat Agacayak, Ahmet Marcil, Emine Azap, Melih</p> <p>Hemolysis associated with pneumatic tube system transport for blood samples</p> <p>2014</p> <p>Turkki</p>	<p>Arvioida, hemolysoiko putkipostilla lähettäminen verinäytteitä tai muuttaako biokemiallisten analyyttien pitoisuuksia.</p>	<p>natrium kalium kalsium glukoosi urea typpi kreatiniini ALAT ASAT LD kokonaisbilirubiini amylaasi</p>	<p>49 potilaan näytteet lähetettiin laboratorioon manuaalisesti, 53 potilaan näytteet lähetettiin putkipostilla.</p>	<p>Putkipostilla lähetetyt näytteet olivat useammin hemolysoituneet ja niiden kalium-, kreatiniini-, ASAT ja LD-pitoisuudet olivat korkeampia manuaalisesti lähetettyihin verrattuina.</p>	<p>Putkiposti tulisi asentaa/koota niin, että vältetään äkillisiltä suunnan vaihdoksilta.</p> <p>Hemolyysin välttämiseksi tulisi putkipostin kuljetusnopeus ja paine säännöllisesti mitata sekä optimoida.</p>
<p>5. Evliyaoğlu, Osman Toprak, Gülten Tekin, Alicem Başarali, Mustafa Kemal Kilinç, Cumhur Çolpan, Leyla</p> <p>Effect of Pneumatic Tube</p>	<p>Testata, kuinka putkipostin kuljetusnopeus ja -matka sekä näyteputkityyppi vaikuttavat biokemiallisiin analyytteihin, hyytymistekijätutkimuksiin sekä verisolujen määriin.</p>	<p>kalium LD hyytymistekijätutkimukset (protrombiiniaika, APTT ja fibrinogeeni), hemoglobiini punasolujen, valkosolujen ja trombosyyttien määrä</p>	<p>Verrattiin näytteitä, jotka kuljetettu putkipostilla ja manuaalisesti. Testattiin myös, eroavatko seeruminäytteiden tulokset, kun ne on sentrifugoitu ennen putkipostilla lähettämistä tai sen jälkeen. Kalium- ja LDH-arvot määritettiin sekä plasmasta että seerumista.</p>	<p>Mitä pidemmän matkan ja mitä kovempaa sentrifugoimattomat kalium- ja LD-näytteet kulkevat putkipostissa, sitä todennäköisemmin kuljetus vaikuttaa näytteisiin hemolyysin muodossa. Merkitävää vaikutusta ei ollut verisolujen määriin, trombosyyttien aktivaatioon,</p>	<p>Seeruminäytteiden sentrifugointi ennen putkipostikuljetusta vähentää hemolyysiä.</p>

<p>Delivery System Rate and Distance on Hemolysis of Blood Specimens</p> <p>2012</p> <p>Turkki</p>			<p>Näytteet jaettiin kolmeen ryhmään:</p> <p>ryhmä 1 (näytteet kattaen kaikki analyyttityypit, lähetettiin manuaalisesti laboratorioon)</p> <p>ryhmä 2 (Parilliset näytteet otettiin antikoagulanttia sisältämättömään geeliputkeen. Toinen pari putkista lähetettiin putkipostilla ennen sentrifugointia, toinen sen jälkeen.)</p> <p>ryhmä 3 (antikoagulanttia sisältävät hepariini- ja sitraattiputket lähetettiin putkipostilla).</p>	<p>tai hyytymistekijätutkimuksiin.</p> <p>Kuljetuksen jälkeen sentrifugoidut seerumiputket aiheuttivat hemolyyysiä näytteille. Hyytynyt kokoverinäyte pääsee liikkumaan ja osumaan putken seinämiin kuljetuksen aikana.</p>	
<p>6. Dhar, Supriya Basu, Sabita Chakraborty, Subhosmito Sinha, Subir</p> <p>Evaluation of the pneumatic tube system for transportation of packed red cell units</p> <p>2015</p> <p>Intia</p>	<p>Tutkia, vaikuttaako putkipostilla lähettämisen punasoluyksiköiden biokemiallisiin analyytteihin.</p>	<p>hemoglobiini LD kalium plasman hemoglobiini</p>	<p>25 kpl säteilytettyä ja 25 kpl ei-säteilytettyjä punasoluyksiköitä kuljetettiin putkipostilla. Kontrolleina käytettiin punasoluyksiköitä, joita ei lähetetty putkipostilla.</p>	<p>Säteilytetyissä tai ei-säteilytetyissä punasoluyksiköissä ei havaittu lisääntynyttä hemolyysoitumista tai biokemiallisten analyttien pitoisuuksien vaihtelua.</p>	

<p>7. Goetze, Jens P. Jørgensen, Henrik L. Sennels, Henriette P. Fahrenkrug, Jan</p> <p>Assessing Pneumatic Tube Systems with Patient-Specific Populations and Laboratory-Derived Criteria</p> <p>2012</p> <p>Tanska</p>	<p>Arvioida, miten eri tavat pakata ja vastaanottaa putkipostitse kuljetetut näytteet vaikuttavat näytteiden analyytteihin.</p>	<p>kalium LD ASAT fosfaatti</p>	<p>Viiden potilaan verinäytteet poolattiin ja jaettiin viiteen näyteputkeen/ryhmään: A (näytettä ei lähetetty putkipostilla) B (näyte lähetettiin putkipostilla) C (lähetys putkipostilla, kapselin sisällä pehmuste) D (lähetys putkipostilla, kapselissa ei pehmustetta, kapseli otettu vastaan ilman törmäystä) E (lähetys putkipostilla, kapselissa pehmuste, kapseli otettu vastaan ilman törmäystä)</p>	<p>Putkipostikuljetus nosti kalium- ja ASAT-pitoisuuksia sekä hajotti veren soluja. Kun kapselissa käytettiin pehmustetta ja se otettiin hallitusti, ilman törmäystä vastaan, em. vauriot olivat pienemmät.</p>	<p>Pehmuste kapselin sisällä, hallittu kapselin vastaanotto ilman törmäystä, kapselin vauhdin optimointi</p>
<p>8. Al-Riyami, A.Z. Al-Khabori, M. Al-Hadhrami, R.M. Al-Azwani, I.S. Davis, H.M. Al-Farsi, K.S. Alkindi S.S. Daar, S.F</p> <p>The Pneumatic tube System does not affect complete blood count results; a validation study</p>	<p>Arvioida putkipostin käytön vaikutuksia aneemisten potilaiden täydelliseen verenkuvaan.</p>	<p>täydellinen verenk kuva</p>	<p>Kaksi verinäytettä kerättiin sekä terveiltä (n=59) että tallasemiaa (n=56) sairastavilta henkilöiltä. Toinen näytteistä lähetettiin putkipostilla, toinen kuljetettiin manuaalisesti laboratorioon. Testattiin, kuinka hyvin manuaalisesti kuljetettujen ja putkipostilla kuljetettujen näytteiden verenkuvatulokset vastaavat toisiaan.</p>	<p>Ei vaikuta verenkuvanäytteiden laatuun terveiden eikä aneemisten potilaiden osalta.</p>	<p>Kuljetusnopeus tulee säätää niin, ettei se hemolysoi näytteitä. Putkiposti sisältää näytteiden vastaanottoautomaatin, joka vähentää näytteiden vaurioitumisriskiä.</p>

<p>at a tertiary care hospital</p> <p>2013</p> <p>Oman</p>					
<p>9. Koroglu, Mustafa Ali Erkurt, Mehmet Kuku, Ifran Kaya, Emin Berber, Ilhami Nizam, Ilknur Yagar, Yauz Ali Kayis, Seyit</p> <p>Assessing Safety of Pneumatic Tube System (PTS) for Patients with Very Low Hematologic Parameters</p> <p>2016</p> <p>Turkki</p>	<p>Tutkia, kuinka putkipostilla lähettäminen vaikuttaa akuuttia leukemiaa (AML ja ALL) sairastavien potilaiden verinäytteiden analyysiteihin.</p> <p>Selvittää, kuinka monessa tapauksessa putkipostilla kuljetetuista näytteistä verensiirtojen raja-arvot alittuvat virheellisesti johtuen turhiin verensiirtoihin.</p>	<p>verenkuvaa kalium LD ASAT ALAT konjugoitunut, konjugoimaton ja kokonaisbilirubiini</p>	<p>58 potilaalta otettiin 4 putkea verta, putkista kaksi lähetettiin laboratorioon manuaalisesti, kaksi putkipostilla. Näytteiden punasolujen ja trombosyyttimäärät laskettiin, määriä verrattiin raja-arvoihin, jonka alittavilta osin punasolujen tai trombosyyttisiirto tulisi kyseeseen. Analysoitiin biokeemialliset analyytit.</p>	<p>Putkipostilla kuljetettujen näytteiden osalta sekä punasolujen että trombosyyttien siirtämistarpeen määrittävät raja-arvot (hemoglobiiniarvo ja trombosyyttien määrä) alittuivat useammin, kuin manuaalisesti kuljetettujen näytteiden osalta. Punasolujen osalta putkipostilla kuljetettujen ja manuaalisesti kuljetettujen näytteiden raja-arvoissa ei tilastollisesti merkittäviä eroja, vaikka verensiirtoja ehdotettiinkin tehtäväksi enemmän putkipostitse kuljetettujen näytteiden perusteella. Syynä pieni otos.</p> <p>Trombosyyttien osalta raja-arvot alittuivat huomattavasti useammin, kuin hemoglobiinin osalta, osa trombosyyttisiirroista olisi ollut turhia.</p>	

