

Kati Takalo

**POTILASTURVALLISUUDEN VARMISTAMINEN TEHO-OSASTOLLA
TOTEUTETTAVAN ECMO-HOIDON AIKANA**

**POTILASTURVALLISUUDEN VARMISTAMINEN TEHO-OSASTOLLA
TOTEUTETTAVAN ECMO-HOIDON AIKANA**

Kati Takalo
Opinnäytetyö
Syksy 2021
Master: Sosiaali- ja terveysalan
kehittäminen ja johtaminen
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Koulutusohjelma: Sairaanhoitaja (YAMK), Sosiaali- ja terveysalan kehittäminen ja johtaminen

Tekijä: Kati Takalo

Opinnäytetyön nimi: Potilasturvallisuuden varmistaminen teho-osastolla toteutettavan ECMO-hoidon aikana

Työn ohjaajat: Markus Karttunen ja Kirsi Koivunen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2021

Sivumäärä: 70+1

Opinnäytetyön idea kehittyi ajatuksesta parantaa ECMO-koulutettujen tehosairaanhoitajien tietoisuutta ja ongelmaratkaisukykyä hoitaessaan potilaita, jotka tarvitsevat erilaisista syistä johtuen kehon ulkoista happeuttamishoitoa eli ECMO-laitteella toteutettavaa hoitoa. Suomenkielistä aineistoa on hyvin vähän saatavilla ja ECMO kuuluu erittäin vaativiin hoitomuotoihin, sillä hoitomuodossa potilaan veri kiertää suurella virtauksella potilaan kehon ulkopuolella. Mahdolliseen ongelmaan on osattava heti reagoida, sillä pienikin tauko hoidossa saattaa koitua potilaan henkeä uhkaavaksi. Sairaanhoitaja on ECMO-laitteella hoidettavan potilaan läheisyydessä koko ajan, joten hänen on myös osattava reagoida ongelmatilanteisiin nopeasti. Koulutukset simulaatioineen auttavat ammattitaidon ylläpitämisessä, mutta myös tarkistuslistoista ja menetelmäkaavioista on apua, sillä ne osaltaan auttavat ennaltaehkäisemään tulevia ongelmatilanteita.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tunnistaa ratkaisuvaihtoehtoja ECMO-laitteeseen liittyviin yleisimpiin ongelmiin hoitotyön näkökulma huomioiden ja kehittää menetelmäkaavio helpottamaan ECMO-koulutetun sairaanhoitajan päätöksentekoprosessia. Integratiivisessa kirjallisuuskatsauksessa käytettiin Ebsco, Pubmed ja Medic-tietokantoja. Aineisto rajattiin koskemaan vain aikuisia ja tutkimusten tai kirjallisuuden tuli olla länsimaalaista mahdollisimman hyvän käytettävyyden vuoksi. Aineistolähtöisen sisällönanalyysin avulla ongelmat luokiteltiin pääluokkiin, joita ovat ECMO-laitteeseen, kanyyleihin ja ECMO-kiertoon liittyvät haasteet, antikoagulaatioon liittyvät haasteet, ECMO:n vaikutus lääkehoitoon, kuntouttamiseen ja perushoittoon liittyvät haasteet sekä hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet. Ratkaisuvaihtoehtoja näihin etsittiin samaa aineistoa hyödyntäen.

Kehittämisosiossa löydetyt ongelmat ja ratkaisut koottiin taulukoksi. Taulukkoa voidaan helposti muokata teho-osaston tarpeita ja protokollia vastaavaksi kokonaisuudeksi. Implementointiosuudessa on tärkeää ottaa mukaan kehitystyöhön taulukon käyttäjät eli ECMO-hoitoa toteuttavat sairaanhoitajat. Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää ohjeistusten laatimisen lisäksi myös koulutuksissa.

Asiasanat: Kehonulkoisen veren happeuttaminen, tehohoitotyö, hoitotyö, tehohoito, potilasturvallisuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Master's Degree Program in Development and Management of Health and Social Care

Author: Kati Takalo

Title of thesis: Ensuring Patient Safety During ECMO Support in the Intensive Care Unit

Supervisors: Markus Karttunen and Kirsi Koivunen

Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2021 Number of pages: 70+1

The idea of the thesis developed from the thought of improving the awareness and problem-solving ability of ECMO-trained intensive care nurses when treating patients who, for various reasons, need extracorporeal membrane oxygenation support. Very little data is available in Finnish and ECMO is one of the most demanding therapies available, as the patient's blood circulates with a high flow outside the patient's body. It is necessary to be able to react immediately to a possible problem, as even a small break in treatment can endanger the patient's life. The nurse is in the vicinity of the patient being treated with the ECMO device at all times, it is necessary to be able to react quickly to problem situations. Training with simulations helps to maintain professional skills, but checklists and method diagrams are also helpful, as they help to prevent future problem situations.

The aim of the thesis was to identify solution options for the most common problems related to the ECMO device from a nursing perspective and to develop a method diagram to facilitate the decision-making process of an ECMO-trained nurse. Ebsco, Pubmed, and Medic databases were used in the integrative review. The material was restricted to adults only and the studies or literature had to be Western for the best possible usability. Using content analysis, the problems were classified into main categories, which were challenges related to the ECMO device, cannulas and the ECMO circuit, anticoagulation challenges, challenges related to medication, rehabilitation and primary care, and challenges to the professional skills of the caregiver. Alternatives to these were sought using the same data.

The problems and solutions found in the development section were compiled into a table. The table can be easily modified to meet the needs and protocol of the intensive care units. In the implantation part, it is important to involve the users of the table in the development work. In addition to preparing guidelines, the thesis can also be used in education.

Keywords:

Extracorporeal Membrane Oxygenation, Critical Care Nursing, Nursing, Intensive Care, Patient Safety

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	ECMO-HOITO KRIITTISESTI SAIRAAAN POTILAAN HOITOTYÖSSÄ	8
2.1	Kriittisesti sairas potilas ja tehohoitotyö.....	8
2.2	Sairaalateknologian hyödyntäminen ja potilasturvallisuuden huomioiminen tehohoitotyössä.....	10
2.3	ECMO-hoidon toimintaperiaate, erityispiirteet ja vaatimukset	12
2.3.1	Venoarteriaalinen eli VA-ECMO sydän- ja verenkiertovajauksen hoidossa	14
2.3.2	Venovennoosinen eli VV-ECMO hengitysvajauksen hoidossa	14
2.3.3	ECMO-hoitoa tarvitsevan potilaan hoito teho-osastolla	15
2.3.4	Ohjeistukset ja simulaatioharjoittelu potilasturvallisuuden edistäjänä	17
3	OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET	20
4	OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN	21
4.1	Tutkimusvaihe	21
4.1.1	Kirjallisuuskatsaus	22
4.1.2	Aineiston hakuprosessin kuvaus.....	23
4.1.3	Aineiston analysointi	29
4.2	Kehittämisvaihe – tutkimustulosten hyödyntäminen tehohoitotyössä.....	32
5	OPINNÄYTETYÖN TULOKSET	34
5.1	Tutkimusvaiheen tulokset.....	34
5.1.1	ECMO-hoitoon liittyvät haasteet	34
5.1.2	Ratkaisuja ECMO-hoidon haasteisiin	39
5.2	Kehittämisvaiheen tulokset	51
5.2.1	Toimintaohjeet sairaanhoitajien kokemuksiin ECMO-hoidon haasteisiin	51
6	POHDINTA.....	59
6.1	Opinnäytetyön luotettavuuden tarkastelu	59
6.2	Opinnäytetyön eettisyyden tarkastelu	61
6.3	Tulosten pohdinta.....	62
	LÄHTEET.....	65
	LIITTEET	71

1 JOHDANTO

Opinnäytetyöni käsittelee potilasturvallisuuden varmistamista teho-osastolla toteutettavan ECMO-hoidon aikana. Olen töissä Oulun yliopistollisen sairaalan teho-osastolla, jossa aloitettiin ECMO-hoidot vuonna 2012 ja olen toiminut alusta asti yhtenä ECMO-koulutuksen saaneista sairaanhoitajista. Idea opinnäytetyöstä pohjautuu pitkälti omiin kokemuksiini, sillä olisin alkuvaiheessa kaivannut yleisluonteista katsausta ECMO-hoitoon liittyvistä haasteista nimenomaan hoitotyön näkökulmasta. Suurimpana mielenkiinnon aiheena oli se, mitä sairaanhoitajan tulisi tietää ja mihin tulisi varautua, jotta hoidon toteuttaminen olisi mahdollisimman turvallista potilaalle.

ECMO-hoitoja toteutetaan myös Suomessa enenevässä määrin ja ECMO on mainittu säännöllisesti mediassa esimerkiksi COVID19-pandemian aikana. Ainakin neljä koronavirusinfektion saanutta potilasta on tähän mennessä päätenyt ECMO-hoitoon Helsingin alueella. ECMO-hoito nähdään usein viimeisenä mahdollisena hoitokeinona, kun tavanomaiset keinot eivät enää riitä vaikean verenkiertovajauksen ja/tai hengitysvajauksen hoidossa. Hoitomuotona ECMO on erittäin kajoavaa, riskialtista ja hoitoa tarvitsevat potilaat ovat kriittisesti hyvin sairaita. ECMO-hoitoa ei aloiteta iäkkäille, monisairaille tai parantumattomasti sairaille potilaille. Hoitotulokset ovat parantuneet tehohoidon ja potilaiden varhaisen tunnistamisen ansiosta, joten ECMO-hoito voidaan harkita kriittisesti sairaan potilaan hoidossa yhä enenevässä määrin. (Stark & Lemström 2021.) ECMO:sta puhuttaessa on kuitenkin huomioitava, että se on tukihoido, ei siis varsinainen hoitomuoto. ECMO toimii ainoastaan siltahoitona elimistön toipumiseen tai muuhun ratkaisuun esimerkiksi elinsiirtoon. (Vuylsteke, Brodie, Combes, Fowles & Peek 2018, 1, 158.)

ECMO-hoitoa toteutetaan sydänkirurgiassa käytettävästä sydänkeuhkokoneesta kehitetyllä laitteistolla. ECMO tulee sanoista extracorporeal membrane oxygenation viitaten kehonulkoiseen happeuttamiseen. Hoidossa potilaan vähähappinen laskimoveri happeutetaan kehon ulkopuolisella laitteistolla poistaen siitä samalla hiilidioksidia. ECMO-hoidon aikana veri on kontaktissa vieraan materiaalin kanssa aktivoiden sekä potilaan hyytymisjärjestelmän että tulehdusreaktion. Hoidon onnistuminen edellyttää jatkuvaa antikoagulaatiolääkitystä, joka toteutetaan hepariini-infusiona. Riittävä valmius ECMO-hoitoa tarvitsevien potilaiden hoitamiseen löytyy kaikista maamme yliopistollisista sairaaloista. Hoidon aikana saatetaan tarvita kahden hoitajan ja yhden lääkärin

työpanosta, mikäli potilas on hyvin labiili, mutta voinnin vakiinnuttua ylimääräistä henkilökuntaa ei välttämättä vaadita. (Mildh, Lemström, Jokinen, Raivio, Suojaranta-Ylinen, Hämäläinen 2011.)

ECMO on kallis hoitomuoto ja vaatii henkilökunnan erityisosaamista. Tämä edellyttää hoitoprotokollien ja ohjeistuksien säännöllistä päivittämistä ja niiden tulisi olla helposti saatavilla. (Vuylsteke ym 2018, 23.) Ajantasaiset ja selkeät ohjeet parantavat potilasturvallisuutta ja esihenkilöiden vastuulla on huolehtia lääkintälaitteiden riittävän perehdytyksen järjestämisestä (Suomen Potilasturvallisuus ry 2015). Simulaatioharjoitukset ja protokollat ovat tärkeässä roolissa ongelmatilanteista selviytymisessä. Niiden avulla ECMO-laitteella hoidettavan potilaan turvallisuus paranee sekä hoitoon osallistuva henkilökunta saa varmuutta toimimiseen sekä vahvistavat omia taitojaan. (Brum, Rajani, Geland, Morgan, Raguseelan, Butt, Nemes, Auzinger & Broughton 2015; Fedelyne, Sunyoung & Holt 2019.) Näiden suunnittelun tueksi kuitenkin vaaditaan tietämystä, millaisia ongelmatilanteita ja haasteita saattaa hoitaja kohdata omassa työssään toteuttaessaan ECMO-hoitoa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata integratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla kriittisesti tai vaikeasti sairaan potilaan ECMO-hoidon toteuttamisen aikaisia haasteita ja ongelmia teho-osastolla. Tavoitteena on tunnistaa ratkaisuvaihtoehtoja ECMO-laitteeseen liittyviin yleisimpiin ongelmiin hoitotyön näkökulma huomioiden ja kehittää menetelmäkaavio helpottamaan ECMO-koulutetun sairaanhoitajan päätöksentekoprosessia.

2 ECMO-HOITO KRIITTISESTI SAIRAAAN POTILAAN HOITOTYÖSSÄ

2.1 Kriittisesti sairas potilas ja tehohoito

Ihmisen hengissä pysymisen kannalta välttämättömiä elintoimintoja kutsutaan perus- eli vitaalielintoiminnoiksi. Näihin kuuluvat tajunta, hengitys ja verenkierto. Mikäli peruselintoimintojen häiriöt jätetään hoitamatta, johtavat ne vaikeutessaan jopa elottomuuteen sekä potilaan menehtymiseen. Tämän vuoksi potilaalle välttämättömien elintoimintojen tukihoido on aloitettava viiveettä jo ennen diagnoosin varmistumista. Peruselintoimintoja tulisi arvioida järjestelmällisesti ja toistetusti. Kriittisesti sairastunut potilas on usein tunnistettavissa tarkkojen esitietojen ja potilaan tutkimisen perusteella. Monitorointi ja laboratoriotutkimukset tarkentavat kriittisen sairauden syytä sekä vaikeusastetta, joka näkyy sairauden perussyystä riippumatta lisääntyneenä hengitystyönä, verenkiertovajauksena, tajunnan tason laskuna tai virtsanerityksen vähenemisenä. (Metsävainio, Junttila 2016, 17.)

Potilaan tilapäisen, henkeä uhkaavan tilanteen hoitaminen on yksi teho-osaston toimintaperiaatteista. Kriittisesti sairaiden potilaiden hoito vaatii nykyaikaista teknologiaa ja riittävästi henkilökuntaa. Ensimmäiset teho-osastot perustettiin Suomeen 1960-luvun alkupuolella ja lisääntyvä avosydänkirurgia kehitti suomalaista tehohoitoa huomattavasti. 2000-luvun alkupuolella perustettiin tehostetun valvonnan osastoja helpottamaan potilaiden siirtymistä tehohoidon parista vuodeosastolle ja useissa sairaaloissa on kehitetty toimintatapoja kriittisesti sairaan potilaan tunnistamiseksi mahdollistaen varhaisen tehohoidon aloittamisen. Väestön ikääntyminen ja lääketieteellisten hoitomuotojen kehittyminen lisäävät tehohoitopaikkojen ja tehovalvontapaikkojen tarvetta myös tulevaisuudessa. (Ruokonen 2014, 14-15.)

Suomessa on noin 40 tehohoito- ja tehovalvontaosastoa, joissa hoidetaan vuositasolla noin 28 000 potilasta. Potilaiden hoitoaika teho-osastolla on keskimäärin 3,4 vuorokautta ja noin kolmasosa potilaista tulee tehohoitoon suuren, ennalta suunnitellun elektiivisen leikkauksen jälkeen. Teho-osaston toiminta vaatii eri erikoisalojen edustajien kanssa tehtyä moniammatillista yhteistyötä, vaikka tehohoidon aloittamisesta, toteuttamisesta ja päättämisestä vastaakin yleensä yksi tai useampi tehohoitolääkäri. (Ruokonen 2014, 15.)