				LD-, kalium ja ASAT-arvot olivat korkeammat putkipostilla kuljetetuissa näytteissä verrattuna manuaalisesti kuljetettuihin.	
10. Dastych, Milan Čermáková, Zdenka  Pseudohyperkalemia in leukaemic patients: the effect of test tube type and form of transport to the laboratory  2013  Tsekki	Tutkittiin, kuinka eri näyteputkityypit soveltuvat erityyppisiä leukemioita (AML, KLL, KML) sairastavien potilaiden näytteiden kuljettamiseen putkipostilla.	kalium	Kuudesta potilaasta otettiin 7 kpl näytteitä, jotka otettiin seuraaviin putkiin: näyte A (hepariinia sisältävä verikaasuruisku, referenssinäyte) B (litiumhepariini plasma-putki ilman geeliä) C (litiumhepariini plasma-geeliputki) D (seerumigeeliputki). Ryhmien B–D näytteet otettiin parillisina, parista toinen lähetettiin manuaalisesti ja toinen putkipostilla laboratorioon. Näytteitä ei sentrifugoitu ennen kuljettamista.	Krooninen lymfaattinen leukemia: voimakas kaliumin nousu molempien putkipostitse lähetettyjen hepariiniputkien kohdalla. Seerumigeeliputken osalta kaliumin nousua ei ollut.  Krooninen myeloinen leukemia ja akuutti lymfaattinen leukemia: kaikkien putkipostitse lähetettyjen putkityyppien näytteissä voimakas kaliumin nousu. Akuutin lymfaattisen leukemian kohdalla erittäin voimakas kaliumin nousu litiumhepariini plasma-geeliputkessa.	Seerumigeeliputket suojaavat näytteitä osittain hemolyyssiltä.
11. Böckel-Frohnhofer, Nicole Hübner, Ulrich Hummel, Björn Geisel, Jürgen  Pneumatic tube-transported blood samples	Tutkimus 1: Testata, hemolysoiko putkipostilla lähettäminen litiumhepariini plasma-geeliputkissa lähetettyjä näytteitä.  Tutkimus 2: Verrata putkipostilla lähetettyjen litiumhepariini plas-	CK CK-MB ALAT	Tutkimus 1: 1 368 kpl putkia (plasmageeli) lähetettiin putkipostilla, 873 kpl kuljetettiin manuaalisesti laboratorioon, kaikista näytteistä mitattiin hemolyyssi-indeksit. Tässä tutkimuksessa käytettyjä analyysejä häiritsee yli 20 ylittävä hemolyyssi-indeksi.	Tutkimus 1: Yli 20 ylittävä hemolyyssi-indeksi 17,5 % putkipostilla kuljetetuissa putkissa, manuaalisesti kuljetetuissa putkissa vastaava luku oli 2,6 %.  Tutkimus 2: Hemolyyssi-indeksit olivat selvästi korkeammat plasmageeliputkien kuin parillisten	Seerumigeeliputket suojaavat näytteitä osittain hemolyyssiltä.

<p>in lithium heparinate gel separator tubes may be more susceptible to haemolysis than blood samples in serum tubes</p> <p>2014</p> <p>Saksa</p>	<p>mageeliputkien ja seerumigeeliputkien näytteiden hemolyysiasia. ja biokemiallisten analyttien pitoisuuksia.</p>		<p>Tutkimus 2: Tutkimukseen valittiin 157 kpl hemolyysiindeksin 20 ylittävät plasmageeliputkinäytteet sekä näiden pariksi samanaikaisesti otetut seerumigeelinäytteet. Näytteet lähetettiin putkipostilla. Molemmista näytteistä mitattiin hemolyysi-indeksit sekä CK-, CK-MB- ja ALAT-pitoisuudet. Näytteitä ei sentrifugoitu ennen lähettämistä.</p>	<p>seerumigeeliputkien näytteissä. Seerumigeeliputkien alhaisemmat hemolyysi-indeksit johtunevat seeruminäytteen hyytymisestä olomuodosta. Hepariniiniputkessa näyte on nestemäisessä muodossa, jolloin näytteen kohdistuva kuljetuksen aikainen värinä hemolysoi näytettä.</p> <p>CK- ja CK-MB -pitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat hemolyytisissä plasmageeliputki- kuin seerumigeeliputkinäytteissä.</p>	
---	--	--	--	---	--

## Haastattelun saatekirje ja haastattelukysymykset

Hyvä asiantuntija,

Olen ammattikorkeakouluopiskelija ja opiskelen Metropolia Ammattikorkeakoulussa bioanalytiikan tutkintoa. Teen opinnäytetyönä kirjallisuuskatsaukseen perustuvan kartoituksen putkipostin vaikutuksista laboratorioon lähetettäviin verinäytteisiin. Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa kirjallisuuskatsauksen avulla tietoa, jota voidaan hyödyntää Jorvin laboratoriossa putkipostiohjeistuksen kehittämisessä. Opinnäytetyön tehtävänä on tuottaa laboratorion käyttöön taulukko, josta ilmenee vaikuttaako putkipostilla lähettäminen verinäytteiden laatuun ja jos vaikuttaa, kuinka. Tehtävänä on myös tuottaa kirjallinen analyysi keskeisimmistä verinäytteiden laatuun vaikuttavista seikoista sekä tekijöistä, joilla putkipostin käyttäjät voisivat parantaa putkipostilla lähetettävien verinäytteiden laatua.

Osallistumalla haastatteluun voit antaa arvokasta taustatietoa Jorvin sairaalan putkipostin käyttöön, näytteiden lähettämiseen liittyvään ohjeistukseen ja näytteiden laatuun liittyviin kysymyksiin.

Pyydän Sinua osallistumaan haastatteluun, jota käytän opinnäytetyön toisena aineistonkeruun menetelmänä. Haastateltaviksi olen valinnut Jorvin sairaalan laboratorion putkipostivastaavat henkilöt sekä lajittelussa päivittäin työskentelevän henkilön, joilla on kokemusta Jorvin putkipostin toiminnasta, mahdollisista ongelmista ja ohjeistuksesta. Haastattelu tehdään työaikana ja siihen kannattaa varata aikaa 45 minuuttia. Haastateltavien henkilöllisyys ei tule missään tutkimuksen vaiheessa esiin. Haastatteluaineisto esitetään valmiissa työssä anonymisti. Haastattelu on luotamuksellinen, saadut tiedot jäävät vain haastattelun tekijän tietoon. Haastatteluun osallistuminen on vapaaehtoista ja Sinulla on oikeus perua osallistumisesi missä vaiheessa tahansa.

Vastaan mielelläni haastattelua ja opinnäytetyötä koskeviin kysymyksiin.

Ystävällisin terveisin,

Mira Vainonen, AMK-opiskelija  
Metropolia Ammattikorkeakoulu  
mira.vainonen@metropolia.fi  
Puh. 040-731 5329

Ohjaava opettaja:  
Heidi Malava  
Lehtori, THM  
heidi.malava@metropolia.fi

## Haastattelukysymykset:

- Mitä näytteitä lähetetään putkipostilla laboratorioon?
- Mitä näytteitä ei lähetetä ja miksi ei?
- Onko putkipostin käyttöönoton jälkeen todettu näytteissä laadullista heikkenemistä (silminnähtävää tai analysointivaiheessa havaittuja, lisääntyneitä näytteiden laadullisia poikkeavuuksia esimerkiksi hemolyysin muodossa)?
- Ketkä/kuinka moni laboratorion työntekijöistä käyttää putkipostia? Entä muut putkipostin käyttäjät Jorvissa: päivystys/hoitajat, Espoon Sairaala ja päivystysrakennus, ketkä muut?
- Miltä kaikilta osastoilta lähetetään näytteet putkipostilla? Jos jostain ei lähetetä, miksi ei?
- Espoon Sairaala: Kuinka paljon arviolta näytteiden putkipostimäärää sairaalan avautuminen on lisännyt ja tulee jatkossa lisäämään?

## Suostumuslomake

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa, jota voidaan hyödyntää Jorvin laboratoriossa putkipostiohjeistuksen kehittämiseksi.

Olen saanut sekä kirjallista että suullista tietoa opinnäytetyöstä, jonka tarkoituksena on etsiä kirjallisuuskatsausmenetelmän avulla tutkittua tietoa putkipostin mahdollisista vaikutuksista laboratorioon lähetettäviin verinäytteisiin. Olen saanut mahdollisuuden esittää kysymyksiä opinnäytetyöstä sen tekijälle, ja minulla on ollut riittävästi aikaa harkita osallistumistani tutkimukseen. Ymmärrän, että osallistuminen tutkimukseen on vapaaehtoista, ja minulla on oikeus kieltäytyä siitä milloin tahansa syytä ilmoittamatta. Antamani tiedot käsitellään luottamuksellisesti.

### Suostun osallistumaan opinnäytetyöhön:

\_\_\_\_\_

Tutkimukseen osallistuvan allekirjoitus

\_\_\_\_\_

Nimenselvennys

Paikka ja aika: \_\_\_\_\_

### Suostumuksen vastaanottaja:

\_\_\_\_\_

Tutkimuksen tekijän allekirjoitus

\_\_\_\_\_

Nimenselvennys

Vastaan mielelläni opinnäytetyöhön ja sen toteutukseen liittyviin kysymyksiin.

Mira Vainonen, AMK-opiskelija  
Metropolia Ammattikorkeakoulu  
mira.vainonen@metropolia.fi  
Puh. 040-731 5329

Ohjaava opettaja:  
Heidi Malava  
Lehtori, THM  
heidi.malava@metropolia.fi

## Taulukko tutkimusten kuvailua varten

Tutkimuksen tekijät, tutkimuksen nimi, julkaisu-vuosi, julkaisu-maa	Tutkimuksen tarkoitus	Toteutus/menetelmät	Tulokset, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiä 1 ja 2	Tulokset, jotka vastaavat tutkimuskysymystä 3	Muuta/huomioita
<p>1. Cakirca, Gokhan Erdal, Huseyin</p> <p>The Effect of Pneumatic Tube Systems on the Hemolysis of Biochemistry Blood Samples</p> <p>2016</p> <p>Turkki</p>	<p>Arvioida putkipostin vaikutuksia seuraaviin verinäytteiden biokemiallisiin analyytteihin: kalium, laktaattidehydrogenaasi, alaniiniaminotransferaasi (ALAT), aspartaati-aminotransferaasi (ASAT), bilirubiini (kokonais, sisältäen konjugoitumattoman ja konjugoituneen bilirubiinin), kreatiini, urea typpi, natrium, glukoosi</p>	<p>Analysoitiin verinäytteitä (n=409), joista osa (n=148) kuljetettiin laboratorioon manuaalisesti, osa (n=148) kuljetettiin putkipostilla pehmustetussa kapselissa ja osa (n=113) putkipostilla ilman pehmustetta.</p>	<p>Putkipostilla lähettäminen hemolysoi kalium- ja LD-näytteitä, jos kapselin sisällä ei käytetä pehmustetta.</p>	<p>Putkipostikapselin sisällä käytävä pehmuste, joka estää näyteputkien liikkumisen ja osumisen toisiaan vasten sekä ehkäisee tärinää.</p>	
<p>2. Carabini, Louanne M. Nouriel, Jacob Milian Diaz, Riccardo Glogovsky, Erin R.</p>	<p>Arvioida putkipostin vaikutuksia laskimosta ja valtimosta otettujen verinäytteiden arvoihin (pO2 ja pCO2).</p>	<p>20 henkilöltä otettiin parilliset näytteet sekä valtimo-, että laskimoverinäytteitä (yht. 80 kpl näytteitä), joista</p>	<p>Valtimosta otetuissa, putkipostilla kuljetetuissa PO2-arvoissa havaittiin suurimmat poikkeavuudet verrattuina manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin. Erot eivät olleet tilastollisesti</p>		