Potilaan vakava sairastuminen tai loukkaantuminen on yleisin syy joutua tehohoitoon. Tehohoitoon päätyvillä potilailla on usein ohimenevä, henkeä uhkaava tila eivätkä heitä kykenisi muut valvonta- tai vuodeosastot hoitamaan. Hoidon tavoitteena on turvata potilaan vitaalielintoiminnot sekä ennaltaehkäistä lisävaurioiden kehittyminen. Suomalainen tehohoito on tehokasta ja tehopotilaiden sairaalakuolleisuus on 18,4%. Potilaiden ikä vaikuttaa tehohoidon intensiteettiin sekä keston. Kaikki Suomen yliopistolliset- sekä keskussairaalat pystyvät tarjoamaan tehohoitoa, mutta erityispotilasryhmien tehohoito on keskitetty, eli esimerkiksi palovammapotilaat hoidetaan suurimmaksi osaksi Helsingissä. (Vahtera 2016, 161.) Tehohoidon luonteeseen kuuluu monialainen ja vaativa lääketieteellinen osaaminen, joten eri erikoisalojen tulee olla ympärivuorokautisessa valmiudessa vastaamaan teho-osaston konsultaatiopyyntöihin ja tarpeisiin. Teho-osastolla saatetaan usein hoitaa harvoin esiintyviä sairauksia, joiden yhteydessä tarvitaan erityishoitoja ja -laitteita. Osaston toiminnasta vastaavan lääkärin täytyy olla päätoiminen ja tehohoitoon erikoistunut. Koska tehohoidossa hoidetaan kriittisesti sairaita potilaita, täytyy osastolla työskentelevän tehohoitoon perehtyneen lääkärin olla läsnä ja saavutettavissa myös päivystysaikana. (Ruokonen 2014, 16.)

Tehohoito perustuu potilaan peruselintoimintojen jatkuvaan seurantaan, jolloin potilaan voinnissa tapahtuvat muutokset havaitaan nopeasti ja tarvittavat tukihoidot voidaan aloittaa viipymättä. Potilaan perusmonitorointiin kuuluvat pulssioksimetria, EKG-seuranta ja invasiivinen verenpaineen mittaus, jota varten potilaalle laitetaan arteriakanyyli. Lisäksi potilaiden neurologista statusta tarkkaillaan säännöllisesti. Tehohoitoon päätyvillä potilailla on vähintään yksi perifeerinen kanyyli sekä tarvittaessa myös sentraalinen kanyyli mahdollisia lääke- ja ravitsemusliuoksia varten. (Vahtera 2016, 163.)

Jokaisella suomalaisella teho-osastolla on käytössä kliininen tietojärjestelmä, jonka avulla voidaan kerätä tietoa potilaiden sairauden vaikeusasteesta, hoidon toteuttamisesta sekä lopputuloksesta. Teho-osastoilla seurataan myös tehohoidon saatavuutta, hoidon pitkittymistä, uusintahoitajaksojen määrää, tehohoidon rajoittamista sekä hoidosta luopumista. Tehohoitoon kuuluu olennaisena osana eri mittaus- ja luokitusjärjestelmien käyttäminen. Sairauden vaikeusasteen mittaamiseen käytetään SAPS II-pisteytysjärjestelmää (Simplified Acute Physiology Score) ja SOFA-pisteytyksellä (Sequential Organ Failure Assessment) mitataan tehohoidon aikaista elintoimintahäiriöiden vaikeusastetta. Hoidon intensiteettiä mitataan TISS-pisteytyksellä (Therapeutic Intervention Scoring System) ja potilaan hoitoisuutta puolestaan NAS-pisteytyksellä

(Nursing Activity Score). Viimeksi mainittua voidaan käyttää myös hoitotyön resursoinnin arvioimiseen. (Korhonen 2014, 17.)

Tehohoito saattaa toisinaan olla erittäin kajoavaa, kivuliasta ja raskasta hoitoa, jossa syrjäytetään potilaan omat puolustusmekanismit altistaen potilas infektioille ja muille komplikaatioille. Esimerkiksi vaikean sairauden vuoksi pitkittynyt tehoahoito voi merkittävästi kuluttaa potilaan lihasmassaa huonontaan potilaan paranemismahdollisuuksia sekä hidastaen toipumista. Tehohoitoa harkittaessa on arvioitava, kuinka suurella todennäköisyydellä potilas hyötyy tehohoidossa ja kykeneekö hän mahdollisesti enää saavuttamaan sairautta tai vammautumista edeltävää elämänlaatua. (Varpula & Lund 2014, 943.) On myös huomioitava, että tehoahoitoon liittyy kasvanut sairaalainfektioiden riski. Yhteiskunnan sekä potilaan kannalta on eettistä ottaa tehostettuun hoitoon vain tilapäisessä hengenvaarassa olevat potilaat. Tehohoitoa ei saa käyttää elämän säilyttämiseen eivätkä toivottomasti sairaat potilaat kuulu teho-osastolle. Jos tehohoidosta luopumista harkitaan kriittisesti sairaan potilaan kohdalla, edellyttää se vahvaa osaamista ja avointa päätöksentekoprosessia. Joskus tehoahoito voi muuttua palliatiiviseksi hoidoksi ja lopulta jopa saattohoidon suuntaan, mikäli se on potilaan kannalta parasta. (Nuutinen 2014, 58.)

Henkeä tai terveyttä uhkaavissa tilanteissa velvoittaa laki potilaan asemasta ja oikeuksista tarjoamaan hoitoa, vaikka potilaan omaa tahtoa ei tajuttomuuden tai muun syyn vuoksi tiedetä. Joskus tehohoidon tarve saattaa tilapäisesti ylittää käytössä olevan tehoahoitokapasiteetin, jolloin hoitoa täytyy priorisoida tarjoten sitä potilaille, jotka todennäköisimmin siitä hyötyvät. (Nuutinen 2014, 59.) Suomalainen tehoahoito on laadukasta ja tehoahoitokuolleisuus on noin 6%, mikä on hyvä saavutus kansainvälisellä tasolla (Varpula & Lund 2014, 944).

2.2 Sairaalateknologian hyödyntäminen ja potilasturvallisuuden huomioiminen tehoahoitotyössä

Teho-osastolla hoidetaan kriittisesti sairaita potilaita erilaisten teknisten laitteiden avulla. Monet teho-osaston potilaat ovat tiedostamattomassa tilassa ja he ovat täysin teho-osaston henkilökunnan varassa. Ruotsissa tehdyn tutkimuksen mukaan teknologia on tehohoidon henkilökunnan mielestä ratkaisevaa potilaiden hyvinvoinnin kannalta, ja he kokevat sen tarpeellisenä jokapäiväisessä työssään. Uusi teknologia ohjaa päätöksentekoa ja potilaan saamaa hoitoa. Teknologia nähdään yhtenä apukeinona mahdollisten ongelmien ehkäisyssä, sillä

esimerkiksi teho-osastolla kaikki potilaat ovat kytkettyinä valvontamonitoreihin. Teknologian myötä potilaan saama hoito on turvallisempaa ja sen on nähty keventävän hoitajien kokemaa työkuormitusta. Teknologia ei ole kuitenkaan täysin luotettavaa ja esimerkiksi uuden laitteen omaksuminen saattaa olla haastavaa. Teho-osastolla tarvitaan runsaasti erilaista teknologiaa mitä henkilökunnan tulisi hallita, jotta kriittisesti sairaat potilaat saisivat mahdollisimman hyvää hoitoa. (Wikström, Cederborg & Johansson 2007.)

Syylittäminen ei kuulu potilasturvallisuuden edistämiseen. Havaittuja virheitä pitää pystyä käsittelemään avoimesti ja tarvittavat muutokset toimintatavoissa täytyy toteuttaa pikaisesti. Jokaisella toimintayksiköllä täytyy olla laadittu suunnitelma laadunhallinnasta ja potilasturvallisuuden huomioimisesta terveydenhuoltolain vaatimusten mukaisesti. Sekä toimintayksikön johto että myös jokainen työntekijä ovat vastuussa tämän toteutumisesta. Työympäristön ja organisaatorakenteiden täytyy mahdollistaa turvallinen toimintakulttuuri. Jokapäiväiseen työhön tulisi kuulua vaaratapahtumien ja poikkeamien raportointi analyysineen sekä tarkistuslistojen käyttö. Potilasturvallisuuden parantamiseen voidaan vaikuttaa myös suunnitelmallisella henkilökunnan perehdyttämisellä. Terveydenhuollossa käytettävillä laitteilla tulee olla määritelty vastuuhenkilö ja käyttökoulutukset täytyy dokumentoida asianmukaisesti. Potilaan, käyttäjän tai muun henkilön terveyden vaarantumiseen johtavista vaaratapahtumista on ilmoitettava Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirastolle (Valvira) ja valmistajalle tai laitteen maahantuojalle ja edustajalle. (Tohmo, Kuosa & Erkola 2014, 31.)

Jokaisen terveydenhuoltoalalla työskentelevän täytyy kyetä ylläpitämään ja kehittämään omaa ammattitaitoaan. Tutkimustieto päivittyy ja uusiutuu koko ajan, joten esimerkiksi oman alan lehtien seuraaminen ja koulutuspäiviin osallistuminen ovat tärkeitä oman ammattitaidon kehittymisen kannalta. Pelkästään omien tai kollegoiden mielipiteisiin perustuvat päätökset tai vanhentuneeseen tietoon pohjautuvat rutiinit päätöksenteon pohjalla kertovat työntekijän ammattitaidosta. Potilaan täytyy luottaa siihen, että hänen hoitoonsa liittyvät päätökset tehdään kansallisten, näyttöön perustuvien suositusten mukaisesti. Mahdollisesti poikkeavat toimintatavat täytyy perustella hänelle asianmukaisesti. Ilman perusteluja hoidon tasa-arvoisuus heikentyy ja hoidon laatuun sekä turvallisuuteen liittyvät riskit lisääntyvät. Potilaan on luotettava siihen, että työntekijän ammatillinen osaaminen on ajan tasalla. Työntekijän vastuulla on tunnistaa tilanteet, joissa hoitosuosituksia tulee noudattaa sekä milloin niistä voidaan poiketa vaarantamatta potilasturvallisuutta. (Korhonen, Jylhä, Korhonen & Holopainen 2018, 27-29, 65, 127.)

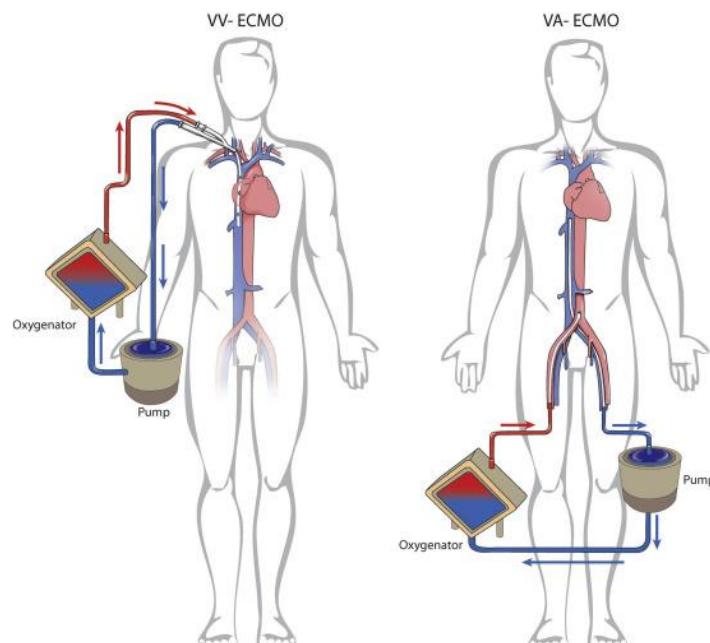
Mahdollisimman hyvä potilasturvallisuuden varmistamiseksi työyksikön toimintatavat- ja prosessit täytyy kehittää lähes riskittömiksi. Tähän tavoitteeseen päästään kuvaamalla hoidon turvallisuuteen vaikuttavat työvaiheet tunnistuen mahdolliset vaaratekijät sekä puuttamalla niihin. Mahdollisiin riskitekijöihin kuuluvat ohjeistuksen epäselvyys ja vaikeasti saatavilla olevat toimintaohjeet tai niiden puuttuminen kokonaan. Myös vanhentuneet ohjeet tai niiden eri versiot aiheuttavat vaaratilanteita sekä epäyhtenäiset tai liian usein vaihtuvat toimintatavat. Lääkinnällisistä laitteista on apua potilaiden hoidossa mutta täysin riskittömiä ne eivät ole. Puutteellinen perehdytys, koulutus, osaaminen, ohjeistus sekä laiteiden toimintahäiriöt ja viat aiheuttavat laitteisiin, tarvikkeisiin tai järjestelmiin kohdistuvia vaaratekijöitä. Terveystieteiden käytössä olevilla lääkintälaitteilla on useita eri käyttäjiä, jotka käyttävät niitä vaihtelevan koulutuksen ja kokemuksen pohjalta. Koska laitteiden toimimattomuus ja käyttäjästä johtuvat ongelmat voivat aiheuttaa vaaraa potilaille, esihenkilöiden täytyy huolehtia lääkintälaitteiden käyttöohjeiden saatavuus sekä riittävä perehdytys laitteiden käyttämiseen. (Suomen potilasturvallisuus ry 2015.)

2.3 ECMO-hoidon toimintaperiaate, erityispiirteet ja vaatimukset

ECMO-hoitoa toteutetaan sydänkirurgiassa käytettävästä sydänkeuhkokoneesta kehitetyllä laitteella ja sitä käytetään kriittisesti sairaan potilaan hengitys- ja/tai verenkiertovajauksen tukihoidona. ECMO:lla tarkoitetaan kehonulkoista happeuttamista ja lyhenne on sanoista extracorporeal membrane oxygenation. ECMO-hoidon aikana kehonulkoisen pumpun avulla vähähappinen laskimoveri johdetaan laitteeseen joka keuhkojen tapaan happeuttaa verta poistaen samalla hiilidioksidia. Tämän seurauksena potilaan verankiertoon palautetaan ECMO-laitteella hyvin happeutunut veri. ECMO-hoidon aikana potilaan veri on kosketuksissa vieraan materiaalin kanssa aktivoiden samalla potilaan oman hyytymisjärjestelmän ja tulehdusreaktion. Hoidon onnistumisen vuoksi potilaat tarvitsevat jatkuvan hepariini-infuusion antikoagulaatiolääkityksenä. ECMO-hoitoja voidaan toteuttaa kaikissa Suomen yliopistollisissa sairaaloissa. Vakiintumattomassa tilanteessa saatetaan tarvita potilaan hoitamiseen enemmän henkilökuntaa eli usein kaksi sairaanhoitajaa ja yksi lääkäri. Hoitoon osallistuvilla tulisi olla kokemusta ECMO-hoitojen toteuttamisesta. Potilaan tilan vakiinnuttua hoito ei välttämättä vaadi ylimääräistä henkilökuntaa. (Mildh, Lemström, Jokinen, Raivio, Suojaranta-Ylinen & Hämmäinen 2011.)

ECMO-hoito altistaa komplikaatioille ja näitä ovat muun muassa hepariinihoitoon liittyvä verenvuoto ja hyytymisjärjestelmän aktivoitumiseen liittyvät tromboemboliset komplikaatiot. Kehonulkoisen mekaanisen pumppu saattaa aiheuttaa punasolujen hemolyysia eli hajoamista sekä alaraajan valtimossa oleva kanyyli lisää riskiä lihasaitiosyndroomalle ja rhabdomyolysille. Alaraajan verenkiertoon vaikuttavia riskejä saadaan pienennettyä asettamalla distaaliseen valtimoon erillinen lisäkanyyli, jonka avulla pystytään varmistamaan kanyloidun alaraajan riittävä verenkierto. Verenvuotokomplikaatioita esiintyy 7-34%:lla ja tromboembolisia komplikaatioita 8-17%:lla ECMO-hoitoa saavista potilaista. Neurologisista komplikaatioista tavallisimpia ovat kallonsisäiset vuodot (1-11%), kouristukset (2-10%) sekä aivoinfarkti (1-8%). ECMO-hoitoon liittyy myös kohonnut infektioriski. Potilaiden alkuvaiheen vaatima syvä sedaatiotarve altistaa tehohoitoneuropatialle ja -myopatialle josta toipumisaika on useita viikkoja tai jopa kuukausia. (Mildh ym. 2011.)

ECMO-hoidossa palautettu veri voidaan palauttaa takaisin laskimopuolelle, jolloin kyseessä on venovenoosinen- eli VV-ECMO, tai valtimopuolelle, jolloin kyseessä on venoarteriaalisesta- eli VA-ECMO (Mildh ym. 2011).



KUVA 1. VA-ECMO:n ja VV-ECMO:n periaate (Squiers, Lima & DiMaio 2016)

2.3.1 Venoarteriaalinen eli VA-ECMO sydän- ja verenkiertovajauksen hoidossa

VA-ECMO-hoitoa käytetään sydän- ja verenkiertovajauksen hoidossa, mikäli kudosten hapen niukkuus johtuu riittämättömästä kudospesuudesta. Tähän saattaa liittyä myös hengitysvajaus. Yleisimmät syyt VA-ECMO-hoidon aloitukseen ovat akuutti sydäninfarkti, myokardiitti eli sydänlihastulehdus, lääkemyrkytykset, hypotermia tai hankalan rytmihäiriön aiheuttama kardiogeeninen sokki. Ajoittain sydänkeuhkokoneesta irrottautuminen voi vaatia lyhyttä ECMO-hoitoa sekä nykyään VA-ECMO-hoitoa käytetään enenevässä määrin myös vaikean elvytyksen yhteydessä. Muita syitä ECMO-hoidolle ovat myös keuhkoembolia, sepsikseen liittyvä kardiomyopatia sekä pulmonaalihypertensio. VA-ECMO-hoitoa käytetään myös siltahoitona sydämensiirtoon. (Alastalo, Gröhn, Murtopera & Rinta-Rasula 2017, 115; Le Gall, Follin, Cholley, Mantz, Aissaoui & Pirracchio 2018.)

Hoidon tavoitteena on vähentää sydämen vasemman kammion sekä iskeemisen ja vaurioituneen sydänlihaksen työmäärää parantaen samalla kudospesuusta sekä estäen monielinvaurioiden kehittymistä. Hoidossa laskimoveri johdetaan isosta laskimosta, yleensä alaonttolaskimosta, ja palautetaan suureen valtimeen esimerkiksi reisivaltimeen. Hoidossa ohitetaan potilaan sydän ja keuhkot eli ECMO-laitteisto toimii potilaan oman verenkierron tukena. Valtimekanyyli eli arteriakanyyli ja SpO₂-mittari tulee aina asettaa potilaan oikeaan yläraajaan, jolloin saadaan seurattua ylävartalon verenkiertoa tilanteissa, joissa ECMO:n arteriaalinen eli ottolinja on kanyloitu nivusvaltimon kautta. Hoitoaika on yleensä muutamasta päivästä muutama viikkoon riippuen siitä, miten nopeasti potilaan oma elimistö alkaa toipumaan. (Mildh ym. 2011; Alastalo ym. 2017, 115.)

2.3.2 Venovennoosinen eli VV-ECMO hengitysvajauksen hoidossa

VV-ECMO-hoitoon saatetaan turvautua vakavan hengitysvajauksen hoidossa, mikäli kudosten riittämätön hapensaanti johtuu veren alhaisesta happipitoisuudesta. (Mildh ym. 2011). Yleisimmin tukihoido aloitetaan, mikäli syynä on keuhkojen vajaatoiminta, vaikea ARDS tai vaikea ventilaatiiovajaus ja muut tavanomaisemmat hoitokeinot ovat todettu riittämättömiksi. Hoidon tavoitteena on turvata kaasujen vaihto, vähentää hengityslaitteiden tarvetta sekä vähentää hengityslaitteiden aiheuttaman keuhkovaurion riskiä asettamalla keuhkot lepoon. VV-ECMO-hoidossa laskimoveri johdetaan laitteeseen isosta laskimosta, oikeasta eteisestä tai sen

läheisyydestä. Veri kulkeutuu kalvohapettimen kautta, jonka jälkeen happeutunut veri palautetaan isoon laskimoon, oikeaan eteiseen tai sen läheisyyteen. VV-ECMO-hoito eroaa siis VA-ECMO-hoidosta veren palautuksen suhteen eli VV-ECMO:ssa veri palautetaan takaisin laskimopuolelle. Kalvohapettimen kautta kiertänyt happeutettu veri sekoittuu muun laskimoveren kanssa samalla nostaten elimistön happipitoisuutta ja laskien oikean eteisen hiilidioksidipitoisuutta. VV-ECMO-hoidossa potilaan oma sydän ylläpitää verenkiertoa ja hoidossa käytetään läpimitaltaan isokokoisia kanyyleja mahdollistamaan suuri verivirtaus. Valtimoveren happi- ja hiilidioksidipitoisuudet riippuvat sekä kalvohapettimen että potilaan omasta keuhkojen toiminnasta. (Alastalo ym. 2017, 114.) VV-ECMO-hoidon aikana osa potilaista voidaan myös herättää ja extuboida eli he voivat olla ilman hengityspotkea omalla hengityksellään (Vuylsteke ym. 2018, 148).

ECMO-laitteen avulla happeutettuun vereen sekoittuu potilaan huonosti happeutunutta verta, jonka takia potilaan valtimopuolella kiertävä veri saattaa olla happisaturaatioltaan ainoastaan 80%. Siksi on oleellista huolehtia myös potilaan sydämen riittävän suuresta minuuttivirtauksesta ja veren hemoglobiinipitoisuudesta. Potilas vieroitetaan VV-ECMO-hoidosta keuhkojen toiminnan palautettua riittävälle tasolle. Vieroittelu etenee vähentämällä ECMO:n kaasuvirtausta ja antamalla potilaan omien keuhkojen huolehtia riittävästä kaasujenvaihdosta. Siinä vaiheessa, kun ECMO-laitteen kaasuvirtaus on kokonaan suljettu, voidaan ECMO-hoito lopettaa ja poistaa hoidon toteutuksessa tarvittavat kanyylit. (Mildh ym. 2011.) VV-ECMO-hoito on kestoaltaan yleensä 7-10 vuorokautta, mutta se saattaa kestää myös jopa useita viikkoja (Alastalo ym. 2017, 114).

2.3.3 ECMO-hoitoa tarvitsevan potilaan hoito teho-osastolla

ECMO on haastava kehon ulkoinen tukihoido ja ECMO-laitteella hoidettavan potilaan hoidon toteuttamiseen tarvitaan useita ECMO-koulutuksen saaneita sairaanhoitajia. Siksi ECMO-hoitoja tarjoavien sairaaloiden täytyy huolehtia riittävästä henkilökuntaresurssista. (Alastalo ym. 2017, 118.) ECMO-hoidosta vastaavan sairaanhoitajan tulee osata tarkistaa ECMO-laitteella hoidettavan potilaan vitaalielintoiminnot, nestehoitobalanssi, neurologisen status, kanyyliin kiinnitykset, infuusiopumput ja respiraattorin säädöt aivan kuten muillakin tehohoidossa hoidettavilta potilailta. Potilaan tilan tarkistamisen jälkeen on ECMO-laitteiston vuoro. ECMO-laite sijaitsee usein erillisen liikuteltavan kärryn päällä, jonka jarrut tulisi olla lukittuna. Laitteiston näytön lukemat tulisi olla helposti seuraavissa ja laitteisto tulee olla yhdistettynä verkkovirtaan. Vuoron alussa tapahtuvaan tarkistukseen kuuluu ECMO-linjojen tarkistaminen. Linjoissa ei saa olla kinkkauksia ja

verivirtauksen täytyy olla esteetön. Laitteistossa käytettävät kaasut, eli happi ja ilma, täytyy olla yhdistettynä ECMO-laitteiston kaasusekoittajaan. Sekä hapetin että koko ECMO-letkusto tarkistetaan esimerkiksi taskulampulla huolellisesti mahdollisten hyytymien ja fibriinimuodostumisen varalta. Sekä ECMO:n otto- että paluulinjoissa täytyy olla väriero. Ottopuolella potilaan veri on tummaa ja paluupuolella heti kalvohapettimen jälkeen vaaleampaa. ECMO-laitteesta tarkistetaan myös hälytysrajat ja varaudutaan mahdollisiin hätätilanteisiin. (Mossadegh 2017, 45-47.)

ECMO-laitteella hoidettavan potilaan aivokudoksen happeutumista seurataan lähi-infrapunaspektroskopian (NIRS, near-infrared spectroscopy) avulla. Nelikanavainen NIRS-laite mahdollistaa myös alaraajojen vitaliteetin seurannan. Lämpimiltään suurikokoinen ECMO-kanyyli saattaa tukkia alaraajan verenkierron, joten sen vuoksi verenkiertoa tulee seurata huolellisesti tarkkailemalla ja vertailemalla alaraajojen lämpöä, väriä ja turvotuksia sekä kuuntelemalla pulssit doppler-laitteella. Potilaan lämpötasapainosta on huolehdittava sillä jäähtyminen lisää hyytymishäiriöiden määrää ja aiheuttaa lihasvärinää kuluttaen samalla happea jo ennestään kudoshypoksiasta kärsivän potilaan elimistöstä. Riittävästä sedaatiotasosta sekä myös mahdollisesta relaksaatiosta on huolehdittava, jos potilas on tarkoitus pitää hypotermisena. Ilmaembolian välttämiseksi nesteet ja lääkkeet on annosteltava infuusioautomaattien- ja pumppujen kautta. Vaikka ECMO-kanyylit kiinnitetään tiukasti ompelemalla, ei se poissulje kanyylien mahdollista ulosluisumista. Sen takia kanyylien päivittäinen tarkkaileminen on oleellinen osa hoitotyötä. (Alastalo ym. 2017, 119.)

ECMO-laitteella hoidettavat potilaat hyötyvät hereillä olosta ja mahdollisimman varhaisesta extubaatiosta. Tämä koskee etenkin VA-ECMO:lla hoidettavia potilaita. VV-ECMO:lla hoidettavat potilaat tarvitsevat usein ensimmäisten vuorokausien ajan syvää sedaatiota johtuen vaurioituneista keuhkoista. ECMO-laitteen kalvohapettimeen kertyy potilaan sedaatiossa ja kivunhoidossa käytettäviä lääkkeitä kuten midatsolaami, propofoli ja opioidit. Tämän vuoksi potilaan sedaation ja kivunhoidon tulisi olla perusteltua huomioiden kuitenkin potilaan hyvä sopeutuminen ECMO-hoitoon sekä mahdolliseen hengityslaittehoitoon. (Mossadegh 2017, 49.)

ECMO-hoidossa käytettävät kanyylit ovat läpimitaltaan isoja, joten ne muodostavat huomattavan infektorisken potilaalle. Kanyylien paikat lisäksi suurentavat infektoriskiä. Mahdollinen uloste lisää nivuskanyylaation kontaminaatoriskiä ja sentraalisissa kanyloinneissa, esimerkiksi kaulan alueelta, on suora reitti potilaan sydämeen. Tämän vuoksi infektioiden ennaltaehkäisy kannalta hoitajan

tulisi joka vuorossa tarkistaa ECMO-kanyylien sidosten eheys sekä kanyylien punktiokohta eli onko se punainen, turvonnut, vuotava vai jo mahdollisesti infektoitunut. (Mossadegh 2017, 50.)

Potilaan ihonhoito on henkilökunnan kannalta haastavaa. Teholla hoidettavat potilaat ovat usein vuodelevossa suurimman osan päivästä tai heitä pidetään sedatoituna. Infektiot ja ECMO-hoidossa käytettävä hepariini-infuusio edistävät ihorikkoja ja hematoomia sekä potilailla on usein myös turvotuksia. ECMO-kanyylit kiinnitetään ompeleilla potilaan ihoon tiukasti, jolloin ihoon saattaa tulla ihorikkoja joko ompeleiden vuoksi tai ECMO-kanyylit saattavat painaa ihoon aiheuttaen painehaavaumia. Iho tulisi suojata esimerkiksi hydrokolloidisidoksilla, jotka mahdollistavat ihon suojaamisen lisäksi kanyylin kiinnityksen. (Mossadegh 2017, 50.)

ECMO-laitteella hoidettavaa potilasta hoidettaessa on tärkeää hoitoon osallistuvan henkilökunnan välitön ja johdonmukainen toimiminen hätätilanteissa. Esimerkiksi sentrifuugipumpun pysähtyttyä koko ECMO-kierto pysähtyy ollen potilaalle haitallista. Hepariini-infuusiosta johtuen esimerkiksi hengitysteiden puhdistaminen täytyy tehdä varoen verenvuotoriskin vuoksi. (Frenckner 2015.)

2.3.4 Ohjeistukset ja simulaatioharjoittelu potilasturvallisuuden edistäjänä

Vaikka erehtyminen ja unohtaminen on inhimillistä, saattaa hoitotyössä pieneltäkin tuntuva virhe aiheuttaa huomattavia seuraamuksia. Teho-osastolla käytetään potilaiden hoidossa runsaasti erilaisia teknisiä laitteita aiheuttaen lisähaasteita potilaan hoitoon osallistuville terveydenhuollon henkilöstölle. Näissä huippuosaamista vaativissa paikoissa pelkästään muistin varassa toimiminen ei ole enää mahdollista. Tämän vuoksi erilaisia tarkistuslistoja on ollut käytössä terveydenhuollossa jo pidemmän aikaa, mutta ne ovat olleet joko yksittäisten ammattilaisten tai satunnaisten sairaaloiden käyttämiä. Tarkistuslistojen käyttäminen on saanut alkunsa läheltä piti- tilanteesta tai jo syntyneestä vahingosta. Nopeaa työtahtia ja tarkkuutta vaativissa tehtävissä tarkistuslistoista on todettu olevan hyötyä. Tarkistuslistat mahdollistavat myös useiden asioiden hallinnan yhtäaikaaisesti vaarantamatta samalla potilasturvallisuutta. (Blomgren & Pauniahho 2013, 275-276.)

Henkilöstölle suunnatut ohjeistukset jaetaan joko tutkimusnäyttöön perustuviin ohjeisiin tai organisaation omiin toimintaohjeisiin. Tiivistetyt ja näyttöön perustuvat toimintaohjeet tulisi olla helposti saatavilla, jotta hoitajien voimavarat säästyisivät varsinaiseen potilastyöhön. Ohjeistukset tulee perustua luotettavaan ja tiivistettyyn tutkimustietoon eli järjestelmälliseen

kirjallisuuskatsaukseen ja hoitosuosituksiin. Näiden puuttuessa, voi myös laadukas yksittäinen tutkimus tai asiantuntijoiden konsensuslausuma olla riittävä perusta ohjeistukselle. (Korhonen ym. 2018. 103, 105.)

Potilasturvallisuuden parantamiseen liittyviä menettelytapoja ovat turvallisuustyökalut, standardoiminen ja yksinkertaistaminen, virheistä ja komplikaatioista oppiminen sekä riittävä harjoittelu. Turvallisuustyökaluihin luetaan esimerkiksi hoitotyössä käytettävät tarkistuslistat. Potilasturvallisuuden parantamiseksi tulisi hoitotyötä toteuttaa nykyaikaisia hoitosuosituksia noudattaen. Haastavista ja suurista resursseja vaativista hoidoista täytyisi laatia selkeät toimintaohjeet, joista saa poiketa vain harkiten. Hoitohenkilökunnan koulutuksessa ja perehdyttämisessä on hyväksi havaituilla toimintaohjeilla merkittävä vaikutus. Mikäli vaaratapahtuma pääsee kaikesta huolimatta tapahtumaan, pitäisi arvioida miksi virhe tapahtui ilman kenenkään yksittäisen henkilön syyllistämistä. Simulaatio-opetuksessa päästään helposti ja todentuntuisesti harjoittelemaan teknisiä taitoja aidossa ympäristössä, joten siitä on hyötyä myös potilasturvallisuuden varmistamisessa. (Aaltonen & Rosenberg 2013, 16-18.)

ECMO on yksi haastavimmista ja monimutkaisemmista hoitomuodoista, joita toteutetaan teho-osastolla. Työn suunnittelulla, kuvallisilla toimintaohjeilla ja tarkistuslistoilla saadaan helposti parannettua ECMO-laitteella hoidettavan potilaan turvallisuutta. Myös ECMO-letkustojen värikoodauksella ja esimerkiksi ohjevideoilla voidaan ehkäistä vaaratilanteiden syntymistä. (Morrison, Fortenberry 2019, 735.)

ECMO-hoidossa kokemus kertyy suurimmaksi osaksi itse hoitotyöstä, jossa kohteena on kriittisesti sairas potilas. Lontoon King's College-sairaalan kokemuksien mukaan jo yksikin simulaatioharjoituksia sisältävä koulutuspäivä riittää parantamaan potilasturvallisuutta sekä lisäämään tietämystä ja varmuutta ECMO-laitteella hoidettavien potilaiden hoidosta. Vuonna 2013 tehdyn tutkimuksen osallistujista 64% oli teho-osaston sairaanhoitajia, loput olivat teho-osaston muuta henkilökuntaa, esimerkiksi lääkäreitä. Ennen simulaatiopäivää osallistujat saivat luettavaksi ennakkomateriaalin. Simulaatioharjoitusten jälkeen kaikki osallistujat totesivat koulutuspäivän parantaneen heidän tietämystään tehokkaasta tiimityöstä, tehtävien jakamisesta sekä selkeästä kommunikaatiosta. 86% totesi, että he olivat oppineet huomioimaan potilasturvallisuuteen liittyviä tärkeitä asiayhteyksiä. 93% kurssille osallistuneista koki saavansa enemmän varmuutta osaamiseensa jo yhden päivän aikana. (Brum, Rajani, Geland, Morgan, Raguseelan, Butt, Nelmes, Auzinger & Broughton 2015.)