<p>McCarthy, Robert J. Handler, Thomas G. Ault, Michael L.</p> <p>The Clinical Significance of Patient Specimen Transport Modality: Pneumatic Tube System Impact on Blood Gas Analytes</p> <p>2016</p> <p>Yhdysvallat</p>		<p>puolet lähetettiin manuaalisesti laboratorioon, puolet putkipostilla. Näytteistä hylättiin osa mm. näyteputken korkin irrottua lähetyksen aikana. Tutkimukseen päätyi 17 paria laskimonäytteitä ja 18 paria valtimonäytteitä. Näytteistä analysoitiin PO2- ja PCO2-arvot.</p>	<p>merkittäviä eikä niillä ollut potilaan hoidon kannalta merkitystä.</p>		
<p>3. Lancé, M. Marcus, M.A.E. van Oerle, R. Theunissen, H.M.S. Henskens, Y.M.C.</p> <p>Platelet concentrate transport in pneumatic tube systems – does it work?</p> <p>2012</p> <p>Alankomaat</p>	<p>Tutkia, kuinka putkipostilla kuljettaminen vaikuttaa verivalmisteena käytettäviin, sädetettyihin ja ei-sädetettyihin trombosyytteihin ja niiden toimintakykyyn. Trombosyyttiyksiköistä mitattiin myös niiden glukoosi-, laktaatti- ja pH-arvot.</p>	<p>Tutkimus 1: 12 trombosyyttivalmistetta lähetettiin putkipostilla kahden tai seitsemän päivän varastoinnin jälkeen. Valmisteista 6 kpl oli sädetettyjä, 6 kpl ei-sädetettyjä.</p> <p>Tutkimus 2: Trombosyyttivalmiste jaettiin 4 yksikköön: A, B, C ja D. A-yksikköä ei lähetetty putkipostilla, B-yksikkö kuljetettiin keran kahden päivän varastoinnin jälkeen, C-</p>	<p>Tutkimus 1: Putkipostilla lähettäminen ei vaikuttanut sädetettyjen eikä ei-sädetettyjen yksiköiden trombosyyttien toimintaan, glukoosi-, laktaatti- tai pH-arvoihin.</p> <p>Tutkimus 2: Useat peräkkäiset putkipostikuljetukset vaikuttivat haitallisesti ainoastaan TRAP-trombosyyttilaukaisuaineeseen (trombiini-reseptoria aktivoiva peptidi) ja sitä kautta trombosyyttien aggregaatiokykyyn.</p>	<p>Useita saman trombosyyttiyksikön kuljetuksia putkipostilla tulee välttää.</p>	

		yksikkö kuljetettiin neljänä päivänä kerran päivässä, D-yksikkö kuljetettiin putkipostilla neljänä päivänä kolmesti päivässä.	Trombosyyttien määrä ja metabolisten analyyttien pitoisuudet pysyivät stabiileina.		
4. Kara, Hasan Bayir, Aysegul Ak, Ahmet Degirmenci, Selim Akinci, Murat Agacayak, Ahmet Marcil, Emine Azap, Melih  Hemolysis associated with pneumatic tube system transport for blood samples  2014  Turkki	Arvioida, hemolysoiko putkipostilla lähettäminen verinäytteitä tai muuttaako seuraavien analyttien tuloksia: seerumin natrium, kalium, kalsium, glukoosi, urea tyyppi, kreatiniini, alaniniaminotransferaasi (ALAT), aspartaatiaminotransferaasi (ASAT), laktaattidehydrogenaasi, bilirubiini (kokonais), amylaasi	49 potilaan näytteet lähetettiin laboratorioon manuaalisesti, 53 potilaan näytteet lähetettiin putkipostilla.	Putkipostilla lähetetyt näytteet olivat useammin hemolysoituneet ja niiden kalium-, kreatiniini-, ASAT ja LD-pitoisuudet olivat korkeampia manuaalisesti lähetettyihin verrattuina.	Putkiposti tulisi asentaa/koota niin, että vältetään äkillisiltä suunnan vaihdoksilta.  Hemolyysin välttämiseksi tulisi putkipostin kuljetusnopeus ja paine säännöllisesti mitata sekä optimoida.	
5. Evliyaoğlu, Osman Toprak, Gülten Tekin, Alicem Başarali, Mustafa Kemal Kilinç, Cumhur Çolpan, Leyla	Testata, kuinka putkipostin kuljetusnopeus ja -matka sekä näyteputkityyppi vaikuttavat seuraaviin analyytteihin: kalium, laktaattidehydrogenaasi, hyytymistekijätutkimukset (protrombiiniaika, APTT ja fibrinogeeni), hemoglobiini	Verrattiin näytteitä, jotka kuljetettu putkipostilla ja manuaalisesti. Testattiin myös, eroavatko seeruminäytteiden tulokset, kun ne on sentrifugoitu ennen putkipostilla lähettämistä tai sen jälkeen. Kalium- ja LDH-arvot määritettiin sekä	Mitä pidemmän matkan ja mitä kovempaa sentrifugoimattomat kalium- ja LD-näytteet kulkevat putkipostissa, sitä todennäköisemmin kuljetus vaikuttaa näytteisiin hemolyysin muodossa. Merkittävää vaikutusta ei ollut verisolujen määriin, trombosyyttien aktivaatioon, tai hyytymistekijätutkimuksiin.	Seeruminäytteiden sentrifugoiminen ennen putkipostikuljetusta vähentää hemolyysiä.	

<p>Effect of Pneumatic Tube Delivery System Rate and Distance on Hemolysis of Blood Specimens</p> <p>2012</p> <p>Turkki</p>	<p>sekä punasolujen, valkosolujen ja trombosyyttien määrä.</p>	<p>plasmasta että seerumista.</p> <p>Näytteet jaettiin kolmeen ryhmään: ryhmä 1 (näytteet kattaen kaikki analyyttityypit, lähetettiin manuaalisesti laboratorioon), ryhmä 2 (Parilliset näytteet otettiin antikoagulanttia sisältävään geeliputkeen. Toinen pari putkista lähetettiin putkipostilla ennen sentrifugointia, toinen sen jälkeen.), ryhmä 3 (antikoagulanttia sisältävät hepariini- ja sitraatiputket lähetettiin putkipostilla).</p>	<p>Kuljetuksen jälkeen sentrifugoidut seerumiputket aiheuttivat hemolyysiä näytteille. Hyytynyt kokoverinäyte pääsee liikkumaan ja osumaan putken seinämiin kuljetuksen aikana.</p>		
<p>6. Dhar, Supriya Basu, Sabita Chakraborty, Subhosmito Sinha, Subir</p> <p>Evaluation of the pneumatic tube system for transportation of packed red cell units</p> <p>2015</p>	<p>Tutkia, vaikuttaako putkipostilla lähettäminen punasoluyksiköiden hemoglobiini, laktaattidehydrogenaasi-, kalium- ja plasman hemoglobiiniarvoihin.</p>	<p>25 kpl sädettyjä ja 25 kpl sädettämättömiä punasoluyksiköitä kuljetettiin putkipostilla. Kontrolleina käytettiin punasoluyksiköitä, joita ei lähetetty putkipostilla.</p>	<p>Sädetyissä tai sädettämättömissä punasoluyksiköissä ei havaittu lisääntyntä hemolysoitumista.</p>		

Intia					
<p>7. Goetze, Jens P. Jørgensen, Henrik L. Sennels, Henriette P. Fahrenkrug, Jan</p> <p>Assessing Pneumatic Tube Systems with Patient-Specific Populations and Laboratory-Derived Criteria</p> <p>2012</p> <p>Tanska</p>	<p>Arvioida, miten eri tavat pakata ja vastaanottaa näytteet vaikuttavat seuraaviin analyytteihin: kalium, laktaattidehydrogenaasi, ASAT, fosfaatti</p>	<p>Viiden potilaan verinäytteet poolattiin ja jaettiin viiteen näyteputkeen/ryhmään: A (näytettä ei lähetetty putkipostilla), B (näyte lähetettiin putkipostilla), C (lähetys putkipostilla, kapselin sisällä pehmuste), D (lähetys putkipostilla, kapselissa ei pehmustetta, kapseli otettu vastaan ilman törmäystä), E (lähetys putkipostilla, kapselissa pehmuste, kapseli otettu vastaan ilman törmäystä)</p>	<p>Kun kapseleissa käytettiin pehmustetta ja se otettiin hallitusti, ilman törmäystä vastaan, vaikutukset solujen hajoamiseen sekä kalium- ja ASAT-arvoihin olivat pienemmät.</p>	<p>Pehmuste kapselin sisällä, hallittu kapselin vastaanotto ilman törmäystä, kapselin vauhdin optimointi</p>	<p>Tutkimus poissulkee eri yksilöiden välisen vaihtelun tuloksissa, koska näytteet poolattu.</p>
<p>8. Al-Riyami, A.Z. Al-Khabori, M. Al-Hadhrami, R.M. Al-Azwani, I.S. Davis, H.M. Al-Farsi, K.S. Alkindi S.S. Daar, S.F</p> <p>The Pneumatic tube System does not affect complete blood count results; a validation study at a tertiary care hospital</p>	<p>Arvioida putkipostin käytön vaikutuksia aneemisten potilaiden täydelliseen verenkuvaan.</p>	<p>Kaksi verinäytettä kerättiin sekä terveiltä (n=59) että talassemiaa (n=56) sairastavilta henkilöiltä. Toinen näytteistä lähetettiin putkipostilla, toinen kuljetettiin manuaalisesti laboratorioon. Testattiin, kuinka hyvin manuaalisesti kuljetettujen ja putkipostilla kuljetettujen näytteiden verenkuvatulokset vastaavat toisiaan.</p>	<p>Ei vaikuta verenkuvanäytteiden laatuun terveiden eikä aneemisten potilaiden osalta.</p>	<p>Kuljetusnopeus tulee säätää niin, ettei se hemolysoi näytteitä. Putkiposti sisältää näytteiden vastaanottoautomaatin, joka vähentää näytteiden vaurioitumisriskiä.</p>	<p>Potilaan terveydentilan vaikutukset tuloksiin</p>

2013					
Oman					
9. Koroglu, Mustafa Ali Erkurt, Mehmet Kuku, Ifran Kaya, Emin Berber, Ilhami Nizam, Ilknur Yagar, Yauz Ali Kayis, Seyit	Tutkia, kuinka putkipostilla lähettäminen vaikuttaa seuraaviin akuuttia leukemiaa (AML ja ALL) sairastavien potilaiden verinäytteiden analyytteihin: verokuva, kalium, laktaattidehydrogenaasi, ASAT, ALAT sekä konjugoitunut, konjugoimaton ja kokonaisbilirubiini.  Selvittää, kuinka monessa tapauksessa putkipostilla kuljetetuista näytteistä verensiirtojen raja-arvot alittuvat virheellisesti johtaen turhiin verensiirtoihin.	58 potilaalta otettiin 4 putkea verta, putkista kaksi lähetettiin laboratorioon manuaalisesti, kaksi putkipostilla. Näytteiden punasolu- ja trombosyyttimäärät laskettiin, määriä verrattiin raja-arvoihin, jonka alittavilta osin punasolu- tai trombosyyttisiirto tulisi kyseen.	Putkipostilla kuljetettujen näytteiden osalta sekä punasolujen että trombosyyttien siirtämistarpeen määrittävät raja-arvot (hemoglobiiniarvo ja trombosyyttien määrä) alittuivat useammin, kuin manuaalisesti kuljetettujen näytteiden osalta. Punasolujen osalta putkipostilla kuljetettujen ja manuaalisesti kuljetettujen näytteiden raja-arvoissa ei tilastollisesti merkittäviä eroja, vaikka verensiirtoja ehdotettiin kin tehtäväksi enemmän putkipostitse kuljetettujen näytteiden perusteella. Syynä pieni otos.  Trombosyyttien osalta raja-arvot ylittyivät huomattavasti useammin, kuin hemoglobiinin osalta ja osa trombosyyttisiirroista olisi turhia.  Laktaattidehydrogenaasi-, kalium ja ASAT-arvot olivat korkeammat putkipostilla kuljetetuissa näytteissä verrattuna manuaalisesti kuljetettuihin.		Potilaan terveydentilan vaikutukset tuloksiin
2016					
Turkki					
10. Dastych, Milan Čermáková, Zdenka	Tutkittiin, kuinka eri näyteputkityypit soveltuvat erityyppisiä leukemioita	Kuudesta potilaasta otettiin 7 kpl näytteitä, jotka otettiin seuraaviin	Krooninen lymfaattinen leukemia: voimakas kaliumin nousu molempien putkipostitse lähetettyjen hepariiniputkien kohdalla.	Seerumigeeliputket suojaavat näytteitä osittain hemolysiltä.	Putkityypin vaikutus näytteeseen

<p>Pseudohyperkalemia in leukaemic patients: the effect of test tube type and form of transport to the laboratory</p> <p>2013</p> <p>Tsekki</p>	<p>(akuutti, myeloinen leukemia, krooninen lymfaattinen leukemia ja krooninen myeloinen leukemia) sairastavien potilaiden kalium-näytteiden kuljettamiseen putkipostilla.</p>	<p>putkiin: näyte A (hepariinia sisältävä verikaasuruisku, referenssinäyte), B (litiumhepariini plasmaputki ilman geeliä), C (litiumhepariini plasmageeliputki), D (seerumigeeliputki). Ryhmien B–D näytteet otettiin parillisina, parista toinen lähetettiin manuaalisesti ja toinen putkipostilla laboratorioon.</p>	<p>Seerumigeeliputken osalta kaliumin nousua ei ollut.</p> <p>Krooninen myeloinen leukemia ja akuutti lymfaattinen leukemia: kaikkien putkipostitse lähetettyjen putkityyppien näytteissä voimakas kaliumin nousu. Akuutin lymfaattisen leukemian kohdalla erittäin voimakas kaliumin nousu litiumhepariini plasmageeliputkessa.</p>		<p>Leukemiatyyppin vaikutus näytteeseen</p>
<p>11. Böckel-Frohnhöfer, Nicole Hübner, Ulrich Hummel, Björn Geisel, Jürgen</p> <p>Pneumatic tube-transported blood samples in lithium heparinate gel separator tubes may be more susceptible to haemolysis than blood samples in serum tubes</p> <p>2014</p> <p>Saksa</p>	<p>Tutkimus 1: Testata, hemolysoiko putkipostilla lähettäminen litiumhepariini plasmageeliputkissa lähetettyjä näytteitä.</p> <p>Tutkimus 2: Verrata putkipostilla lähetettyjen litiumhepariini plasmageeliputkien ja seerumigeeliputkien näytteiden hemolyyysiasteita sekä kreatiiniinikinaasi (CK)-, kreatiiniinikinaasin</p>	<p>Tutkimus 1: 1 368 kpl putkia (plasmageeli) lähetettiin putkipostilla, 873 kpl kuljetettiin manuaalisesti laboratorioon, kaikista näytteistä mitattiin hemolyyysi-indeksit. Tässä tutkimuksessa käytettyjä analyysejä häiritsee yli 20 ylittävä hemolyyysi-indeksi.</p> <p>Tutkimus 2: Tutkimukseen valittiin 157 kpl hemolyyysi-indeksin 20 ylittävät plasmageeliputkinäytteet sekä näiden pariin samanlaisesti otetut seerumigeeliputkinäytteet. Näytteet lähetettiin</p>	<p>Tutkimus 1: Yli 20 ylittävä hemolyyysi-indeksi 17,5 % putkipostilla kuljetetuissa putkissa, manuaalisesti kuljetetuissa putkissa vastaava luku oli 2,6 %.</p> <p>Tutkimus 2: Hemolyyysi-indeksit olivat selvästi korkeammat plasmageeliputkien kuin parillisten seerumigeeliputkien näytteissä. Seerumigeeliputkien alhaisemmat hemolyyysi-indeksit johtunevat seeruminäytteen hyytymisestä olomuodosta. Hepariniiniputkessa näyte on nestemäinen</p>	<p>Seerumigeeliputket suojaavat näytteitä osittain hemolyyysiltä.</p>	<p>Putkityypin vaikutus näytteeseen</p>

8 (8)

	MB -alaysikkö- (CK-MB) ja ALAT-arvoja.	putkipostilla. Molemmista näytteistä mitattiin hemolyysi-indeksit sekä CK-, CK-MB- ja ALAT-arvot.	sessä muodossa, jolloin näytteen kohdistuva kuljetuksen aikainen tärinä hemolysoi näytettä.  CK ja CK-MB -arvot olivat huomattavasti korkeammat hemolyttisissä plasmageeliputki- kuin seerumigeeliputkinäytteissä.		
--	--	---	--	--	--

## Sisällönanalyysitaulukko

	Alkuperäinen ilmaus	Pelkistetty ilmaus	Alaluokka	Yläluokka	Pääloukka	Analyytti
1b	Ilman pehmustetta putkipostitse lähetettyjen näytteiden hemolyysiaste sekä kalium- ja laktaattidehydrogenaasiarvot erosivat huomattavasti pehmusteen kanssa putkipostitse lähetettyjen sekä manuaalisesti kuljetettujen näytteiden arvoista.	Ilman pehmustetta lähetetyt K- ja LD näytteet hemolysoituivat.	putkipostikapselia ei pehmustettu	Putkipostitekniikkaan liittyvät, näytteiden vaurioitumista aiheuttavat tekijät		K, LD
1c	ASAT-pitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat ilman pehmustetta putkipostitse lähetetyissä näytteissä verrattuina manuaalisesti lähetettyihin näytteisiin.	Ilman pehmustetta lähetettyjen näytteiden ASAT-pitoisuudet nousivat.				ASAT
3a	Useat kuljetukset heikensivät trombiini-reseptoria aktivoivan peptidin (TRAP) käynnistämää aggregaatiota.	Kuljetusten lukumäärä heikentää trombosyyttien toimintaa.	useat kuljetukset			verivalmisteet / trombosyytit
3f	Mikäli kuljetuksessa ei tapahdu viivettä, putkipostikuljetus (ainakin oman putkipostimme kohdalla) on mahdollinen trombosyyttivalmisteille. Kuitenkin useat kuljetukset eivät ehkä ole suotavia, sillä se muutti trombosyyttilaukaisuaine TRAP:n toimintaa ja trombosyyttien in vitro tapahtuvaa aggregaatiota.	Useat kuljetukset vaikuttavat haitallisesti trombosyyttien TRAP:n toimintaan ja aggregaatioon.				verivalmisteet / trombosyytit
1d	Useat tekijät aiheuttavat näytteiden hemolysoitumista, kun näytteet lähetetään putkipostilla ilman pehmustetta verrattuna kuljetukseen pehmusteen kanssa: korkeat kuljetusno-	Näytteitä hemolysoivat korkea kuljetusnopeus, äkilliset kiihdytykset ja jarrutukset, mutkat, äkilliset suunnanvaihdot.	korkea kuljetusnopeus			

	peudet, äkilliset kiihdytykset/jarrutukset, mutkien lukumäärä ja kuljetuskapseleiden äkilliset reitinvaihdokset lisäävät näytteiden liikkumista ja tärinää näyteputkissa.					
4c	Putkipostikuljetus saattoi aiheuttaa hemolyysiä johtuen korkeasta kuljetusnopeudesta, äkillisistä kapseleiden suunnan vaihdoksista ja järjestelmän aiheuttamasta paineesta näytteille.	Kuljetusnopeus, suunnan vaihdokset ja paine hemolysoivat näytteitä.				
5a	Putkipostikuljetuksesta aiheutuva hemolyysi on riippuvainen kuljetuksen pituudesta ja vauhdista. Hemolyysi voi vahingoittaa pahasti tavanomaisia, sentrifugoimattomia näytteitä.	Nopeus ja kuljetusreitin pituus hemolysoivat näytteitä.				
5c	K- ja LD-arvot nousivat huomattavasti, kun näytteitä ( <i>sentrifugoidut</i> ) kuljetettiin nopeudella 4.2 m/s. Nopeudella 3.1 m/s ei nousua merkittävästi ollut, kun verrattiin putkipostilla kuljetettuja ja manuaalisesti kuljetettuja näytteitä. Kun näytteitä kuljetettiin nopeudella 3.1 m/s kahdesti kokonaispituuden ollessa yli 2200 m, havaittiin positiivinen korrelaatio välimatkan ja hemolyysin välillä ( $r=0.716$ , $r=0.628$ ).	Kuljetusnopeus ja -pituus hemolysoivat sentrifugoituja näytteitä.				K, LD
5d	Kuljetusnopeus ja -pituus hemolysoivat sentrifugoituja näytteitä.	Kuljetusnopeus ja -pituus hemolysoivat sentrifugoimattomia näytteitä.				
5f	Kun nostimme putkipostikuljetuksen nopeutta, myös hemolyysiasteet nousivat.	Kuljetusnopeuden nousu hemolysoi näytteitä.				