Jotta ECMO-laitteen varassa oleva potilas saa turvallista hoitoa, täytyy hätätilanteissa osata tehdä nopeasti oikeita päätöksiä. Tämä vaatii tietämystä ECMO-laitteesta sekä sen vaikutuksesta potilaaseen. Simulaatioharjoittelun on todettu parantavan ongelmaratkaisukykyä itse ECMO-laitteen kanssa sekä myös ihmisten välistä käyttäytymistä. Andersonin ym. keräämän datan perusteella perinteisessä ECMO-harjoittelussa opitut taidot unohtuvat hiljalleen keskimäärin 3-6 kuukaudessa. (Anderson, Murphy, Boyle, Yaeger & Halamek 2006.) Tämän vuoksi on tärkeää, että perinteisen ECMO-laitteen hands on-koulutusten sekä teoriaopintojen lisäksi harjoitellaan simulaatioiden avulla oikeita tilanteita ja harjoittelua tehdään tarpeeksi usein.

3 OPINNÄYTETYÖN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvata integratiivisen kirjallisuuskatsauksen avulla kriittisesti tai vaikeasti sairaan potilaan ECMO-hoidon toteuttamisen aikaisia haasteita ja ongelmia tehosastolla. Tavoitteena on tunnistaa ratkaisuvaihtoehtoja ECMO-laitteeseen liittyviin yleisimpiin ongelmatilanteisiin hoitotyön näkökulma huomioiden ja kehittää menetelmäkaavio helpottamaan ECMO-koulutetun sairaanhoitajan päätöksentekoprosessia. Lyhyen aikavälin eli tulos- ja laatutavoitteena on tuottaa sairaanhoitajille tutkittuun tietoon perustuva, selkeä ja helposti käyttöön otettava menetelmäkaavio potilaan ECMO-hoidon aikaisista ongelmista sekä niiden ratkaisusta hoitotyön näkökulma huomioiden. Kehittämisvaiheen tavoitteena on tuottaa menetelmäkaavio, jota sairaanhoitajat käyttävät apunaan sekä ECMO-simulaatioharjoittelussa että potilaan ECMO-hoidon aikaisten ongelmien havaitsemisessa ja niiden ratkaisemisessa. Pitkän aikavälin tavoitteena on parantaa hoitohenkilökunnan osaamista ECMO:lla hoidettavan potilaan hoitotyöstä sekä parantaa potilaan ECMO-hoidon turvallisuutta osaltaan menetelmäkaavion ja ECMO-simulaatioiden avulla.

Integratiivista kirjallisuuskatsausta hyödyntäen etsitään vastaukset seuraaviin kysymyksiin

1. Millaisia haasteita sairaanhoitaja voi kohdata toteuttaessaan ECMO-hoitoa ECMO-laitteella?
2. Millaisia ratkaisuvaihtoehtoja ECMO-laitteeseen liittyviin yleisimpiin ongelmatilanteisiin on hoitotyön näkökulma huomioiden?

4 OPINNÄYTETYÖN TOTEUTTAMINEN

4.1 Tutkimusvaihe

Työn kehittämisvaiheen tavoitteena oli saada tehtyä menetelmäkaavio sairaanhoitajan mahdollisesti kohtaamista ongelmista ECMO-laitteella hoidettavan potilaan hoitotyössä sekä löytää näihin haasteisiin ratkaisukeinoja. Päästäkseni tähän tavoitteeseen, tuli minun perehtyä mahdollisimman kattavasti saatavilla olevaan aineistoon kirjallisuuskatsausta hyödyntäen. Kirjallisuuskatsauksen tekeminen vaatii tekijältään perusteellista syventymistä tutkittavaan aihealueeseen ja suoraa keskittymistä tutkimuksen kannalta oleellisesti liittyvään kirjallisuuteen. Löydetyistä tutkimuksista on kyettävä erottamaan oleelliset asiat sekä tutkimuksellinen perusta täytyy kirjoittaa omin sanoin. Tutkimuksen tavoite ja tutkimusongelma ohjaavat kirjallisuuskatsauksen tekoa, sillä tutkimuksen tekijän päämääränä on etsiä näihin vastaukset. Tutkijan täytyy perustella, mihin hän tarvitsee löytämänsä tietoa sekä suhtauduttava löydettyyn aineistoon kriittisesti. Mahdollisesti havaitut ristiriitaisuudet, puutteellisuudet, näkökulmat ja tulkinnat täytyy olla myös lukijan tunnistettavissa. (Hirsjärvi, Remes & Rajavaara 2009, 259-260.) Arvioidessani sopivaa kirjallisuuskatsausmetodia opinnäytetyöhöni, konsultoin Oulun ammattikorkeakoulun kirjastossa työskentelevää informaattikkoa. Pidimme palaverin, jossa teimme alustavat koehaut kokeillen sopivia hakusanoja. Ongelmaksi koitui tulokseksi saatu erittäin lääketieteellinen aineisto, jossa varsinainen hoitotyön osuus sairaanhoitajalta vaadittuun osaamiseen ja koettuihin kokemuksiin jäi melko vähäiselle huomiolle. Koska tarkoitus oli nimenomaan painottaa hoitotyön osuutta ja tein opinnäytetyön yksin, valitsin metodiksi integratiivisen katsauksen.

Integratiivinen katsaus on hyvä menetelmä, mikäli tutkimuskohteena on ilmiö tai jokin tietty terveydenhuollon ongelma. Katsausmenetelmässä tiivistetään aikaisempi empiirinen tai teoreettinen kirjallisuus jotta päädytään mahdollisimman kattavaan lopputulokseen. Integratiivinen katsaus antaa hyvän kuvan tutkittavan ilmiön nykytilasta, myötävaikuttaa teorian kehittämiseen ja on suoraan sovellettavissa käytäntöön. Katsauksessa tunnistetaan ensin ongelma ja tarkoitus, jonka jälkeen suoritetaan aineistonhaku. Hakuprosessin täytyy olla hyvin dokumentoitu eli hakusanat ja käytetyt tietokannat hakuprosesseineen tarkasti selostettuna. Mukaanotto- ja poissulkukriteerit täytyy olla määriteltynä. Tämä katsausmenetelmä sallii tutkimusaineistoksi mahdollisimman monipuolisen aineiston, jotta saadaan laaja käsitys tutkittavasta asiasta. Tähän

liittyy myös ongelmia, jonka vuoksi katsauksen eteneminen pitää olla hyvin dokumentoitu. Analysointivaiheessa löydetyt teemat pelkistetään, jäsenellään ja luokitellaan kokonaisuuksiksi. (Whittemore & Knafel 2005.)

4.1.1 Kirjallisuuskatsaus

Tutkimusvaiheessa integratiivisen katsauksen avulla etsittiin vastaukset tutkimuskysymyksiin eli millaisia ECMO-hoitoon liittyviä haasteita sairaanhoitaja saattaa kohdata toteuttaessaan ECMO-hoitoa kriittisesti sairaan potilaan hoidossa ja millaisia ratkaisuvaihtoehtoja näihin ongelmiin on olemassa. Tutkimuskysymysten laatimisen jälkeen mietin sopivat mukaanotto- ja poissulkukriteerit. Halusin löytää sopivan aineiston, joka on sovellettavissa suomalaiseen tehohoitoon, joten päätin rajata aineiston koskemaan vain länsimaalaisia tutkimuksia, asiantuntijoiden kirjoittamia artikkeleita tai teoksia ja ne saivat olla maksimissaan 10 vuotta vanhoja. Vatsa-asentohoito (prone position) yhdistettynä ECMO-hoitoon luo suuremmat riskit esimerkiksi kanyylin ulosluisumiselle, joten rajasin myös tämän aihealueen tutkimusaineiston ulkopuolelle. Halusin keskittyä pelkästään tehosastolla annettavaan ECMO-hoitoon, joten rajasin ulkopuolelle myös eCPR:n (extracorporeal cardiopulmonary resuscitation) eli kehonulkoisen hapeuttamisen elvytyksen yhteydessä. Hakusanat valittiin yhdessä Oulun ammattikorkeakoulun informaattikon kanssa. Sovimme yhteisen tapaamisen ja teimme erillisessä hakupajassa koehaut, jotta pystyin varmistumaan siitä, että saisin mahdollisimman hyvät ja monipuoliset tutkimustulokset ja vastaukset opinnäytetyöni tutkimuskysymyksiin. Samalla kävimme yhdessä läpi, mitä tietokantoja työssä kannattaa käyttää. Alla olevassa taulukossa menetelmäkaavioon otettavan tietopohjan mukaanotto- ja poissulkukriteerit.

Mukaanottokriteerit	Poissulkukriteerit
Tutkimus- tai kirjallisuus vuosilta 2010 - 2020	Mukaanottokriteerejä vanhempi kirjallisuus tai tutkimukset
Aikuisten ECMO-hoito (VA, VV)	Lasten ECMO-hoito
Länsimaalainen tutkimus tai kirjallisuus	Muu kuin länsimaalainen tutkimus tai kirjallisuus

ECMO-laitteella toteutettava hoito teho-
osastolla

Sydänleikkauksissa käytettävä perfuusio

Suomen- tai englanninkieliset
artikkelit/kirjallisuus

ECPR (extracorporeal cardiopulmonary
resuscitation) eli kehonulkoinen
happeuttaminen elvytyksen yhteydessä

ECMO-hoito ja vatsa-asento

4.1.2 Aineiston hakuprosessin kuvaus

Tutkimuksen tarkoitus sekä vastausten etsintä tutkimuskysymyksiin ovat oleellinen osa onnistunutta kirjallisuuskatsausta. Löydetyn aineiston käsittely voidaan tehdä yksin, mutta tutkimuksen luotettavuutta lisää joko toisen tutkijan tai tutkimusryhmän kanssa toiminen. (Kangasniemi & Pölkki 2016, 80-81.) Koska toimin yksin, mielestäni oli tärkeää löytää sopivimmat hakusanat, jotta saisin mahdollisimman kattavat hakutulokset. Aloitin aineiston hakuprosessin sopimalla tapaamisen Oulun ammattikorkeakoulun kirjastossa työskentelevän informaattikon kanssa. Pidimme hakupajan 7.10.2020 jossa etsimme sopivat hakusanat halutun aineiston hakemiseen. Päädyimme käyttämään ”extracorporeal membrane oxygenation” AND ”nurse OR nurses OR nursing” -hakusanayhdistelmää. Informaattikon suosituksesta jätin ECMO-lyhenteen pois sillä MeSH-sanaston mukaan lyhennelmää ei juuri käytetä. Koehaussa saimme tällä yhdistelmällä kaikista kattavimmat hakutulokset, jotka nimenomaan liittyivät sairaanhoitajan kokemuksiin ongelmatilanteisiin ECMO-laitteella hoidettavan potilaan hoitotyössä. Koehaun perusteella tuloksiin päätyi monipuolista aineistoa, joten tarvetta hakusanojen vaihtamiseen ei ollut.

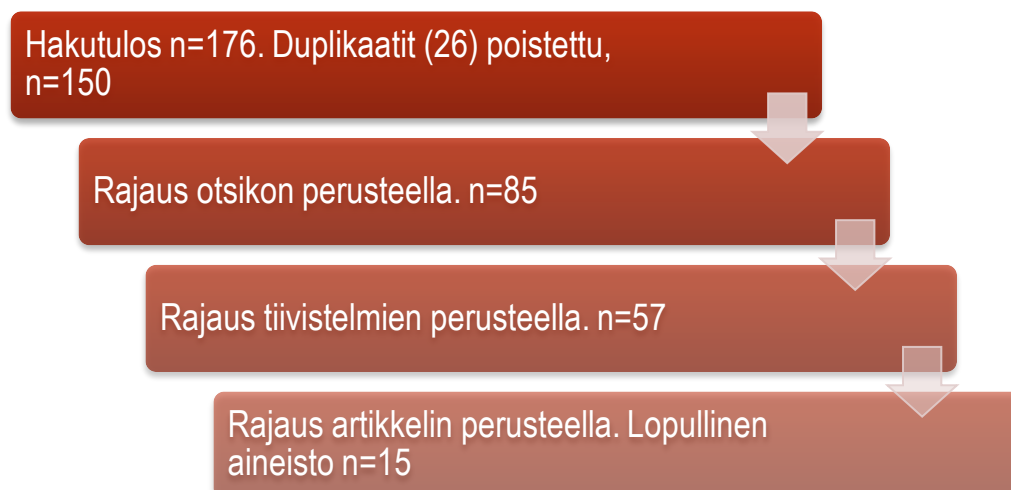
Päädyin tekemään haut Ebsco-tietokannasta sisältäen Academic Search Premier ja CINAHL sekä Pubmed-tietokannasta. Halusin löytää suomenkielisiä julkaisuja, joten tein haun myös Medic-tietokantaan. Eri lähteiden ja tutkimusten mukaan ottamiselle tai hylkäämiselle täytyi olla selkeät perustelut. Käytin rajauksena määrittelemiäni sisäänottokriteerejä eli otin mukaan 2010-2020 välillä julkaistun suomen- ja englanninkielisen aineiston. Valitsin julkaisut, joista oli saatavilla koko teksti ja tekijät sekä julkaisuajankohta oli helposti löydettävissä. Jätin ulkopuolelle lasten ECMO-hoitoon liittyvät julkaisut sekä muut kuin länsimaalaiset julkaisut. Vatsa-asennossa olevan potilaan

ECMO-hoidon sekä elvytetyn potilaan ECMO-hoidon rajasin aineiston ulkopuolelle, sillä nämä molemmat tuovat mukanaan omat komplikaationsa, jotka eivät ole rinnastettavissa teho-osastolla tapahtuvaan tavanomaiseen ECMO-hoitoon.

Tein haun Pubmediin 11.11.2010. Hakutulokseksi sain annetuilla hakusanoilla, englanninkielisellä julkaisulla, koko tekstillä ja vuosivälillä 2010-2020 yhteensä 77 julkaisua. Näistä lasten ECMO-hoitoon liittyi 19 julkaisua, jotka pystyin poistamaan jo pelkän otsikon perusteella. Otsikoiden perusteella länsimaiden ulkopuolisia julkaisuja oli 22 kappaletta, jotka myös rajasin opinnäytetyön ulkopuolelle. Jäljelle jäi 36 artikkelia, joista luin tiivistelmän. Tiivistelmän perusteella hylkäsin 7 tutkimusta, joista kaksi liittyi lasten ECMO-hoitoon ja loput 5 eivät liittyneet opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin. Kolmesta tutkimuksesta ei ollut tiivistelmää saatavilla, joten luin koko tutkimusartikkelin. Artikkelin lukemisen jälkeen rajasin nämä julkaisut opinnäytetyöni ulkopuolelle. Lisäksi rajasin ulkopuolelle kaksi tutkimusta, joista oli vain tiivistelmä saatavilla. Tiivistelmän ja artikkelin luvun perusteella hylkäsin 21 tutkimusta, koska ne eivät vastanneet opinnäytetyön kysymyksiin. Pubmedin tietokannasta sain poimittua yhteensä 3 tutkimusta tai artikkelia opinnäytetyön aineistoon.

Ebscon tietokannasta tein haun 21.11.2020. Valitsin mukaan Academic search premierin sekä CINAHL:n tietokannat. Käytin samaa hakusanayhdistelmää eli "extracorporeal membrane oxygenation" AND "nurse OR nurses OR nursing". Valitsin englanninkieliset julkaisut vuosilta 2010-2020 joista löytyi koko teksti. Sain hakutulokseksi 89 julkaisua. Osa tutkimuksista oli kahteen kertaan, joten todellinen määrä laski ollen 63. Yksi hakutulos oli asiantuntijoiden laatiman ja kokoaman teoksen arvostelu. Koska arvostelussa korostettiin teoksen olevan ensimmäinen yksinomaan ECMO-potilaan hoitotyöhön liittyvä sekä arvostetuiden alan asiantuntijoiden kirjoittama, päätin ottaa tämän mukaan yhdeksi osaksi aineistoa. Saavutettavuus koitui kuitenkin ongelmaksi, mutta Oulun ammattikorkeakoulun kirjasto päätti auttaa asiassa ja tilasi tämän minun käyttööni ihan tätä opinnäytetyötä varten. Otin tämän siis huomioon yhtenä julkaisuna. Otsikoiden perusteella poistin lasten ECMO-hoitoon liittyvät tutkimukset (9) sekä muut, kuin länsimaalaiset tutkimukset (8) joten aineiston määräksi jäi 46. Yhdestä tutkimuksesta ei ollut tiivistelmää eikä varsinaista artikkelia saatavilla, joten jätin sen huomioimatta. Luin kaikista muista tiivistelmät ja tämän perusteella hylkäsin 13 julkaisua. Nämä eivät täyttäneet asettamiani kriteerejä eivätkä vastanneet opinnäytetyöni tutkimuskysymyksiin. Julkaisujen lukemisen perusteella poistin aineistosta samoilla kriteereillä vielä 21 julkaisua. Jäljelle jäi yhteensä 11 julkaisua, joista yksi oli aiemmin mainitsemani asiantuntijoiden laatima teos.