1d	Useat tekijät aiheuttavat näytteiden hemolysoitumista, kun näytteet lähetetään putkipostilla ilman pehmustetta verrattuna kuljetukseen pehmusteen kanssa: korkeat kuljetusnopeudet, äkilliset kiihdytykset/jarrutukset, mutkien lukumäärä ja kuljetuskapseleiden äkilliset reitinvaihdokset lisäävät näytteiden liikkumista ja tärinää näyteputkissa.	Näytteitä hemolysoivat korkea kuljetusnopeus, äkilliset kiihdytykset ja jarrutukset, mutkat, äkilliset suunnanvaihdot.	kuljetuksen aikaiset jarrutukset			
1d	Useat tekijät aiheuttavat näytteiden hemolysoitumista, kun näytteet lähetetään putkipostilla ilman pehmustetta verrattuna kuljetukseen pehmusteen kanssa: korkeat kuljetusnopeudet, äkilliset kiihdytykset/jarrutukset, mutkien lukumäärä ja kuljetuskapseleiden äkilliset reitinvaihdokset lisäävät näytteiden liikkumista ja tärinää näyteputkissa.	Näytteitä hemolysoivat korkea kuljetusnopeus, äkilliset kiihdytykset ja jarrutukset, mutkat, äkilliset suunnanvaihdot.	kiihdytykset			
4c	Putkipostikuljetus saattoi aiheuttaa hemolyyysiä johtuen korkeasta kuljetusnopeudesta, äkillisistä kapseleiden suunnan vaihdoksista ja järjestelmän aiheuttamasta paineesta näytteille.	Kuljetusnopeus, suunnan vaihdokset ja paine hemolysoivat näytteitä.	paine			
11d	Pienempi hemolyyysiaste seerumiin kuin litiumhepariini( <i>geeli</i> )putkissa johdettu luultavasti pienemmästä putkipostikuljetuksen aiheuttamasta häiriöstä hyytynneeseen seeruminäytteeseen. Sitä vastoin antikoaguloituun ja nestemäiseen litiumhepariinia sisältävään verinäytteeseen kohdistuu voimakkaampi tärinä.	Putkipostikuljetuksen tärinä hemolysoi nestemäisiä hepariini-näytteitä.	tärinä			
5a	Putkipostikuljetuksesta aiheutuva hemolyyysi on riippuvainen kuljetuksen	Nopeus ja kuljetusreitin pituus hemolysoivat näytteitä.	putkipostilinjan pituus			K, LD

5c	<p>pituudesta ja vauhdista. Hemolyysi voi vahingoittaa pahasti tavanomaisia, sentrifugoimattomia näytteitä.</p> <p>K- ja LD-arvot nousivat huomattavasti, kun näytteitä (<i>sentrifugoidut</i>) kuljetettiin nopeudella 4.2 m/s. Nopeudella 3.1 m/s ei nousua merkittävästi ollut, kun verrattiin putkipostilla kuljetettuja ja manuaalisesti kuljetettuja näytteitä. Kun näytteitä kuljetettiin nopeudella 3.1 m/s kahdesti kokonaispituuden ollessa yli 2200 m, havaittiin positiivinen korrelaatio välimatkan ja hemolyysin välillä (<math>r=0.716</math>, <math>r=0.628</math>).</p>	Kuljetusnopeus ja -pituus hemolysoivat sentrifugoituja näytteitä.				
5d	Positiivinen korrelaatio havaittiin myös välimatkan sekä K- ja LD-arvojen välillä myös sentrifugoimattomien seeruminäytteiden kohdalla ( $R=0.871$ , $r=0.774$ ), kun kuljetusnopeus oli 4.2 m/s.	Kuljetusnopeus ja -pituus hemolysoivat sentrifugoimattomia näytteitä.				
1d	Useat tekijät aiheuttavat näytteiden hemolysoitumista, kun näytteet lähetetään putkipostilla ilman pehmustetta verrattuna kuljetukseen pehmusteen kanssa: korkeat kuljetusnopeudet, äkilliset kiihdytykset/jarrutukset, mutkien lukumäärä ja kuljetuskapseleiden äkilliset reitinvaihdokset lisäävät näytteiden liikkumista ja tärinää näyteputkissa.	Näytteitä hemolysoivat korkea kuljetusnopeus, äkilliset kiihdytykset ja jarrutukset, mutkat, äkilliset suunnanvaihdot.	mutkat putkipostilinjassa			
1d	Useat tekijät aiheuttavat näytteiden hemolysoitumista, kun näytteet lähetetään putkipostilla ilman pehmustetta verrattuna kuljetukseen peh-	Näytteitä hemolysoivat korkea kuljetusnopeus, äkilliset kiihdytykset ja jarrutukset, mutkat, äkilliset suunnanvaihdot.	äkilliset käännökset			

4c	<p>musteen kanssa: korkeat kuljetusnopeudet, äkilliset kiihdytykset/jarrutukset, mutkien lukumäärä ja kuljetuskapseleiden äkilliset reitinvaihdokset lisäävät näytteiden liikkumista ja tärinää näyteputkissa.</p> <p>Putkipostikuljetus saattoi aiheuttaa hemolyysiä johtuen korkeasta kuljetusnopeudesta, äkillisistä kapseleiden suunnan vaihdoksista ja järjestelmän aiheuttamasta paineesta näytteille.</p>	Kuljetusnopeus, suunnan vaihdokset ja paine hemolysoivat näytteitä.			
5b	Yhteenvetona, putkipostilla kuljettamisella ei ole kliinisesti merkittävää vaikutusta hematologisiin ja hyytymistekijätutkimuksiin, jos seerumi on sentrifugoitu ennen kuljetusta.	Putkipostikuljetus ei vahingoita sentrifugoituja seeruminäytteitä.	seeruminäytteen sentrifugoinen	Näytteiden kuljetuksenai-kaista vaurioitumista estävät tekijät	protrombiiniaika, APTT ja fibrinogeeni
5g	Kun ( <i>seerumi</i> )geeliputket sentrifugoitiiin ennen putkipostilla lähettämistä, hemolyysiasteet ( <i>K, LD</i> ) olivat samoja kuin referenssinäytteissä ( <i>käsin kuljetetut</i> ), riippumatta putkipostilinjan pituudesta.	Seeruminäytteiden sentrifugoinen ennen putkipostikuljetusta estää hemolyysiä.			
1a  1e	<p>Manuaalisesti kuljetettujen ja putkipostilla kuljetettujen näytteiden välillä ei löydetty merkittäviä eroja niiden hemolyysiasteissa tai biokemiallisten analyttien tasoissa. (<i>Huom. PTS = putkipostikapseleiden sisällä käytettiin sieni-kumi" sponge-rubber" pehmustetta</i>)</p> <p>Hemolyysiasteen alentamiseksi on käytettävä sieni-kumi-pehmusteita, joilla voidaan vähentää näytteiden liikkumista ja tärinää näyteputkissa.</p>	<p>Pehmusteiden käyttö estää näytteiden hemolysoitumisen ja pitoisuuksien nousun.</p> <p>Pehmusteet kapselissa vähentävät hemolyysiä.</p>	putkipostikapselin pehmustaminen		K, LD, ALAT, ASAT, bilirubiini / kokonais, kreatiini, urea typpi, natrium, glukoosi

4e	Lisäksi kuljetuksessa tapahtuvien kiihdytysten ja jarrutusten aiheuttamaa hemolyysiä voidaan ehkäistä vuoraamalla kuljetuskapselit vavulla/puuvillalla ja käyttämällä suojaavia renkaita kapselin ulkopuolella.	Kapselin pehmustaminen suojaa näytettä.			
7a	Oli ilmeistä, että ryhmässä E (vaahtomuovi kapselissa ja kapseli otettu vastaan) esiintyi vähiten häiriötä soluille, johon viittaavat poolattujen näytteiden sekä kalium- että ASAT-tulokset.	Pehmusteiden käyttö ja hallittu vastaanotto hillitsevät vaurioita näytteille.			K, ASAT
10a	Putkipostilla kuljettaminen johti huomattavaan kaliumpitoisuuden nousuun litiumhepariiniputkeen (ilman geeliä) otetuissa plasmanäytteissä sekä litiumhepariini geeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä, kun näytteitä verrattiin referenssinäytteen pitoisuuteen. Seerumigeeliputkeen otetuissa ja putkipostilla kuljetetuissa seeruminäytteissä vastaavaa kaliumin nousua ei ollut referenssinäytteeseen verrattuna.	Putkipostikuljetus ei nostanut seerumigeeliputkissa olevien näytteiden kaliumpitoisuutta.	seerumigeeliputken käyttö		K
10b	Kroonista lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden verinäytteet (seerumigeeliputkessa) muodostivat saostuman ja hyttymän. Näytteissä olivat näin ollen paremmat ominaisuudet, jolloin ne olivat vähemmän herkkiä putkipostikuljetukselle.	Seerumigeeliputki suojaa näytteitä kuljetuksen aikana.			
10c	Kroonista myeloista leukemiaa sairastavien potilaiden kohdalla kaliumpitoisuuden nousua oli manuaalisesti kuljetetussa seeruminäytteessä (gee-	Seerumigeeliputkessa muodostuva hyttymä suojasi näytettä hemolyysiltä KLL-potilaiden osalta.			

11 d	<p><i>liputki</i>) sekä putkipostitse kuljetuissa, litiumhepariiniputkeen (<i>ilman geeliä</i>) otetuissa plasmanäytteissä, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä sekä seerumigeelinäytteissä. Saman tyyppiset havainnot tehtiin akuuttia lymfaattista leukemiamia sairastavien potilaiden näytteissä, lisäksi kaliumpitoisuudet olivat erittäin korkeat sekä manuaalisesti että putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä.</p> <p>KLL-potilaiden kohdalla tapahtunut hyytymän suurempi kestävyys/lujuus sentrifugoinnin ja putkipostikuljetuksen yhteydessä ei oletettavasti toteutunut kroonista myeloista leukemiamia tai akuuttia lymfaattista leukemiamia sairastavien potilaiden näytteiden kohdalla.</p>	Seerumigeeliputken hyytymä suojaa näytettä putkipostikuljetuksen haitoilta.				
3b	Varastointi, mutta ei putkipostilla lähettäminen tai säätämättömyys, vaikutti (trombosyytti) yksiköiden gluukoosi- ja laktaattipitoisuuksiin, mutta pH pysyi vakaana läpi kokeen. Varastointi, mutta ei putkipostilla lähettäminen, vaikutti trombosyyttien toimintaan ( <i>yksittäiset kuljetukset</i> ).	Yksittäiset putkipostikuljetukset eivät vaikuta trombosyyttien toimintaan.	yksittäinen kuljetus			verivalmisteet / trombosyytit

4d	Putkipostijärjestelmän asennusvaiheessa äkilliset suunnan vaihdokset saattavat olla vältettävissä. Lisäksi, järjestelmän kuljetusnopeutta ja painetta voi olla mahdollista mitata säännöllisesti ja optimoida ne verinäytteiden hemolyysin minimoimiseksi.	Putkipostin asentaminen välttämällä äkillisiä suunnan vaihdoksia.  Kuljetusnopeuden ja paineen mittaaminen sekä optimoiminen.	kuljetusolosuhteiden optimointi			
7b	Tutkimuksemme ja keskustelu lääkäreiden kanssa johtivat putkipostijärjestelmän muuntamiseen niin, että siinä otettiin huomioon näyteputkille kuljetuksen lopussa aiheutuva törmäys ja kuljetusnopeus.	Putkipostijärjestelmän asentaminen törmäyksiä välttämällä ja nopeutta alentaen.				
8a	Sairaalaan asennettu putkipostijärjestelmä toimii käyttäen optimaalista suositeltua kuljetusnopeutta hemolysoitumisen välttämiseksi. Se on varustettu näytteidenpurkuautomaatilla, joka vähentää näytteiden vahingoittumisen riskiä, kun ne saapuvat määränpäähänsä.	Kuljetusnopeuden optimoiminen ja näytteidenpurkuautomaatti vähentävät hemolyysiä.				
4d	Putkipostijärjestelmän asennusvaiheessa äkilliset suunnan vaihdokset saattavat olla vältettävissä. Lisäksi, järjestelmän kuljetusnopeutta ja painetta voi olla mahdollista mitata säännöllisesti ja optimoida ne verinäytteiden hemolyysin minimoimiseksi.	Kuljetusnopeuden ja paineen mittaaminen sekä optimoiminen.	kuljetusolosuhteiden seuranta			
4f	Älykkäitä laadunvalvontamittareita voidaan sisällyttää putkipostilla kuljetettavien näytteiden hemolyysi-indeksien valvontaan ja niiden putkipostin	Kuljetettavien näytteiden hemolyysi-indeksien tarkkailu.				

	fysikaalisten tekijöiden arviointiin/huomioonottamiseen, jotka voivat aiheuttaa hemolyysiä.	Putkipostikuljetuksen fysikaalisten tekijöiden vaikutusten ehkäisy laadunvalvonnalla.				
7a	Oli ilmeistä, että ryhmässä E (vaahtomuovi kapselissa ja kapseli otettu vastaan) esiintyi vähiten häiriötä soluille, johon viittaavat poolattujen näytteiden sekä kalium- että ASAT-tulokset.	Pehmusteiden käyttö ja hallittu vastaanotto hillitsevät vaurioita näytteille.	näytteiden hallittu vastaanotto			K, ASAT
8a	Sairaalaan asennettu putkipostijärjestelmä toimii käyttäen optimaalista suositeltua kuljetusnopeutta hemolysoitumisen välttämiseksi. Se on varustettu näytteidenpurkuautomaatilla, joka vähentää näytteiden vahingoittumisen riskiä, kun ne saapuvat määränpäähänsä.	Kuljetusnopeuden optimoiminen ja näytteidenpurkuautomaatti vähentävät hemolyysiä.				
3c	Emme löytäneet yksittäistä tai useampaa (äärimmäisissä olosuhteissa simuloituna), putkipostikuljetuksen vaikutusta trombosyyttien toimintaan in vitro, lukuun ottamatta trombosyytilaukaisuaine TRAP:n aiheuttamaa aggregaatiota.	Putkipostikuljetus vaikuttaa haitallisesti TRAP:n aiheuttamaan trombosyyttien aggregaatioon.	trombosyyttien aggregaatio häiriintyy	Putkipostikuljetuksen aiheuttamat vauriot näytteille ja verivalmisteille		verivalmisteet / trombosyytit
3f	Mikäli kuljetuksessa ei tapahdu viivettä, putkipostikuljetus (ainakin oman putkipostimme kohdalla) on mahdollinen trombosyyttivalmisteille. Kuitenkin useat kuljetukset eivät ehkä ole suotavia, sillä se muutti trombosyytilaukaisuaine TRAP:n toimintaa ja trombosyyttien in vitro tapahtuvaa aggregaatiota.	Useat kuljetukset vaikuttavat haitallisesti trombosyyttien TRAP:n toimintaan ja aggregaatioon.				verivalmisteet / trombosyytit

4a	Putkipostilla lähetetyissä näytteissä esiintyi useammin hemolyyysiä ja niissä oli keskiarvoltaan suuremmat seerumin kaliumpitoisuus sekä mediaani kreatiniini-, ASAT- ja laktaattidehydrogenaasiarvot verrattuina manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin.	Putkipostikuljetus hemolysoi ja nostaa useammin analyyttien pitoisuuksia kuin manuaalikuljetus.	hemolysoi näytteitä			
4b	Ensiavusta sairaalan laboratorioon putkipostilla kuljetetuissa näytteissä saattaa olla useammin hemolyyysiä kuin manuaalisesti kuljetetuissa näytteissä.	Putkipostilla kuljetetuissa näytteissä useammin hemolyyysiä, kuin manuaalisesti kuljetetuissa.				
4c	Putkipostikuljetus saattoi aiheuttaa hemolyyysiä johtuen korkeasta kuljetusnopeudesta, äkillisistä kapseloiden suunnan vaihdoksista ja järjestelmän aiheuttamasta paineesta näytteille.	Kuljetusnopeus, suunnan vaihdokset ja paine hemolysivat näytteitä.				
5c	K- ja LD-arvot nousivat huomattavasti, kun näytteitä ( <i>sentrifugoidut</i> ) kuljetettiin nopeudella 4.2 m/s. Nopeudella 3.1 m/s ei nousua merkittävästi ollut, kun verrattiin putkipostilla kuljetettuja ja manuaalisesti kuljetettuja näytteitä. Kun näytteitä kuljetettiin nopeudella 3.1 m/s kahdesti kokonaispituuden ollessa yli 2200 m, havaittiin positiivinen korrelaatio välimatkan ja hemolyyysin välillä ( $r=0.716$ , $r=0.628$ ).	Kuljetusnopeus ja -pituus hemolysivat sentrifugoituja näytteitä.				
5d	Positiivinen korrelaatio havaittiin myös välimatkan sekä K- ja LD-arvojen välillä myös sentrifugoimattomien seeruminäytteiden kohdalla ( $R=0.871$ , $r=0.774$ ), kun kuljetusnopeus oli 4.2 m/s.	Kuljetusnopeus ja -pituus hemolysivat sentrifugoimattomia näytteitä.				

5f	Kun nostimme putkipostikuljetuksen nopeutta, myös hemolyysiasteet nousivat.	Kuljetusnopeuden nousu hemolysoi näytteitä.				
4a	Putkipostilla lähetetyissä näytteissä esiintyi useammin hemolyyysiä ja niissä oli keskiarvoltaan suuremmat seerumin kaliumpitoisuus sekä mediaani kreatiniini-, ASAT- ja laktaattidehydrogenaasiarvot verrattuina manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin.	Putkipostikuljetus hemolysoi ja nostaa useammin analyyttien pitoisuuksia kuin manuaalikuljetus.	nostaa biokemiallisten analyyttien pitoisuuksia			K, kreatiniini, ASAT, LD
5c	K- ja LD-arvot nousivat huomattavasti, kun näytteitä ( <i>sentrifugoidut</i> ) kuljetettiin nopeudella 4.2 m/s. Nopeudella 3.1 m/s ei nousua merkittävästi ollut, kun verrattiin putkipostilla kuljetettuja ja manuaalisesti kuljetettuja näytteitä. Kun näytteitä kuljetettiin nopeudella 3.1 m/s kahdesti kokonaispituuden ollessa yli 2200 m, havaittiin positiivinen korrelaatio välimatkan ja hemolyyysin välillä ( $r=0.716$ , $r=0.628$ ).	Kuljetusnopeus nostaa analyyttien pitoisuuksia.				K, LD
10a	Putkipostilla kuljettaminen johti huomattavaan kaliumpitoisuuden nousuun litiumhepariiniputkeen (ilman geeliä) otetuissa plasmanäytteissä sekä litiumhepariini geeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä, kun näytteitä verrattiin referenssinäytteen pitoisuuteen. Seerumigeeliputkeen otetuissa ja putkipostilla kuljetetuissa seeruminäytteissä vastaavaa kaliumin nousua ei ollut referenssinäytteeseen verrattuna.	Putkipostikuljetus nosti (leukemiapotilaiden) litiumhepariini-näytteiden kaliumpitoisuutta.				K

9c	<p>Toiset tutkimukset ovat tarkastelleet, kuinka putkiposti vaikuttaa fysikaalisesti leukeemisiin soluihin. Tutkimuksemme korkeat LD, ASAT ja kaliumpitoisuudet ryhmässä 2 (putkipostilla lähetetyt näytteet) tukevat tätä näkökohtaa. Fysikaalisille voimille altistaminen saattaa myös olla syynä pientyntyneeseen trombosyttimäärään putkipostilla lähetettyjen näytteiden ryhmässä.</p>	<p>Putkipostikuljetus nostaa leukemiapotilaiden LD-, ASAT- ja kaliumpitoisuuksia.</p>	<p>leukemiapotilaiden analyyttien pitoisuudet nousevat</p>	<p>Potilaan sairaus vaurioittaa näytteitä putkipostikuljetuksessa</p>	<p>K, LD, ASAT</p>
10c	<p>Kroonista myeloista leukemiaa sairastavien potilaiden kohdalla kaliumpitoisuuden nousua oli manuaalisesti kuljetetussa seeruminäytteessä (<i>geeliputki</i>) sekä putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariiniputkeen (<i>ilman geeliä</i>) otetuissa plasmanäytteissä, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä sekä seerumigeelinäytteissä. Saman tyyppiset havainnot tehtiin akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden näytteissä, lisäksi kaliumpitoisuudet olivat erittäin korkeat sekä manuaalisesti että putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä. KLL-potilaiden kohdalla tapahtunut hyytymän suurempi kestävyys/lujuus sentrifugoinnin ja putkipostikuljetuksen yhteydessä ei oletettavasti toteutunut kroonista myeloista leukemiaa tai akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden näytteiden kohdalla.</p>	<p>Putkipostikuljetus nosti kroonista myeloista leukemiaa ja akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden kaliumpitoisuutta litiumhepariiniputkissa ilman geeliä ja sen kanssa sekä seerumigeeliputkissa olevissa näytteissä.</p> <p>Putkipostikuljetus nosti erittäin paljon akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavan potilaan hepariinigeeliputkinäytteen kaliumpitoisuutta.</p> <p>Putkipostikuljetus nosti kroonista lymfaattista leukemiaa sairastavan potilaan kaliumpitoisuutta litiumhepariiniputkissa ilman geeliä ja sen kanssa.</p>			<p>K</p> <p>K</p> <p>K</p>