Tein 6.12.2020 haun Medic-tietokantaan hakusanayhdistelmällä "extracorporeal membrane oxygenation" OR "ECMO" OR "kehonulkoisen veren hapeuttaminen". Tulokseksi sain 10 julkaisua, joista otsikon perusteella hylkäsin 7. Varsinainen julkaisu puuttui tai ei ollut enää saatavissa kahdessa artikkelissa. Jäljelle jäi vain yksi mukaan otettava suomenkielinen julkaisu.



Kuva 2. Hakuprosessin yhteenveto

Kokonaisten tutkimusartikkeleiden lukemiseen kului aikaa, sillä hoitotyön kannalta ECMO-laitteella hoidettavan potilaan hoitoon liittyvät ongelmat olivat melko monessa tutkimuksessa tai asiantuntijoiden kirjoittamissa artikkeleissa ainoastaan lyhyesti mainittu. Jouduin usein palaamaan tutkimuskysymyksiin ja opinnäytetyön tarkoitukseen valikoidessani tutkimuksia. Osa tutkimuksissa mainituista käytännöistä oli sellaisenaan hyvin käytettävissä olevia keinoja parantaa potilasturvallisuutta. Tätä menetelmää kutsutaan benchmarking-menetelmäksi, jossa verrataan omaa kehittämisen kohdetta usein parempaan kohteeseen oppien samalla toimivampia käytäntöjä (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2015, 41-42). Koska kyseessä oli integratiivinen katsaus, otin mukaan mahdollisimman monipuolisen aineiston huomioiden tiedonhauille määrittelemäni kriteerit. Kun olin saanut seulottua aineiston yhteensä 14 artikkeliin sekä yhteen teokseen, tarkistin vielä toistamiseen, että kirjoittajan tiedot ovat saatavilla, milloin ja missä aineisto on julkaistu ja löytyikö niistä vastaus opinnäytetyöni tutkimuskysymyksiin. Valitun aineiston ulkopuolelle jäivät konferenssi tiivistelmät, pelkät tiivistelmät ja posterit. Olin rajannut nämä aineiston ulkopuolelle jo

hakuvaiheessa, joten aineiston tarkasteluvaiheessa ei tarvinnut enää poistaa jo haettua materiaalia. Kirjallisuuskatsaukseen päätyivät alla olevat julkaisut.

Tekijä(t)	Nimi	Julkaisuvuosi ja maa	Aineistotyyppi
Acevedo-Nuevo, M. González-Gil, M.T Romera-Ortega, M.Á. Latorre-Marco, I. Rodríguez-Huerta, M.D.	The early diagnosis and management of mixed delirium in a patient placed on ECMO and with difficult sedation: A case report	2017, Espanja	Asiantuntija-artikkeli, tapaustutkimus
Asber, S. Shanahan, K. Lussier, L. Didomenico, D. Davis, M. Eaton, J. Esposito, M. Kapur, N.	Nursing management of patients requiring acute mechanical circulatory support devices	2020, USA	Kirjallisuuskatsaus
Cooper, D.N. Layton Jones, S. Currie, L.A.	In our unit: Against all odds: Preventing pressure ulcers in high-risk cardiac surgery patients	2015, USA	Asiantuntija-artikkeli
Corley, A. Hammond, N.E. Fraser, J.F.	The experiences of health care workers employed in an Australian intensive care unit during the H1N1 influenza pandemic of 2009: A phenomenological study	2010, Australia	Fenomenologinen tutkimus

Dalton, H.J.	Extracorporeal life support: Moving at the speed of light	2011, USA	Asiantuntija-artikkeli
Ebberts, M.	Competent management of patients receiving ECMO and CRRT	2020, USA	Asiantuntija-artikkeli
Knisley, J. DeBruyn, E. Weaver, M.	Management of extracorporeal membrane oxygenation for obstetric patients: Concerns for critical care nurses	2019, USA	Tapaustutkimus
Koons, B. Siebert, J.	Extracorporeal membrane oxygenation as a bridge to lung transplant: Considerations for critical care nursing practice	2020, USA	Asiantuntija-artikkeli
Krupa, S. Ozga, D.	Review of the literature on the occurrence of delirium after veno-venous and veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation: A systematic review	2019, Puola	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus
Lucchini, A. Elli, S. De Felippis, C.	The evaluation of nursing workload within an Italian	2019, Italia	Retrospektiivinen havaintotutkimus

Greco, C. Mulas, A. Ricucci, P. Fumagalli, R. Foti, G.	ECMO centre: A retrospective observational study		
Mossadegh, C. Combes, A. (toim.)	Nursing care and ECMO	2017, Ranska	Teos
Patel, B. Arcado, M. Chatterlee, S.	Bedside troubleshooting during venovenous extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)	2019, USA	Asiantuntija-artikkeli
Sieg, A. Pandya, K. Winstead, R. Rickey, E.	Overview of pharmacological considerations in extracorporeal membrane oxygenation	2019, USA	Asiantuntija-artikkeli, Kirjallisuuskatsaus
Suojaranta, R.	Pitäisikö ECMO-hoito keskittää Suomessa?	2017, Suomi	Asiantuntija-artikkeli
Williams, S.B. Dahnke, M.D.	Clarification and mitigation of ethical problems surrounding withdrawal of extracorporeal membrane oxygenation	2016, USA	Asiantuntija-artikkeli

4.1.3 Aineiston analysointi

Haettu aineisto voidaan käsitellä kahdella tapaa eli joko käyttämällä aineistolähtöistä analyysia tai teorialähtöistä analyysia. Viimeksi mainittu analysointimalli perustuu esimerkiksi tiettyyn malliin tai teoriaan. Aineistolähtöisessä analyysissa pyritään luomaan tutkimusaineistosta teoreettinen eheä kokonaisuus, jossa ei käytetä valmiiksi tiedettyjä perusolettamuksia, vaan teemat erottuvat aineistosta käsin. Saaduista tuloksista täytyy hahmottaa vastaukset tutkimuksen tarkoitukseen sekä tutkimusongelmiin. Aineiston hakuprosessissa etsitään tutkimustarkoitukseen sopivaa aineistoa, jonka jälkeen alkaa löydetyn materiaalin redusointi eli pelkistäminen. Redusoinnin avulla aineistosta poistetaan kaikki ylimääräinen. Aineiston jäsentelyssä kysytään aineistolta tutkimustehtävän- tai ongelman mukaisia kysymyksiä, tunnistetaan tutkimuksen kannalta kiinnostavat asiat ja pelkistetään alkuperäisilmaukset. Tutkimustehtävään liittyvät alkuperäisilmaukset ja pelkistetyt ilmaukset listataan allekkain. Pelkistämävaiheessa täytyy huomioida, että samasta lauseesta saattaa löytyä useampia pelkistettyjä ilmauksia. Pelkistämisen jälkeen aineisto klusteroidaan eli jäsenellään, jonka yhteydessä etsitään samankaltaisuuksia tai eroavaisuuksia. Tämän jälkeen edetään aineiston abstrahointiin eli käsitteellistämiseen. Samaa aihealuetta käsittelevät asiat yhdistetään alaluokiksi antaen niille niiden sisältöä kuvaavat nimet. Alaluokkia yhdistämällä saadaan muodostettua yläluokkia ja edelleen yläluokkia yhdistelemällä koostetaan pääluokat. Aineistolähtöisessä analyysissa saadaan lopulta vastaukset tutkimuskysymyksiin yhdistämällä löydetty käsitteet. (Tuomi, & Sarajärvi 2018, 122-127.)

Käytin opinnäytetyössäni aineistolähtöistä analyysia koska en ollut aiemmin lukenut vastaavanlaista tutkimusta tämän aihealueen ympäriltä eikä ennakkokäsityksiä hakutuloksista nousevista teemoista ollut. Ensimmäisessä vaiheessa luin löydetyn aineiston tarkasti läpi ja poimin opinnäytetyöni tarkoitukseen ja tavoitteisiin sopivat alkuperäisilmaukset allekkain taulukkoon. Hakuaineiston käsittelyssä kysyin joka aineiston kohdalla, vastaako tämä opinnäytetyössäni oleviin tutkimuskysymyksiin sekä tutkimuksen tarkoitukseen ja tavoitteisiin. Toisessa vaiheessa aineiston hakuprosessin jälkeen pohdin mitä teemoja aineistosta nousee ja sijoittelin alkuperäisilmaukset suomennoksineen teemojen mukaisesti allekkain taulukkoon (LIITE 1). Otin huomioon, että osasta materiaalia löytyi useisiin alaluokkiin pelkistettyjä ilmauksia. Analysointivaiheen luokittelusta esimerkki alla olevassa taulukossa.

Tekijä(t)	Alkuperäinen ilmaisu	Vapaa suomennos	Pelkistetty ilmaus	Alaluokka
-----------	----------------------	-----------------	--------------------	-----------

Dalton, H.J. 2011	<i>"...lack of training and expertise in ECMO is a risk for inappropriate and non-optimal ECMO care."</i>	Harjoituksen ja kokemuksen puute on riski sopimattomalle ja ei-optimoidulle ECMO-hoidolle	Harjoituksen ja kokemuksen puute lisää epäonnistumisen riskiä	Harjoituksen ja kokemuksen puute
Ebberts, M. 2020	<i>"...nurses need expertise to be able to safely care for patients, but they need patients to develop expertise."</i>	Hoitajat tarvitsevat asiantuntemusta voidakseen hoitaa potilaita turvallisesti mutta he tarvitsevat potilaita kehittääkseen taitojaan	Hoitajat tarvitsevat potilaita taitojen kehittämiseksi	
Suojäranta, R. 2017	<i>"ELSO:n tämän hetkinen suositus ECMO-hoitoja tekeville yksiköille on vähintään 6 potilasta vuodessa. Useissa kokouksissa ja kirjoituksissa on kuitenkin korostettu, että tapauksia pitäisi olla vähintään 20 vuodessa. Yksikön volyymin kasvaessa potilaiden kuolleisuus vähenee"</i>		Riittävä määrä potilaita vuositasona	Harjoituksen ja kokemuksen puute
	<i>"...kaikilla yliopistosairaaloilla pitää olla valmius hoitaa äkilliset ECMO-hoitoa vaativat potilaat"</i>		Valmius hoitaa äkillistä ECMO-hoitoa tarvitsevat potilaat	

Kun olin saanut alaluokat muodostettua, lähdin yhdistelemään ne ylä- ja pääluokiksi alla olevan taulukon mukaisesti. Luokitteluiden laadinnassa käytin perusteena ajatusmallia, mikä on haasteen aiheuttaja ja mihin isompaan kokonaisuuteen se mahdollisesti liittyy. Pääluokkien nimeämisessä palasin uudelleen toistuvasti tutkimuskysymyksiin ja arvioin saanko vastaukset laadittuihin tutkimuskysymyksiin sekä tutkimuksen tarkoitukseen ja tavoitteisiin.

Alaluokka	Yläluokka	Pääluokka
Resirkulaatio		
Hypovolemia		

ECMO:ssa liian negatiivinen ottopaine	ECMO-kierron ongelma	ECMO-laitteeseen, kanyyleihin tai ECMO-kiertoon liittyvät haasteet
ECMO:ssa liian positiivinen paluupaine		
Hyytymät ECMO-kierrossa		
Hemolyysi		
Sentrifuugipumpun pettäminen		
Kalvohapettimen pettäminen		
Kriittisten osien toimintahäiriöt		
Ilman kertyminen ECMO-kiertoon/ilmaembolia		
Vähentynyt/estynyt virtaus		
Harlequin/North-south syndrooma		
Hypoksemia	ECMO-laitteeseen, kanyyleihin tai ECMO-kiertoon liittyvät haasteet	
Lihaskemia		
Kanyylin ulosliukuminen		
Kanyylin sijainnin tuomat ongelmat	Kanyyliongelmat	
Vuotoherkkyys	Antikoagulaatioon liittyvä vuotoherkkyys	Antikoagulaatioon liittyvät ongelmat
Hepariinin aiheuttamat ongelmat	Antikoagulaationa käytettävän hepariinin aiheuttamat ongelmat	
Riittämätön sedaatio ja kivunhoito	Lääkehoidon haasteellisuus	ECMO:n vaikutus lääkehoitoon
Pitkäaikaisen sedaation tuomat ongelmat		
Munuaisten toimintahäiriö	ECMO:n vaikutus maksaan ja munuaisiin	
Maksan toimintahäiriö		
Painehaavat		

Immobilisaatio	Kuntouttamiseen liittyvät ongelmat	Kuntouttamiseen ja perushoittoon liittyvät haasteet
Delirium	Varhaisen kuntouttamisen puute	
Infektiot	Lisääntynyt infektioherkkyys	
Päivittäisen perushoidon haasteellisuus	Haastava perushoito	
Stressaavat hoitotilanteet	Sairaanhoidajan kuormittuminen	Hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet
Sairaanhoidajan jaksaminen		
Harjoituksen ja kokemuksen puute	Sairaanhoidajan osaamisen puute	Hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet
Potilaan ja perheen tarvitseman tuen lisääntynyt tarve	Henkisen ja emotionaalisen tuen tarve	

4.2 Kehittämisvaihe – tutkimustulosten hyödyntäminen tehohoitotyössä

Opinnäytetyön aihetta ja tutkimuskysymyksiä laatiessani, aloin suunnittelemaan varhaisessa vaiheessa, miten hyödyntää saatuja tutkimustuloksia mahdollisimman hyvin. Tähän auttoi mielikuva nopeasti ilmaantuvasta ongelmatilanteesta esimerkiksi ECMO-laitteen toimintahäiriöstä. Näissä tilanteissa täytyy mahdollisimman nopeasti pystyä toimimaan, sillä ECMO-kierron pysähtyminen tarkoittaa myös potilaan hemodynamiikan romahtamista jo valmiiksi kriittisesti sairaalla potilaalla. Asiantuntijoiden kirjoittamista artikkeleista ja tutkimuksista löytyy ohjeita, miten menetellä, mutta ne vaativat sairaanhoitajalta säännöllisin väliajoin tapahtuvaa perehtymistä ja luettujen asioiden sisäistämistä. Lisäksi ECMO:on liittyvät artikkelit ovat usein kansainvälisiä tutkimuksia tai asiantuntijoiden kirjoittamia artikkeleita. Potilasturvallisuuden kannalta tulisi olla saatavilla yksinkertaistetut ohjeet, joita pystyisi säännöllisin väliajoin helposti kertaamaan myös itsenäisesti. Tutkimusosion integratiivisessa kirjallisuuskatsauksessa löydetyt haasteet ratkaisuihin antoivat hyvän pohjan viedä kehittelyideaa eteenpäin. Saamieni tulosten pohjalta lähdin kehittämään helppolukuista kaaviota, josta löytyisi tarvittava tieto tiivistetysti.

Kirjallisuuskatsauksessa löydettyjen sairaanhoitajien kokemien ECMO-hoidon haasteiden runsas määrä yllätti, joten päätin vaihtaa menetelmäkaavion taulukon malliseksi ja koitin pitää mielessä sen mahdollisimman hyvän käytettävyyden. Huomioitavaa on, että opinnäytetyöni kehittämissosiota ei ole tehty yhteistyössä minkään sairaalan teho-osaston kanssa.