9d	Leukemiaa sairastavien potilaiden verenkuvat saattavat muuttua putkipostin käytön vuoksi.	Putkipostikuljetus muuttaa leukemiapotilaiden verenkuvaa- arvoja.	leukemiapotilaiden verenkuvaa- arvot muuttuvat		verenkuvaa
9b	Trombosyyttien osalta verensiirtojen osuudet olivat korkeat ja tarpeettomien verensiirtojen osuudet olivat merkittävästi erilaiset kaikkien raja-arvojen osalta putkipostilla kuljetettujen näytteiden ryhmässä. ( <i>leukemiapotilaat</i> )	Putkipostilla kuljettaminen alentaa leukemiapotilaiden trombosyyttien määrää aiheuttaen tarpeettomia verensiirtoehdotuksia.	leukemiapotilaiden trombosyyttien määrä laskee		verivalmisteet / trombosyytit
9c	Toiset tutkimukset ovat tarkastelleet, kuinka putkiposti vaikuttaa fysikaalisesti leukemisiin soluihin. Tutkimuksemme korkeat LD, ASAT ja kaliumpitoisuudet ryhmässä 2 (putkipostilla lähetetyt näytteet) tukevat tätä näkökohtaa. Fysikaalisille voimille altistaminen saattaa myös olla syynä pienentyneeseen trombosyyttimäärään putkipostilla lähetettyjen näytteiden ryhmässä.	Putkipostikuljetus alentaa leukemiapotilaiden trombosyyttimäärää.			trombosyyttien määrä
10d	Aineistomme osoittaa, että pseudohyperkalemian asteeseen voi huomattavasti ja vaihtelevasti vaikuttaa leukemian eri tyypit, näytteen tyyppi (seerumi/plasma), käytetty putkityyppi sekä kuljetustapa.	Kaliumpitoisuuden nousuun vaikuttavat leukemian tyyppi, näytteen tyyppi (seerumi/plasma) putkityyppi ja kuljetustapa.	leukemiatyyppi vaikuttaa analyytin pitoisuuden nousuun		K
10a	Putkipostilla kuljettaminen johti huomattavaan kaliumpitoisuuden nousuun litiumhepariiniputkeen (ilman geeliä) otetuissa plasmanäytteissä sekä litiumhepariini geeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä, kun näyt-	Putkipostikuljetus nosti litiumhepariini-näytteiden kaliumpitoisuutta.	analyyttien pitoisuudet nousevat hepariiniputkissa	Näytetyyppi tai -putki heikentää laatua putkipostikuljetuksessa	

10 c	<p>teitä verrattiin referenssinäytteen pitoisuuteen. Seerumigeeliputkeen otetuissa ja putkipostilla kuljetetuissa seeruminäytteissä vastaavaa kaliumin nousua ei ollut referenssinäytteeseen verrattuna.</p> <p>Kroonista myeloista leukemiaa sairastavien potilaiden kohdalla kaliumpitoisuuden nousua oli manuaalisesti kuljetetussa seeruminäytteessä (<i>geeliputki</i>) sekä putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariiniputkeen (<i>ilman geeliä</i>) otetuissa plasmanäytteissä, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä sekä seerumigeelinäytteissä. Saman tyyppiset havainnot tehtiin akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden näytteissä, lisäksi kaliumpitoisuudet olivat erittäin korkeat sekä manuaalisesti että putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä.</p> <p>KLL-potilaiden kohdalla tapahtunut hyytymän suurempi kestävyys/lujuus sentrifugoinnin ja putkipostikuljetuksen yhteydessä ei oletettavasti toteutunut kroonista myeloista leukemiaa tai akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden näytteiden kohdalla.</p>	<p>Putkipostikuljetus nosti kroonista myeloista leukemiaa ja akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden kaliumpitoisuutta litiumhepariiniputkissa ilman geeliä ja sen kanssa sekä seerumigeeliputkissa olevissa näytteissä.</p> <p>Putkipostikuljetus nosti kroonista lymfaattista leukemiaa sairastavan potilaan kaliumpitoisuutta litiumhepariiniputkissa ilman geeliä ja sen kanssa.</p>			K	K
10 c	<p>Kroonista myeloista leukemiaa sairastavien potilaiden kohdalla kaliumpitoisuuden nousua oli manuaalisesti kuljetetussa seeruminäytteessä (<i>geeliputki</i>) sekä putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariiniputkeen (<i>ilman</i></p>	<p>Putkipostikuljetus nosti kroonista myeloista leukemiaa ja akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden kaliumpitoisuutta litiumhepariiniputkissa ilman</p>	<p>analyyttien pitoisuudet nousevat hepariinigeeliputkissa</p>		K	

	<p><i>geeliä</i>) otetuissa plasmanäytteissä, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä sekä seerumigeelinäytteissä. Saman tyyppiset havainnot tehtiin akuuttia lymfaattista leukemiasairastavien potilaiden näytteissä, lisäksi kaliumpitoisuudet olivat erittäin korkeat sekä manuaalisesti että putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä.</p> <p>KLL-potilaiden kohdalla tapahtunut hyytymän suurempi kestävyys/lujuus sentrifugoinnin ja putkipostikuljetuksen yhteydessä ei oletettavasti toteutunut kroonista myeloista leukemiasairastavien potilaiden näytteiden kohdalla.</p>	<p>geeliä ja sen kanssa sekä seerumigeeliputkissa olevissa näytteissä.</p> <p>Putkipostikuljetus nosti erittäin paljon akuuttia lymfaattista leukemiasairastavan potilaan hepariinigeeliputkinäytteen kaliumpitoisuutta.</p> <p>Putkipostikuljetus nosti kroonista lymfaattista leukemiasairastavan potilaan kaliumpitoisuutta litiumhepariiniputkissa ilman geeliä ja sen kanssa.</p>				K
						K
						CK, CK-MB
10 c	<p>Kroonista myeloista leukemiasairastavien potilaiden kohdalla kaliumpitoisuuden nousua oli manuaalisesti kuljetetussa seeruminäytteessä (<i>geeliputki</i>) sekä putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariiniputkeen (<i>ilman geeliä</i>) otetuissa plasmanäytteissä, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä sekä seerumigeelinäytteissä. Saman tyyppiset havainnot tehtiin akuuttia lymfaattista leukemiasairastavien potilaiden näytteissä, lisäksi kaliumpitoisuudet olivat erittäin korkeat sekä manuaalisesti että putkipostitse kuljetetuissa, litiumhepariinigeeliputkiin otetuissa plasmanäytteissä.</p> <p>KLL-potilaiden kohdalla tapahtunut hyytymän suurempi kestävyys/lujuus</p>	<p>Putkipostikuljetus nosti kroonista myeloista leukemiasairastavien potilaiden kaliumpitoisuutta litiumhepariiniputkissa ilman geeliä ja sen kanssa sekä seerumigeeliputkissa olevissa näytteissä.</p>	<p>analyyttien pitoisuudet nousevat seerumigeeliputkissa.</p>			K

	sentrifugoinnin ja putkipostikuljetuksen yhteydessä ei oletettavasti toteutunut kroonista myeloista leukemiaa tai akuuttia lymfaattista leukemiaa sairastavien potilaiden näytteiden kohdalla.					
11 a	Litiumhepariiniputkeen ( <i>geeliputki</i> ) otetut näytteet saattavat olla huomattavasti herkempiä hemolyysille, kuin seerumiputkeen ( <i>geeliputki</i> ) otetut näytteet.	Putkipostikuljetus hemolysoi herkemmin hepariinigeeliputkinäytteitä kuin seerumigeeliputkinäytteitä.	hemolyysi suurempaa hepariinigeeli- kuin seerumigeeliputkissa			
11 c	Hemolyysi-indeksijakauma osoitti selvästi korkeammat hemolyysi-indeksiarvot plasma- ( <i>geeliputki</i> ) kuin vastaavissa seeruminäytteissä ( <i>geeliputki</i> ).	Putkipostikuljetus hemolysoi huomattavasti enemmän geeliputkiin otettuja plasma-, kuin seeruminäytteitä.				
11 b	Putkipostilla ja manuaalisesti kuljetettujen litiumhepariininäytteiden ( <i>geeliputki</i> ) hemolyysi-indeksijakauman vertailu osoittaa putkipostikuljetuksen voimakkaan hemolysoivan vaikutuksen.	Putkipostikuljetus hemolysoi voimakkaasti hepariinigeeliputkeen otettuja näytteitä.	hemolysoi hepariinigeeliputkien näytteitä			
11 f	Lopuksi, tuloksemme osoittavat, että putkipostilla kuljettamisen jälkeen litiumhepariini plasma( <i>geeli</i> )putkiin otettujen näytteiden hemolyysiaste on huomattavasti korkeampi kuin seeruminäytteiden ( <i>geeliputki</i> ).	Putkipostikuljetus hemolysoi huomattavasti enemmän hepariinigeeliputkien plasma-, kuin seerumigeeliputkiin otettuja seeruminäytteitä.				
11 e	CK-pitoisuudet ja erityisesti CK-MB-pitoisuudet olivat huomattavasti korkeammat hemolyttisissä litiumhepariini plasmanäytteissä ( <i>geeliputki</i> ) kuin vähemmän hemolyttisissä seeruminäytteissä ( <i>geeliputki</i> ) (p=0.001).	Putkipostikuljetus nostaa hepariinigeeliputkiin otettujen CK- ja CK-MB-plasmanäytteiden pitoisuuksia seerumigeeliputkinäytteitä enemmän.				