Kokosin menetelmätaulukon tutkimusvaiheessa saamieni pääluokkien mukaan eli ECMO-laitteeseen, kanyyleihin ja ECMO-kiertoon liittyvät haasteet, antikoagulaatioon liittyvät ongelmat, ECMO:n vaikutus lääkehoitoon, kuntouttamiseen ja perushoittoon liittyvät haasteet sekä hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet. Kokoamisvaiheessa ryhmittelin pääteemojen alle löydetyt haasteet sekä aineistosta näihin löytämäni ratkaisut. Ratkaisujen etsiminen edellytti tutkimusaineiston huolellista lukemista useampaan kertaan. Koitin koko ajan pitää mielessä, minkä ammattiryhmän käyttöön taulukko tulee. Ratkaisuvaihtoehto ei siis voinut olla pelkästään esimerkiksi ECMO-kanyylien vaihto, sillä se ei kuulu hoitajien toimenkuvaan. Asian selventämiseksi kokosin jokaisen haastealueen omaan taulukkoonsa, johon olen tiivistetysti kerännyt ECMO-hoittoon liittyvien haasteiden ratkaisuvaihtoehdot. Järjestämisessä koitin miettiä tärkeysjärjestystä sekä otin myös huomioon kuinka suuren merkityksen jokainen ongelmakohta oli saanut löytämässäni tutkimusaineistossa. Taulukot on laadittu suuntaa-antavaksi malliksi, joita jokainen organisaatio pystyy muokkaamaan omien vaatimusten mukaisesti.

5 OPINNÄYTETYÖN TULOKSET

5.1 Tutkimusvaiheen tulokset

Opinnäytetyön ensimmäinen tutkimuskysymys oli, millaisia haasteita sairaanhoitaja voi kohdata toteuttaessaan ECMO-hoitoa ECMO-laitteella. Integratiivisen kirjallisuuskatsauksen luokitteluvaiheessa löytyi selkeästi viisi eri aihealuetta, jotka aiheuttavat haasteita hoitajille ja joissa potilasturvallisuus saattaa vaarantua. Näitä ovat ECMO-laitteeseen, kanyyleihin tai ECMO-kiertoon liittyvät haasteet, antikoagulaatioon liittyvät ongelmat, ECMO:n vaikutus lääkehoitoon, potilaan kuntouttamiseen ja perushoittoon liittyvät haasteet sekä hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet. Tutkimusvaiheen tuloksia käsiteltäessä keskityin ensin ECMO-hoitoon liittyviin haasteisiin, jonka jälkeen lähdin hakemaan ratkaisuvaihtoehtoja löydettyjen teemojen mukaisesti.

5.1.1 ECMO-hoitoon liittyvät haasteet

Löytämäni haasteet jakaantuivat viiteen eri pääluokkaan, jotka olen erotellut myös omiksi osioikseen. Näitä ovat ECMO-laitteeseen, kanyyleihin tai ECMO-kiertoon liittyvät haasteet, antikoagulaatioon liittyvät ongelmat, ECMO:n vaikutus lääkehoitoon, potilaan kuntouttamiseen ja perushoittoon liittyvät haasteet sekä hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet.

ECMO-laitteeseen, kanyyleihin tai ECMO-kiertoon liittyvät haasteet

Suurimmassa osassa löytämästäni aineistosta korostettiin ECMO-laitteen ja ECMO-kierron riittävän hyvää hallintaa osana potilaan turvallista hoitoa. Tältä alueelta löytyivät kuitenkin myös ne suurimmat haasteet. Asber ym., Koons ym. ja Mossadegh mainitsevat yhdeksi VV-ECMO-hoidon ongelmaksi resirkulaation, jossa jo kertaalleen happeutettu veri palaa välittömästi takaisin ECMO-kiertoon johtaen ECMO-hoidon tehottomuuteen. Ongelma syntyy silloin kun kaksi ECMO-kanyyliä on toisiinsa nähden liian lähekkäin, eli kanyylien kärjet ovat alle 15 cm toisistaan. Tilanteessa negatiivisen paineen takia jo kertaalleen happeutettu veri palaa suoraan takaisin ECMO-kiertoon ilman päätymistä systeemiseen verenkiertoon. (Mossadegh 2017; Asber ym. 2020; Koons ym. 2020.) Hypovolemia tai mekaaninen tukos johtavat vähentyneeseen ECMO-virtaukseen

ja saavat aikaan venapaineen (PVen), eli paineen ennen sentrifuugipumppua, nopeasti nousemaan. Venapaine on negatiivinen paine ja se ei saisi ylittää 100mmHg. Paineen ylittyminen johtuu ECMO-laitteen vaikeuksista saada verta potilaasta, joka johtuu siitä, että esimerkiksi ECMO-letku voi olla taitoksissa ja/tai ottokanyyli tukkeutumassa. Vapaan virtauksen estyminen on haitallista, sillä se vaarantaa potilaan hemodynamiikan. Potilaan hypovolemia on nähtävissä ECMO-laitteen ottolinjan letkun ”vähätyksenä” joka liittyy yhtäkkiin, samanaikaisesti ilmaantuviin nopeisiin ECMO-virtauksen vaihteluihin. Samaan aikaan hypovolemia on todettavissa myös potilaan matalina verenpaineina. (Mossadegh 2017; Patel ym. 2019; Koons ym. 2020.) Arteriapaine (PAr) on kalvohapettimen jälkeinen paine. Se puolestaan on positiivinen paine, joka ei saisi ylittää lukemaa 200-250mmHg. Nopea ja huomattava nousu eli yli 20mmHg/h saattaa aiheutua potilaan lisääntyneestä esikuormasta tai on merkki taittuneesta ja/tai tukkeutuneesta paluukanyylista. Se saattaa johtua hapettimen hyytymästä ja/tai mahdollisesta pettämisestä, liiallisesta verisuonivastuksesta tai keskiverenpaineesta. (Mossadegh 2017; Koons ym. 2020.) Deltapaine on kalvohapettimen kokonaispaine ja sen nouseminen riippuu verivirtauksesta sekä hyytymisen hallinnasta. Huomattavasta noususta, yli 20mmHg/h, on ilmoitettava välittömästi hoidosta vastaavalle tiimille, sillä se voi olla merkki kalvohapettimen sisäisestä verihyytymästä, joka saattaa johtaa koko sentrifuugipumpun pettämiseen. (Mossadegh 2017.)

ECMO-laitteen paineenseurannan lisäksi sairaanhoitajan tulee säännöllisesti tarkkailla sekä hoidon aloituksessa että hoidon jatkuessa koko ECMO-kiertoa verihyytymien, ilmakuplien, fibriinin muodostumisen ja vuotojen varalta. ECMO-hoitoa toteuttavan sairaanhoitajan tulisi osata tunnistaa normaali verihyytymä mahdollisesti potilaalle vaaraa aiheuttavasta verihyytymästä. Pieniä hyytymiä kertyy, koska veri on kosketuksissa keinotekoisien materiaalien kanssa aktivoiden potilaan oman hyytymisjärjestelmän. Kalvohapettimeen kertyvät isot hyytymät ennakoivat suuria ongelmia, mikäli sentrifuugipumppu pääsee niiden vuoksi pettämään. Fibriinin kertyminen kalvohapettimeen näkyy valkoisina raitoina. Kalvohapettimen pettämistä ennakoi potilaan verikaasuanalyysin vaihtelut ilman ECMO-laitesäätöihin kajoamista tai potilaaseen puuttumista. Huomioitavaa on myös veren värieron puuttuminen ennen ja jälkeen kalvohapettimen. Värieron tulisi olla selkeästi havaittavissa eli veri on tummanpunaista ennen kalvohapettinta, jonka jälkeen veri on muuttunut kirkkaan punaiseksi. (Mossadegh 2017; Lucchini ym. 2019; Patel ym. 2019.) Sentrifuugipumpun pettäminen on harvinaista mutta se saattaa johtua pumppuun kertyneestä hyytymästä tai tietyissä ECMO-laitteissa sentrifuugipumpun irtoamisesta tai tehonmenetyksestä (Patel ym. 2019). Sekä sentrifuugipumpun pettäminen, että ECMO-kanyylin ulosluisuminen ovat potilaan henkeä uhkaavia tilanteita. Näihin kriittisiin tilanteisiin liittyy myös verenvuoto, massiivi ilmaembolia ja ECMO-

virtauksen täydellinen loppuminen. (Dalton 2011; Mossadegh 2017; Patel ym. 2019.) Edellä mainittujen kriittisten tilanteiden lisäksi hemolyysi on yksi erittäin vakavista ongelmista. Hemolyysia voi esiintyä kalvohapettimen pettäessä hyytymien ja fibriinin kertymisen takia. Se saattaa johtua myös liian suurista sentrifuugipumpun kierroksista (RPM) tai pumppuun kertyneestä tukoksesta, ECMO-kanyyleihin kertyneistä hyytymistä, liian pienistä ECMO-kanyyleista tai niiden huonosta sijainnista sekä liian negatiivisesta ottopaineesta. Hemolyysi näkyy verisenä virtsana tai dialyysin poistopussiin kertyvänä verisenä suodosnesteenä. (Dalton 2011; Mossadegh 2017; Patel ym. 2019.)

ECMO-hoidossa käytettävät kanyylit ovat läpimitaltaan isoja, joten VA-ECMO-hoitoa saavilla potilailla on huomioitava lihasiskemian mahdollisuus. Perifeeriset ECMO-kanyylit ovat Koons ym. mukaan helppoja asentaa, mutta käytännön kannalta ne aiheuttavat lisähaasteita potilaan hoitoon. Läpimitaltaan iso ECMO-kanyyli saattaa tukkia alaraajaan suuntautuvan verenvirtauksen estäen myös potilaan varhaisen kuntoutuksen aloittamisen. (Mossadegh 2017; Koons ym. 2020.) Toisaalta esimerkiksi kainalovaltimon ja sisemmän kaulalaskimon kautta kanyloiduilla potilailla on suuri riski yläraajan lihasiskemialle, vaikka potilaan varhainen mobilisointi helpottuu. Sentraaliset kanyloinnit altistavat infektiolle ja sternotomia-alueen arpeutumiselle. Sentraalinen kanylointi myös vaatii mediastinumien avaamisen mikä saattaa johtaa hallitsemattomaan verenvuotoon. (Koons ym. 2020.) Läpimitaltaan isot ECMO-kanyylit voivat toimia myös infektion lähteenä ja kanylointipaikka vaikuttaa omalta osaltaan tähän riskiin. Esimerkiksi nivusen alueen kanyloinnit mahdollistavat ulostekontaminaation ja sitä kautta altistavat potilaan infektiolle. (Mossadegh 2017.)

North-South/Harlequin syndroomaa voi esiintyä perifeerisesti kanyloiduilla VA-ECMO hoidettavilla potilailla tilanteessa, jossa heidän oma sydämen toiminta paranee mutta keuhkotoiminta pysyy edelleen kriittisenä (Mossadegh 2017; Asber ym. 2020). Syndrooma on vakava komplikaatio, joka voi pahimmillaan johtaa sepelvaltimo- ja aivoiskemiaan, joten sairaanhoitajalla on merkittävä rooli syndrooman varhaisessa havaitsemisessa (Koons ym. 2020).

Antikoagulaation liittyvät ongelmat

ECMO-hoidon yhteydessä antikoagulaationa käytetään useimmiten hepariinia. Tästä johtuen vuotaminen on ECMO-hoidon aikana yleistä ja vuoto on VV-ECMO-hoidon yleisin komplikaatio. (Mossadegh 2017; Patel ym. 2019.) Antikoagulaation käyttäminen ECMO-hoidon aikana on kuitenkin välttämätöntä, koska potilaan veri on kosketuksissa vierasmateriaalin kanssa aiheuttaen

potilaan oman hyytymisjärjestelmän aktivoitumisen. ECMO-hoitoa aloitettaessa potilaalle annetaan yleensä hepariinia 5000IU suonensisäisesti lisäten samalla potilaan vuototaipumusta. Haasteita potilasta hoitavalle henkilökunnalle lisää kanyloinnin jälkeisen vuototaipumuksen ja hyytymisen eston hallitseminen. Antikoagulaatiosta johtuen avosydänleikkauksen tai elinsiirron yhteydessä verenvuoto saattaa olla normaalia runsaampaa. (Mossadegh 2017.) Sieg ym. mukaan vuotokomplikaatioita esiintyy todennäköisimmin yhdeksännen hoitopäivän jälkeen (Sieg ym. 2019). Vuotamisen ohella myös mahdolliset trombit ja hyytymät aiheuttavat ongelmia (Knisley ym. 2019). Sieg ym. mainitsee ECMO-hoidon haasteeksi myös trombosytopenian, joka johtuu antikoagulaatiomenetelmänä käytettävästä hepariinista. Hepariiniresistenssia on havaittu jopa 22%:lla ECMO-hoitoa saavista potilaista, ja sen aiheuttajaksi on todettu antitrombiinin väheneminen. (Sieg ym. 2019.)

ECMO:n vaikutus lääkehoitoon

Lääkeaineita sitoutuu muun muassa ECMO-laitteen letkustoihin ja kalvohapettimeen sekä ECMO-laitetta käytettäessä lääkeaineiden farmakokinetiikka muuttuu. Tämä koskee erityisesti potilaiden hoidossa käytettäviä sedaatiolääkkeitä, kuten propofolia, midatsolaamia ja deksmedetomidiinia, sekä analgeetteja, kuten esimerkiksi opioideja. ECMO:n vaikutus näin ollen lisää sedaation ja analgeettien määrää verrattuna tavanomaisiin teho-osastolla hoidettaviin potilaisiin. Lisääntynyt sedaation tarve tuo mukanaan lisääntyneet komplikaatiot käytettyihin lääkeaineisiin liittyen. Esimerkiksi rasvapitoisen propofolin sitoutuessa ECMO-kiertoon, täytyy infuusionopeutta nostaa, jolloin lisääntynyt propofolin määrä tuo mukanaan myös propofoliin liitetyt haittavaikutukset. Deksmetomidiniin lisääntynyt tarve puolestaan altistaa potilaan hypotensiolle ja bradykardialle. Riittävän sedaatiosyvyyden saavuttaminen saattaa olla ECMO-hoidon aikana haastavaa, mutta se on välttämätöntä, jotta potilaat tulisivat asianmukaisesti hoidettua. ECMO-hoidosta vastaavan sairaanhoitajan täytyy osata arvioida potilaan sedaation ja kivunhoidon tarvetta, jotta hoito olisi inhimillistä ja vahingoittaisi potilasta mahdollisimman vähän. (Acevedo-Nuevo ym. 2017; Mossadegh 2017; Sieg ym. 2019; Koons ym. 2020.)

ECMO-laitteella hoidettavilla potilailla on suurentunut riski munuaisten tai maksan toimintahäiriöön (Knisley ym. 2019; Koons ym. 2020). Munuaisten toimintahäiriö saattaa johtua hypotensiosta yhdistettynä heikentyneeseen munuaisperfuusioon (Knisley ym. 2019). Heikentynyt munuaisfunktio rajoittaa omalta osaltaan lääkeaineiden poistumista. ECMO-kierto saattaa

heikentää myös verenkiertoa maksassa hidastaen edelleen lääkeaineiden poistumista (Sieg ym. 2019).

Kuntouttamiseen ja perushoitoon liittyvät haasteet

ECMO-hoidossa olevan potilaan pitkäaikainen sedaatio ja mekaaninen ventilaatio tuovat mukanaan lisääntyneen infektoriskin, lihasten surkastumisen sekä painehaavat (Acevedo-Nuevo ym. 2017). Erityisesti ECMO-hoidon asettamat rajoitukset, esimerkiksi kanylointipaikan takia, hankaloittavat potilaan varhaisen mobilisaation aloitusta sekä altistavat painehaavoille (Acevedo-Nuevo ym. 2017; Mossadegh 2017; Koons ym. 2020). Muita mahdollisia ihovaurioita voi esiintyä, koska ECMO-kanyylin ompeleet ovat tiukasti ommeltu ja voivat ajan myötä vaurioittaa ihoa. Lisääntynyt turvotus yhdistettynä ECMO-kanyylien ja letkujen painoon iholla aiheuttavat lisääntyneen painehaavariskin (Mossadegh 2017).

ECMO-hoidossa olevien potilaiden sedaation haastavuuden lisäksi ongelmia henkilökunnalle aiheuttaa myös potilaalle ilmaantuva mahdollinen delirium, joka on todettu olevan yksi ECMO-hoidon komplikaatioista (Knisley ym. 2019). Pitkä immobilisaatio aiheuttaa deliriumia ja pidentää potilaan hoitoaika teho-osastolla. Toistaiseksi ei ole saatavilla kirjallisuutta, joka kertoisi sairaanhoitajan roolista ECMO-hoidon aikaisen deliriumin hoitamisessa (Krupa ym. 2019.)

Koons´n ym. mukaan infektioiden havaitseminen on vaikeaa, sillä ECMO:lla hoidettavat potilaat eivät kuumeile johtuen ECMO-laitteeseen liitetystä lämmönvaihtimesta (Koons ym. 2020). ECMO:lla hoidettavilla potilailla on kohonnut riski saada sairaalaperäisiä infektioita ja esimerkiksi hengityslaittehoidon aiheuttama pneumonia sekä bakteremia ovat näillä potilailla yleisiä sepsiksen aiheuttajia (Patel ym. 2019).

Hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet

Sairaanhoitajat ovat ECMO-potilaiden läheisyydessä koko ajan ja tarkkailevat potilaan vointia ja ECMO-hoidon onnistumista. Hoitajan työkuormaa lisää jatkuva ECMO-kierron seuranta sekä verikaasujen seuranta, jonka vuoksi verinäytteitä tulee ottaa usein. (Lucchini ym. 2019.) Henkilökunta altistuu myös ylimääräiselle stressille, sillä lisääntyneen työkuorman takia myös potilas ja hänen perheensä tukeminen vievät normaalia enemmän aikaa ja resursseja. (Corley ym. 2010; Mossadegh 2017; Lucchini ym. 2019; Koons ym. 2020). Etenkin keuhkosiirteen odottaminen

on stressaava kokemus sekä potilaalle että hänen perheelleen sillä he joutuvat kestämään jatkuvaa epävarmuutta (Koons ym. 2020). Myös ECMO-hoitoa tarvitsevat synnyttäneet äidit aiheuttavat lisääntyntä stressiä hoitavalle henkilökunnalle. Heidän kohdallaan psykososiaalista kuormittumista lisää perhesidonnaisuus, äiti-lapsisuhteen muodostamisen hankaluus, ahdistus ja potilaan/perheen kokemat taloudelliset huolet. (Knisley ym. 2019.) Williams´n ym. mukaan potilaan hoitoon osallistuva henkilökunta joutuu myös kohtaamaan useita tunteita herättäviä ja haastavia tilanteita mikäli ECMO-hoidosta päätetään vetäytyä tuloksettomana (Williams ym. 2016). Lisääntyneen perheen tukemisen tarpeen lisäksi ECMO:lla hoidettavat potilaat ovat usein hemodynamiikaltaan labiileja ja hoitotyö saattaa olla erittäin haastavaa ja mahdollisesti jopa riskialtista epävarman happeutumisen, antikoagulaation ja dekanylaatoriskin vuoksi (Acevedo-Nuevo ym. 2017; Lucchini ym. 2019; Krupa ym. 2019).

Stressaavien hoitotilanteiden lisäksi harjoituksen ja kokemuksen puute on iso riski onnistuneelle ECMO-hoidolle. Hoitajat tarvitsevat riittävästi kokemusta ECMO-hoidon toteuttamisesta taatakseen laadukkaan hoidon ja riittävän potilasturvallisuuden, mutta tämän taidon kehittymiseen he tarvitsevat myös potilaita. (Dalton 2011, Ebberts 2020.) Riittävä potilasmäärä ELSO:n tämänhetkisen suosituksen mukaan on vähintään 6 potilasta vuodessa mutta useissa eri lähteissä on mainittu määrän olevan vähintään 20 potilasta vuodessa. Lisäksi kaikilla yliopistosairaaloilla täytyy olla riittävä valmius hoitaa äkillistä ECMO-hoitoa tarvitsevat potilaat. (Suojaranta 2017.) Mikäli ECMO-hoitoa tarvitsevia potilaita hoidetaan yksittäisellä teho-osastolla ELSO:n tämänhetkistä suositusta vähemmän, on sairaanhoitajien kokemuksen saanti erittäin haastavaa ja ongelmallista sillä riittävää kokemusta ei pääse kertymään.

5.1.2 Ratkaisuja ECMO-hoidon haasteisiin

Toisena tutkimuskysymyksenä oli lähteä kartoittamaan sisällönanalyysin kautta löytyneisiin ECMO-hoidon haasteisiin ratkaisuehdotuksia. Lähteenä käytin samaa integratiivisessa kirjallisuuskatsauksessa löydettyä aineistoa. Löydösten perusteella ECMO-hoidon aikaisen potilasturvallisuuden parantamiseen liittyy paljon muutakin kuin pelkän laitteen asianmukainen osaaminen ja hoitajan säännöllinen kouluttautuminen. Ratkaisuvaihtoehtoja kirjoitin auki sisällönanalyysin kautta löytyneiden pääluokkien mukaan eli ECMO-laitteeseen, kanyyleihin ja ECMO-kiertoon liittyvät haasteet, antikoagulaatioon liittyvät ongelmat, ECMO:n vaikutus

lääkehoitoon, kuntouttamiseen ja perushoitoon liittyvät haasteet sekä hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet.

ECMO-laitteeseen, kanyyleihin ja ECMO-kiertoon liittyvät haasteet

Potilasta hoitaessaan sairaanhoitajat toimivat jatkuvasti potilaan vierellä havainnoiden ja reagoiden potilaan voinnissa tapahtuviin muutoksiin. Tämän vuoksi hoitajat huomaavat ensimmäisenä mekaanisen ventilaation ja ECMO-hoidon vasteen potilaan hoidossa. Potilaan huono sopeutuminen hengityslaittehoitoon nostattaa intratorakalista painetta vaarantaen optimaalisen ECMO-virtauksen. Hoitajan tulisi näissä tilanteissa lisätä sedaation syvyyttä tai muuttaa hengityslaitteen asetukset sopimaan paremmin potilaan muuttuneeseen tilanteeseen. (Koons ym. 2020.)

Patel ym mukaan säännöllinen ECMO-kierron tarkkailu ja tutkiminen on erittäin tärkeää ECMO-kierron toiminnan ja potilasturvallisuuden kannalta. Kaikkien komponenttien rutiinomaisella tutkimisella ja käytössä olevien kaasujen oikein yhdistämisen varmistamisella, pitäisi estää suurimpien ongelmien kehittyminen. Läheinen kommunikaatio lääkäreiden ja hoitajien välillä on välttämätöntä, jotta pystytään takaamaan optimaalinen toiminta ja potilaan mahdollisimman hyvä hoito. (Patel ym. 2019.)

ECMO:n verivirtaus saattaa yhtäkkiä laskea esimerkiksi 5l/min 1,5l/ minuutissa. Tämä on erittäin haitallista täysin ECMO-hoidon varassa oleville potilaille, sillä nopea virtauksen lasku laskee huomattavasti myös verenpainetta huonontamalla samalla potilaan happeutumista. Nopeissa verivirtauksen laskuissa hoitajan tulee ensin saada virtausmuutokset tasoittumaan laskemalla virtausta niin alas, että stabiili, johdonmukainen virtaus on saavutettu. Esimerkiksi 5l/min virtaus lasketaan 4l/min vaikka keskiverenpaine laskisi alle tavoitteen. (Mossadegh 2017, Patel ym. 2019.) Tämän jälkeen hoitajan tulee ilmoittaa asiasta lääkärille ja tarkistaa samalla ECMO-kierto varmistaakseen siitä, etteivät virtausmuutokset johdu vuotamisesta tai ECMO-letkujen taitumisesta. Hypovolemia aiheuttaa ottoletkun ”väpättämistä”, joka johtuu ECMO-laitteen aiheuttamasta negatiivisesta paineesta sen yrittäessä ylläpitää asetettua kierroslukemaa (RPM). Samalla myös PVein eli venapaine (ottopaine) nousee. Hoitaja pystyy päättelemään potilaan kärsivän hypovolemiasta, mikäli ECMO-letkujen väpätysten lisäksi potilaan verenpaineet ovat matalat ja ECMO-virtauksessa ilmenee äkillisiä vaihteluja. Virtauksen nopeat vaihtelut saattavat

edesauttaa myös hyytymien tai fibriinin kehittymistä huonontaan samalla ECMO-laitteen toimintaa. Hypovolemiassa suonensisäinen nestetäyttö, esimerkiksi kristalloideilla, korjaa ongelman, jonka jälkeen voidaan palata takaisin haluttuihin ECMO-säätöihin. Liiallista nesteytystä on kumminkin syytä välttää, joten hoitajan on kyettävä erottamaan VA-ECMO-hoidoissa hypovolemiaan liittyvä ECMO-letkujen heijaaminen normaaliin sydämenrytmiin liittyvästä ECMO-letkujen heijaamisesta. Jälkimmäisen erottaa siitä, ettei se aiheuta muutoksia potilaan hemodynamiikkaan eikä äkillisiä virtausvaihteluita ECMO-laitteessa. (Mossadegh 2017, Patel ym. 2019.) Liiallinen nesteytys aiheuttaa kudosturvotuksia sekä keuhkoödemaa, joten turhaa nesteytystä tulisi välttää. Nesteenpoistolääkkeen aloitusta tulee harkita, jos potilaan diureesi ei ole riittävää. Mikäli lääkityksestä huolimatta diureesia tulee alle 0,5 mg/kg/h ja potilaan nestebalanssi jää > 500ml 24h aikana, tulisi aloittaa munuaiskorvaushoito. (Mossadegh 2017.)

ECMO-hoitoa toteuttaessaan hoitajan tulisi muistaa, että potilas saattaa olla täysin ECMO-hoidon varassa ja pienetkin tauot hoidossa saattavat olla potilaalle erittäin haitallisia. Potilaan henkeä uhkaavissa tilanteissa tulee potilas aina ensin eristää ECMO-kierrosta pihdittämällä sekä arteria- että venalinjat mahdollisimman läheltä potilasta. Hyvä muistisääntö on arterialinjan pihdittäminen välittömästi sentrifuugipumpun pysähtyttyä. Tällöin vältetään retrogradinen virtaus ja ilman pääsy potilaaseen. Kun potilas on eristetty kierrosta, ongelma voidaan paikallistaa ja joko poistaa kertynyt ilma ECMO-kierrosta tai vaihtaa uusi hoitosetti, jonka jälkeen ECMO-hoitoa voidaan turvallisesti jatkaa. Kaasunjakelu potilashuoneeseen voi myös yllättäen keskeytyä ja näitä tilanteita varten happipullot tulisi sijoittaa potilashuoneeseen, sekä tarvittaessa liittää suoraan ECMO-kiertoon, kunnes kaasunjako-ongelma on ratkaistu. Patel ym. muistuttavat, että esimerkiksi sentrifuugipumpun pettäessä yllättäen, tulisi ECMO-kierron ylläpitämiseksi ottaa erillinen käsiveivi käyttöön välittömästi, kunnes vika on korjattu tai saatu korvaava laite tilalle. (David, Mirabel, Jehanno & Lebreton 2017; Patel ym. 2019). Häätätilanteita varten tulisi myös olla erikseen koottu niin sanottu hätäpakkaus joko potilaan läheisyydessä tai osastolla. Tämä varmistaisi välittömän reagoinnin haitallisiin, potilasturvallisuutta vaarantaviin tapahtumiin. Sisältöön tulisi kuulua pihtejä, käsiveivi ja lisätarvikkeita, esimerkiksi sopivan kokoisia yhdistäjiä, sakset, nesteitä, nippusiteitä, nippusiteen kiristämiseen tarkoitettu työkalu sekä steriilit hanskat. Häätätilanteisiin tulee varautua ennakoivasti eli sairaanhoitajan kuuluu tarkistaa mahdollisten tarvikkeiden saatavuus joka työvuoron aluksi. (Mossadegh 2017.)

Hemolyysi saattaa johtua kalvohapettimen pettämisestä hyytymien ja fibriinimuodostumisen vuoksi, sentrifuugipumpun liian kovasta kierrosnopeudesta, ECMO-kanyylien tukkeutumisesta tai

esimerkiksi hypovolemian aiheuttamasta liian kovasta negatiivisesta imusta eli liian kovasta ottopaineesta. Hemolyysi näkyy tummanpunaisena värinä virtsassa tai dialyysin suodosnesteessä. Hemolyysi tulee korjata verensiirroin eli annetaan punasoluja, trombosyyttejä ja jääplasmaa sekä vaihtamalla ECMO-setti uuteen. (Mossadegh 2017.) Rutiininomaisella vapaan plasman hemoglobiinin testaamisella voidaan tarkemmin määrittää aiheuttaako ECMO-kierto hemolyysia (Patel ym. 2019). Normaali paineenpudotus kalvohapettimen ympärillä on <50mmHg. Jos se nousee ollen yli 100mmHg, on syytä epäillä kalvohapettimen tukosta. Pettämässä oleva kalvohapetin tulee vaihtaa uuteen vähentäen samalla potilaalle aiheutuvaa trombiriskiä tai riskeeraamatta potilaan saamaa hoitoa (Patel ym. 2019.)

Resirkulaatiota esiintyy pienessä määrin joka VV-ECMO-hoidossa. Tämä kuitenkin johtaa ongelmiin, mikäli resirkulaatio on suurta heikentäen muiden elinten hapensaantia ja potilaan vointi heikkenee. Mikäli VV-ECMO-hoidossa oleva potilas on kanyloitu käyttäen erillisiä otto- ja paluulinjan kanyyleja, eli kanyloitu sekä kaula- että reisilaskimon kautta, tulisi resirkulaation välttämiseksi kanyylin kärkien välillä olla etäisyyttä noin 15 cm toisiinsa nähden. (Patel ym. 2019.) Resirkulaation yksi syy on myös liian kova virtaus tai intratorakaalipaineen muutos esim tamponaatio- tai pneumothorax-tilanteissa. Resirkulaatiota VV-ECMO-hoidossa voidaan vähentää asentamalla kaksi erillistä kanyyliä (otto reisilaskimosta, palautus kaulalaskimoon), varmistamalla kanyylin paikka päivittäin otettavalla röntgenkuvalla, ja huomioimalla, että kanyylien suuret läpimitat mahdollistavat myös isomman verivirtauksen. Resirkulaation määrään pystyy vaikuttamaan myös tiukalla hengityslaittekontrollilla, jolloin pystytään suoraan vaikuttamaan intratorakaalipaineen muutoksiin. Mikäli näistä ei ole apua ja potilaan happeutumista halutaan parantaa, voidaan ECMO-kanyylien paikkaa muuttaa manipuloimalla olemassa olevia ECMO-kanyyleja, vaihtamalla kaksi ECMO-kanyyliä yhteen bicaval-kaksoislumenkanyyliin tai lisäämällä venakanyyli toiseen reisilaskimoon. Kaksoislumenkanyyliä käytettäessä on huomioitava, että se mahdollistaa maksimissaan 5l/min virtauksen. (Mossadegh 2017.) Kaksoislumenkanyylien etuna on pienentynyt vuotoriski, koska tarvitaan ainoastaan yhden suonen punktiota ja tämä antaa paremman mahdollisuuden potilaan kuntouttamiselle. Kanyylin kautta saadaan kuitenkin matalammat virtaukset verrattuna kahteen erilliseen kanyyliin, esimerkiksi femoralis-jugularis, joten sitä käytetään enemmän potilaille, jotka hyötyvät CO₂-poistosta kuin heille, joilla on vakava hypoksemia ja jotka vaativat suurempia ECMO-virtauksia. (Koons ym. 2020.)

North-south / Harlequin syndroomaa esiintyy ainoastaan perifeerisesti kanyloiduilla VA-ECMO-tukea saavilla potilailla, joiden sydämen toiminta alkaa palautumaan, aorttaläppä kykenee

avautumaan ja potilaan oma verenkierto hiljalleen käynnistyy. Syndroomassa sydämen vasen kammio jaksaa kierrättää verta eteenpäin, jolloin reisivaltimeen ECMO-laitteella palautettu veri ja potilaan oma verenkierto törmäävät toisiinsa. Tässä tilanteessa huonosti happeutunut veri kiertää ylävartalon alueella ja ECMO-laitteella hapeutettu veri kiertää ainoastaan alavartalon alueella. Pahimmillaan ilmiö saattaa näkyä kasvojen alueen sinertävänä värinä, kun taas puolestaan alaraajat muuttuvat pinkin väriseksi. (Mossadegh 2017.) Komplikaation seurannassa hoitaja ottaa verikaasuanalyysin potilaan oikeassa ranteessa sijaitsevasta arteriakanyylista saadakseen tarkimmat arvot sydämen ja aivojen alueen happipitoisuudesta. Verinäytteen vähentynyt happipitoisuus kertoo mahdollisesta North-South syndroomasta. Ylävartalon happipitoisuuden luotettavan mittauksen kannalta sairaanhoitajan tulee myös varmistaa, että pulssioksimetri on potilaan oikeassa kädessä. North-South syndrooman hoitamiseksi lisätään sekä ECMO-laitteesta verivirtausta, että hengityslaitteesta sisäänhengitysilman happipitoisuutta. Hoitavan tiimin tulisi myös harkita siirtymistä VV-ECMO-hoitoon tai vieroittaa potilas kokonaan ECMO:sta, mikäli hänen vointinsa sen sallii. (Koons ym. 2020.) North-South / Harlequin syndrooman hoidossa VAV-ECMO-hoitoa tulee harkita potilaille, joilla on vaikea keuhkojen toimintahäiriö ja hypoksemia (Patel ym. 2019). Hoitavan henkilökunnan on arvioitava tarkoin erilaisiin kanylointiyhdistelmiin liittyviä riskejä ja hyötyjä saavuttaakseen parhaimman mahdollisen hoitotuloksen potilaan hoidossa (Koons ym. 2020). ELSO myös suosittelee ylläpidettävän normaalia hematokriittitasoa ECMO-hoidon aikana optimoidakseen hapen jakautumisen (Patel ym. 2019).