11d	Pienempi hemolyysiaste seerumi- kuin litiumhepariini( <i>geeli</i> )putkissa joh- tuu luultavasti pienemmästä putki- postikuljetuksen aiheuttamasta häiri- östä hyytyneseen seeruminäyttee- seen. Sitä vastoin antikoaguloituun ja nestemäiseen litiumhepariinia sisältä- vään verinäytteeseen kohdistuu voi- makkaampi tärinä.	Putkipostikuljetuksen tärinä he- molysoi nestemäisiä hepariini- näytteitä.	hemolysoi hepariiniput- kien näytteitä			
5a	Putkipostikuljetuksesta aiheutuva he- molyysi on riippuvainen kuljetuksen pituudesta ja vauhdista. Hemolyysi voi vahingoittaa pahasti tavanomai- sia, sentrifugoimattomia näytteitä.	Sentrifugoimattomat näytteet alt- tiimpia hemolyysille.	sentrifugoimattomat näyt- teet hemolysoituvat			
5d	Positiivinen korrelaatio havaittiin myös välimatkan sekä K- ja LD-arvo- jen välillä myös sentrifugoimattomien seeruminäytteiden kohdalla (R=0.871, r=0.774), kun kuljetusno- peus oli 4.2 m/s.	Kuljetusnopeus ja -pituus hemo- lysoivat sentrifugoimattomia näytteitä.				
5h	Hemolyysiaste kasvaa, kun näyte (seerumi) hyytyy putkessa ilman gee- liä tapahtuvaa erottelua ja hyytymä pääsee iskeytymään putken seinä- miin kuljetuksen aikana.	Näyte hemolysoituu tärinää ko- koverihyytymälle.				
2a	Parillisten valtimo- ja laskimoverikaa- sunäytteiden ( <i>putkipostilla lähetetyt vs jalan kuljetetut</i> ) erot PO2- ja PCO2-arvoissa eivät olleet tilastolli- sesti merkittäviä. Näyteryhmistä put- kipostilla kuljetettujen PaO2-näyttei- den ( <i>valtimosta otettu näyte</i> ) ryhmän arvot olivat korkeimmat. Ero ei kui- tenkaan ole tilastollisesti merkittävä ja on epätodennäköistä, että tulokset johtaisivat toisenlaisiin hoitotoimenpi- teisiin.	Putkipostikuljetuksesta ei haittaa valtimo- tai laskimo- PO2- tai PCO2-näytteille.  Valtimon PO2-näytteelle ei mer- kittävää haittaa putkipostikulje- tuksesta.	ei vaurioita verikaasu- näytteitä	Putkipostilla lähettäminen ei vaurioita näytteitä		PO2 laski- mosta, PCO2 laskimosta, PO2 valti- mosta, PCO2 valtimosta

5e	<p>Tilastollisesti merkittäviä eroja ei havaittu putkipostitse kuljetettujen näytteiden verenkuvissa, valkosolulaskennassa eikä trombosyyttien aktiivatiosta kertovissa markkereissa, kun niitä verrattiin manuaalisesti kuljetettujen näytteiden vastaaviin arvoihin.</p> <p>Tilastollisesti merkittäviä eroja ei myöskään ollut putkipostitse kuljetettujen näytteiden protrombiini-, APTT- tai fibrinogeenitasoissa verrattuna manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin.</p>	Putkipostikuljetus ei vahingoita hematologisia näytteitä.	ei vaurioita verenkuvanäytteitä			verenkuvaa
8b	Tutkimuksemme osoitti erinomaisen korrelaation useimpien verenkuvaparametrien osalta sekä talassemiaa sairastavien potilaiden, että terveiden henkilöiden näytteiden osalta.	Putkipostilla kuljettaminen ei vaikuta haitallisesti anemiaa sairastavien verenkuvanäytteisiin.				verenkuvaa
8c	Tätä huomiota lukuun ottamatta, muissa valkosoluarvoissa, hemoglobiiniarvoissa sekä trombosyyttien määrässä korrelaationkerroin oli erinomainen, mikä puolsi näytteiden lähettämistä molemmilla kuljetustavoilla ( <i>manuaalinen ja putkiposti</i> ).	Verenkuvanäytteet voidaan lähettää putkipostitse.				verenkuvaa
8d	Kuljettaminen putkipostilla sen nykyisillä asetuksilla ei vaikuta hematologisten näytteiden tuloksiin analysoitavissa näytteitä CELL-DYN Sapphire -analyysaattorilla.	Putkipostilla kuljettamisesta ei haitallisia vaikutuksia verenkuvanäytteisiin.				verenkuvaa

5e	Tilastollisesti merkittäviä eroja ei havaittu putkipostitse kuljetettujen näytteiden verenkuvissa, valkosolulaskennassa eikä trombosyyttien aktiivaatiosta kertovissa markkereissa, kun niitä verrattiin manuaalisesti kuljetettujen näytteiden vastaaviin arvoihin. Tilastollisesti merkittäviä eroja ei myöskään ollut putkipostitse kuljetettujen näytteiden protrombiini-, APTT- tai fibrinogeenitasoissa verrattuna manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin.	Putkipostikuljetus ei vahingoita hyyttymistekijätutkimusnäytteitä.	ei vaurioita hyyttymistekijänäytteitä			protrombiiniaika, APTT, fibrinogeeni
3d	Trombosyyttien määrä ja metabolisten näytteiden pitoisuudet pysyivät vakaina putkipostikuljetuksen jälkeen ja veripankin suositusten rajoissa.	Putkipostikuljetus ei vaikuta haitallisesti trombosyyttien määrään tai metabolisiin analyytteihin.	ei vaurioita trombosyyttivalmisteita			verivalmisteet / trombosyytit
3e	Tutkimuksessamme trombosyyttivalmisteiden putkipostikuljetus ei nostanut hyyttymistä edistävien mikropartikkeleiden määrää, kun puolestaan sekä varastointi että sädetämättömyys nostivat määrää merkittävästi.	Putkipostikuljetus ei lisää mikropartikkeleiden määrää.				verivalmisteet / trombosyytit
3f	Mikäli kuljetuksessa ei tapahdu viivettä, putkipostikuljetus (ainakin oman putkipostimme kohdalla) on mahdollinen trombosyyttivalmisteille. Kuitenkin useat kuljetukset eivät ehkä ole suotavia, sillä se muutti trombosyyttilaukaisuaine TRAP:n toimintaa ja trombosyyttien in vitro tapahtuvaa aggregaatiota.	Trombosyyttivalmisteita voidaan kuljettaa putkipostilla.				verivalmisteet / trombosyytit
5e	Tilastollisesti merkittäviä eroja ei havaittu putkipostitse kuljetettujen näytteiden verenkuvissa, valkosolulas-	Putkipostikuljetus ei lisää trombosyyttien aggregaatiota.	ei vaikuta trombosyyttien aggregaatioon			trombosyyttien aggregaatio

	<p>kennassa eikä trombosyyttien aktiivasiosta kertovissa markkereissa, kun niitä verrattiin manuaalisesti kuljetettujen näytteiden vastaaviin arvoihin.</p> <p>Tilastollisesti merkittäviä eroja ei myöskään ollut putkipostitse kuljetettujen näytteiden protrombiini-, APTT- tai fibrinogeenitasoissa verrattuna manuaalisesti kuljetettuihin näytteisiin.</p>					
6a	Hemolyysiaste putkipostikuljetuksen jälkeen oli alle suositusten mukaisen rajan.	Putkipostikuljetus ei hemolysoi punasoluyksiköitä.	ei vaurioita punasoluyksiköitä			verivalmisteet / sädetetyt punasoluvalmisteet, verivalmisteet / ei-sädetetyt punasoluvalmisteet
6b	Emme löytäneet viitteitä lisääntyneestä hemolyysistä, kun sädetettyjä punasoluyksiköitä kuljetettiin putkipostilla. Hemolyysiparametrit olivat rinnastettavissa/vastaavia ei-sädetettyjen yksiköiden kanssa.	Putkipostikuljetus ei hemolysoi sädetettyjä punasoluyksiköitä.				sädetetyt punasoluvalmisteet
9a	Merkittäviä tilastollisia eroja ei havaittu hemoglobiiniraja-arvoissa. Raja-arvon 8.0 g/dL kohdalla, putkipostitse kuljetettujen näytteiden osalta ehdotettiin punasolujen siirtoa 10 potilaalle, kun manuaalisesti kuljetettujen näytteiden kohdalla sitä ehdotettiin kolmelle. Tämän raja-arvon suhteen kuitenkin tarpeettomien verensiirtojen suhteellinen osuus putkipostilla kuljetetuista näytteistä oli 23,3 %. Pienestä näytemäärästä johtuen ei merkittävää eroa ollut	Putkipostilla kuljettaminen ei merkittävästi alenna leuemiapotilaiden hemoglobiinin määrää ja lisää tarpeettomia verensiirtoja.	ei alenna hemoglobiinipitoisuutta			verivalmisteet / punasolut

	(p=0.085). Myös muiden hemoglobiiniarvojen kohdalla putkipostilla kuljetettujen näytteiden perusteella suositeltiin useita punasolusiirtoa, mutta merkittävää eroa ei ollut ryhmien ( <i>manuaalisesti kuljetetut, putkipostilla kuljetetut näytteet</i> ) välillä. ( <i>leukemiapotilaat</i> )					
1f	Tuloksemme eivät viitanneet merkittäviin eroihin näytteiden hemolyytisyysasteissa tai biokemiallisten analyttien pitoisuuksissa, kun vertailtiin manuaalisesti kuljetettuja ja putkipostitse kuljetettuja näytteitä. (putkipostikapselissa käytetty pehmustetta)	Kun putkipostikapselissa käytettiin pehmustetta, eivät näytteet hemolysoituneet eivätkä niiden analyttien pitoisuudet nousseet.	ei nosta biokemiallisten analyttien pitoisuuksia			K, LD, alaniini-aminotransferaasi (ALAT), aspartaati-aminotransferaasi (ASAT), bilirubiini (kokonais, sisältäen konjugoimattoman ja konjugoituneen bilirubiinin), kreatiniini, urea typpi, natrium, glukoosi verivalmisteet / glukoosi, LD
3b	Varastointi, mutta ei putkipostilla lähettäminen tai sädettämättömyys, vaikutti (trombosyytti) yksiköiden glukoosi- ja laktaattipitoisuuksiin, mutta pH pysyi vakaana läpi kokeen. Varastointi, mutta ei putkipostilla lähettäminen, vaikutti trombosyyttien toimintaan ( <i>yksittäiset kuljetukset</i> ).	Putkipostikuljetus ei nosta trombosyyttiyksiköiden glukoosi- tai laktaattipitoisuuksia eikä pH:ta.				
3d	Trombosyyttien määrä ja metabolisten näytteiden pitoisuudet pysyivät vakaina putkipostikuljetuksen jälkeen ja veripankin suositusten rajoissa.	Putkipostikuljetus ei vaikuta haitallisesti trombosyyttien määrään tai metabolisiin analytteihin.				glukoosi, LD, pH

3b	Varastointi, mutta ei putkipostilla lähettäminen tai sädetämättömyys, vaikutti (trombosyytti) yksiköiden glukoosi- ja laktaattipitoisuuksiin, mutta pH pysyi vakaana läpi kokeen. Varastointi, mutta ei putkipostilla lähettäminen, vaikutti trombosyyttien toimintaan ( <i>yksittäiset kuljetukset</i> ).	Sädetämättömyys ei nosta trombosyyttiyksiköiden glukoosi- tai laktaattipitoisuuksia eikä pH:ta.	verivalmisteiden sädetämättömyys			verivalmisteet / trombosyytit, glukoosi, LD, pH
----	--	---	----------------------------------	--	--	---