Läpimitaltaan isokokoiset kanyylit voivat tukkia verivirtauksen alaraajoihin. Varmistaakseen riittävän distaalisen perfuusion raajojen kärkiosiin, sairaanhoitajan tulee tarkistaa tunneittain perifeeriset pulssit joko palpoimalla tai käyttämällä doppler-ultraääntä. Myös NIRS-arvoja seurataan, mikäli se on mahdollista. Sairaanhoitajat tarkkailevat lisäksi molempien alaraajojen lämpötilaa, väriä ja kapillaaritäyttöä. Raajan pinkeys, valkoinen väri ja rakkojen muodostuminen viittaavat lihasiskemiaan. Pahimmissa tapauksissa alaraaja saattaa mennä nekroosiin. Jos perifeerinen iskemia on havaittavissa, pieni re-perfuusio kanyyli voidaan liittää ECMO-kiertoon käyttämällä Y-yhdistäjää reisivaltimokanyylissa. Pinnallinen arteriakanyyli ohjaa retrogradisesti veren ECMO-kanyylilta alaspäin kohti reisivaltimea varmistaen jalan riittävän perfuusion ja ehkäisten samalla alaraajaiskemioita. Lisäkanyylilla pystytään turvaamaan verenkierto alaraajaan, mutta sen täytyy olla helposti seurattavissa. Peittomateriaalina kannattaakin käyttää läpinäkyvää kalvoa, jotta hoitaja pystyy tarkkailemaan hyytymien tai fibriinin muodostumista. (Mossadegh 2017; Koons ym. 2020.)

Koska potilas on ECMO-laitteen varassa, syvä sedaatio ja mahdollinen paralyysi voivat olla perusteltuja optimoimaan ECMO-laitteen verivirtauksen ja minimoimalla dekanylaatorisikin (Sieg ym. 2019). Kanyylin ulosluisuminen saattaa olla potilaan henkeä uhkaava tila ja sitä on ehdottomasti vältettävä. Siksi ennen potilaan mobilisointia on tarkistettava huolellisesti ECMO-kierto ja yhdistäjien kiinnitykset. Tärkeintä on varmistaa, että ECMO-kanyylien ja ECMO-letkujen väliset nippusiteet ovat kiinnitetty huolellisesti ja ne ovat ehjät, ECMO-kanyylit ovat ompelein kiinni ihossa ja peittomateriaalit sekä kiinnitysteipit ovat tiukasti kiinni. (Mossadegh 2017.) Jos dekanylaatio pääsee tapahtumaan kaikista varotoimenpiteistä huolimatta, täytyy potilaan hoidosta vastaavan hoitajan osattava toimia oikein. Käytössä olevan antikoagulaation ja isokokoisten ECMO-kanyylien vuoksi vuoto on potilaan henkeä uhkaavaa, joten hoitajan on osattava reagoida välittömästi. Ensimmäiseksi täytyy suojella potilas lisäverenvuodolta ja ilmaembolialta sulkemalla ECMO-letkut, etenkin paluulinjan letku. Nopean toiminnan varmistamiseksi ECMO-laitteen läheisyydessä täytyy olla riittävästi pihtejä ja hoidosta vastaavan hoitajan on aina oman työvuoronsa alkaessa tarkistettava pihtien riittävyys. Tilanne on mahdotonta hoitaa yksin, joten avunpyyntö on välttämätöntä ja jokaisen teho-osastolla työskentelevän täytyy tietää kenelle soittaa hätätilanteissa. Kolmantena tehtävänä on painaa ECMO-kanyylin punktiokohtaa voimakkaasti. Näiden jälkeen potilaan vointi tulee stabiloida mahdollisimman pian verensiirtoin sekä varauduttava elvytykseen sekä uuden ECMO-hoidon aloitukseen. (Mossadegh 2017.)

Jotta potilaalle vaarallisia hyytymiä ei pääsisi muodostumaan, tulee hoitajan tarkistaa taskulamppua käyttäen koko ECMO-letkusto. Pienten hyytymien muodostuminen kalvohapettimen yläosaan on normaalia mutta laajat hyytymäalueet, etenkin paluupuolen linjassa, ovat erittäin haitallisia estäen verivirtauksen potilaaseen sekä hyytymän irrotessa se saattaa kulkeutua verivirran mukana potilaan päänalueelle aiheuttaen vahinkoa. Näitä tilanteita tulee ehdottomasti välttää vaihtamalla riittävän ajoissa uusi ECMO-hoitosetti. Hyytymiä epäiltäessä täytyy huomioida, etteivät ne välttämättä näy ulospäin vaan yksi ECMO-setin vaihdon indikaattori on kalvohapettimen tehottomuus. (Mossadegh 2017.) Visuaalinen tutkiminen voi paljastaa tukoksen muodostumisen kanyylien ympärille, sentrifuugipumpun kennoon tai kalvohapettimeen. ECMO-setin vaihtoa on harkittava, jos tukoksen muodostuminen estää pumpun tai kalvohapettimen virtausta tai altistaa potilaan emboliariskille. (Patel ym. 2019.) Hoitajat ovat vastuussa ECMO:n kalvohapettimen ja letkuston hyytymien kertymisen seuraamisesta, dokumentoimisesta ja ilmoittamisesta hoitavalle tiimille (Koons ym. 2020).

Sairaanhoitajan tulisi jatkuvasti tarkkailla vuotoa ja hyytymien muodostusta ECMO-hoitoa toteuttaessaan. Heidän tulisi kiinnittää erityisesti huomiota ECMO-kanyylin juureen sekä tarkkailla fibrinijuosteiden, jotka näkyvät usein valkoisina raitoina, muodostumista kanyyliin. Hoitajat ovat merkittävässä roolissa tarkkaillaessaan antikoagulaation aiheuttamia muutoksia, jotka voivat olla potilaalle kokonaishoidon kannalta oleellisia. Hoitajien tulee siksi seurata potilaan hyytymisstatusta myös ECMO:sta irrottautumisen jälkeen varmistaakseen, ettei potilaan henkeä uhkaavia vuotoja tai trombimassan muodostusta pääse kehittymään. (Sieg ym. 2019.)

ECMO:n vaikutus lääkehoitoon

Sairaanhoitaja on tärkeässä asemassa ECMO-hoidossa olevan potilaan asianmukaisen lääkehoidon toteuttamisessa. ECMO-hoitoa toteuttaessaan hänen tulee tietää ECMO-hoidon vaikutus käytössä oleviin lääkeaineisiin. ECMO:lla hoidettavat potilaat saattavat tarvita suurempia annoksia sedatoivia lääkkeitä sopeutuakseen raskaaseen tehohoitoon. Sairaanhoitaja on potilaan välittömässä läheisyydessä ja hänen on osattava arvioida potilaan saaman riittävän sedaation sekä kivunhoidon vastetta siihen tarkoitukseen luoduilla mittareilla, jotta potilas tulee asianmukaisesti hoidettua. Sieg ym. suosittelevat sedaation syvyyden arviointiin RASS-mittaria (Richmond Agitation-Sedation Scale). ECMO vaikeuttaa sedaatio- ja kipulääkkeiden hallintaa ja potilas hyötyy hereilläään olemisesta. Tämän vuoksi potilaan mahdollisimman kevyt sedaatio tai jopa sedaation keskeyttäminen olisi suositeltavaa. Mikäli hemodynamiikan ylläpito uhkaa vaarantua tai potilas sopeutuu huonosti hengityslaittehoitoon, sedaation ja kipulääkkeiden jatkaminen on kuitenkin perusteltua. Sedatoidun potilaan neurologinen tila tulee siinä tapauksessa tarkistaa vähintään 4 tunnin välein, koska ECMO-hoitoa saavalla potilaalla on lisääntynyt aivohalvausriski. (Sieg ym. 2019; Koons ym. 2020.) Asianmukaisen lääkehoidon toteutuksessa täytyy huomioida lisäksi steriilit tekniikat sekä aseptinen työskentelytapa potilaan lisääntyneen infektiokerkkyyden vuoksi (Sieg ym. 2019).

ECMO:lla hoidettavan kriittisesti sairaan potilaan päivittäinen hoito on haastavaa ja vaarallista potilaan kriittisen tilan vuoksi. Syvä sedaatio ja jopa relaksaatio ovat siksi hyväksyttäviä ja näitä käytetään yhä säännöllisesti. Pitkäaikainen sedaatio ja mekaaninen ventilaatio ECMO-potilaalla tuovat mukanaan infektorisikin, lihasten surkastumisen ja painehaavat. Hyvä sedaatiostrategia ja hoitotyön suunnitelma kuitenkin vähentävät näitä riskejä. (Acevedo-Nuevo ym. 2017.)

ECMO saattaa aiheuttaa munuaisten ja maksan toiminnanvajausta. Hoitajien tulisi siksi seurata potilaan diureesia sekä laboratorionäytteitä havaitakseen huonontuneeseen munuaisfunktioon sopivat merkit. Myös maksan toimintaa tulee seurata laboratoriotestein. Munuaisten ja maksan toiminnanvajausta hidastavat osaltaan lääkeaineisen poistumista elimistöstä. (Koons ym. 2020.)

Antikoagulaation aiheuttamat ongelmat

ECMO-hoidon toteutuksessa potilas tarvitsee hepariini-infuusion, koska veren hyytymisjärjestelmä aktivoituu ollessaan kosketuksessa vieraan keinomateriaalin, eli esimerkiksi ECMO-letkujen kanssa. Hepariinin käyttöön liittyy lisääntynyt vuotoriski ja potilaalta seurataan tiiviisti hyytymiseen liittyviä veriarvoja. Veren hyytymiseen liittyvissä tutkimuksissa on seurattava aktivoitua hyytymisaikaa (ACT) sekä tromboplastiiniaikaa (INR). Koons ym. esittävät, että tromboplastiiniaikaa tulisi seurata verinäyttein neljän tunnin välein, jotta pysyttäisiin halutussa tavoitteessa. (Koons ym. 2020.) Vaikka ELSO:n ohjeistuksessa ACT-tavoite on 180- 220 sekuntia, matalampi ACT eli 140-160 sekuntia vähentää vuotoa ja vuodosta johtuvia kuolemia ilman trombivaikutuksia. Näiden tulosten perusteella kevyempi antikoagulaatiohoito saattaisi olla potilaan kannalta suotuisampaa. (Sieg ym. 2019.) Hepariinin lisääntyneen tarpeen pitäisi herättää epäilystä hepariiniresistenssista, jolloin olisi syytä tarkistaa verinäytteellä antitrombiini III-taso. Tasoa voidaan ylläpitää normaalilla tasolla (80-120%) tuorejäädetyllä plasmalla tai konsentraatilla. (Patel ym. 2019.) Hepariinin aiheuttamassa trombositopeniassa (HIT), voidaan hepariini vaihtaa bivalirudiniin tai argatrobaaniin. Hepariinilla kyllästetty ECMO-kierro on joidenkin tutkimusten mukaan myös saattanut aiheuttaa jatkuvaa trombositopeniaa. Tietyissä tilanteissa vuotokomplikaatiopotilaat voivat tarvita jakson ilman antikoagulaatiota. (Patel ym. 2019.) Vuotamisen ehkäisemiseksi hepariinitasoa täytyy säätää verinäytteiden mukaan. VA-ECMO-hoidoissa aktivoitu partiaalinen tromboplastiiniaika (aPPT) täytyy olla 1,8-2 kertainen verrattuna normaaliin tasoon potilaan sydämen toimintakunnosta riippuen. Anti-FXA saattaa kuitenkin olla jopa parempi mittari hepariinitason mittaamiseen. VV-ECMO-hoidossa sopiva taso on 1,5-1,8 kertainen verrattuna normaaliin tasoon. VAV-ECMO:ssa tavoite on puolestaan 2- 2,2 kertainen. (Mossadegh 2017.) Jos riittävää antikoagulaatiotasoa ei voida saavuttaa, korkea verivirtaus ECMO:ssa eli 4-5l/min, on suositeltavaa vähentämään riskiä ECMO-kierron pysähtymiselle tai hyytymien muodostumiselle (Patel ym. 2019).

Laboratoriotutkimusten lisäksi hoitajien tulee tarkkailla ECMO-kanyylien sekä suonensisäisten kanyylien punktiokohdan vuotoa, poistettujen kanyylien kohdalla hematooman kehittymistä, retroperitoneaalista vuotoa, GI-kanavan eli maha-suolikanavan vuotoa sekä keuhkojen vuotoa. Vähentääkseen verihukkaa, hoitajien tulisi harkita keuhkonsiirtoa odottavien potilaiden kohdalla lasten verinäyteputkien käyttämistä myös aikuisilla. (Koons ym. 2020.)

Korva-nenä-kurkku-alueen vuotamista on vaikea vältellä. Potilaan suun hoito on oleellista, vaikka se on haastavaa ja saattaa tuntua tehottomalta. Suusta on poistettava hellävaraisella imulla eritteet. Huuhteluun ei saa käyttää alkoholipitoisia suuvesiä, sillä ne ylläpitävät limakalvojen vuotamista ja aiheuttavat kivelyä. Puhdistaminen tehdään hellävaraisesti pehmeitä tikkuja käyttäen. Nenäverenvuodoissa hoitaja voi kokeilla tyrehdyttää vuotoa painamalla sieraimia tukkoon noin 5 minuutin ajan. Mikäli tämä ei riitä, voidaan kokeilla laittaa sulavaa hemostaasimateriaalia molempiin sieraimiin. Mikäli vuoto edelleen jatkuu, voidaan kokeilla tamponaatiota, jossa pallotakatamponin täyttämällä saadaan nenän takaosien verenvuoto loppumaan. Kaikki kanyylinjuuret voivat vuotaa verta, jolloin voidaan käyttää hemostaattisia sidoksia vähentämään toistuvia sidosten vaihdoksia. Potilaan hoidossa on huomioitava mahdolliset pään alueen vuodot, joten potilaan neurologisen tilan seuranta on tärkeää. Kevennettäessä sedaatiota on tarkistettava pupillien valoreaktiot ja potilaan tajunnantaso on seurattava säännöllisesti. (Mossadegh 2017.)

Keuhkojen alueen verenvuotoon kannattaa kiinnittää huomiota, sillä se saattaa johtua VA-ECMO-hoitoa saavilla potilailla DIC:sta (disseminoitunut intravaskulaarinen koagulaatio). VV-ECMO-hoitoa saavilla potilailla tulisi käyttää hengityskoneessa kostutettuja hengityskoneletkuja vähentämään verihyytymän muodostumista keuhkoputkeen. Virtsaan saattaa erittyä verta mutta tämä on harvinaista. Virtsan väri on näissä tapauksissa kirkkaan punaista. On huomioitava, että tummanverinen virtsa on puolestaan yksi merkki hemolyysistä. Myös verisiin ulosteisiin tulee kiinnittää huomiota. Vuotoriskin vuoksi päivittäin on seurattava potilaan hemoglobiinitasoa ja korvattava tarvittaessa vuotaminen punasolu- ja trombosyyttisiirroin. Vakavissa verenvuodoissa, joita ei saada hallintaan toistuvien verensiirroin, on saatu hyviä tuloksia hepariini-infusion keskeytyksellä tuntien tai jopa päivien ajaksi. Tämä kuitenkin edellyttää tarkkaa seurantaa, ettei hyytymiä pääse muodostumaan kanyyleihin, kalvohapettimeen, sentrifuugipumppuun tai ECMO-letkustoon. Myös aktivoitua partiaalista tromboplastiiniaikaa (aPTT) on seurattava tiiviisti. (Mossadegh 2017.)

Kuntouttamiseen ja perushoitoon liittyvät haasteet

Immobilisaatio lisää riskiä painehaavoille. Toisaalta ECMO:lla hoidettavat potilaat saattavat olla hemodynaamiltaan liian labiileja isoille asennonvaihoille. Myös perifeerinen ECMO-kanylaatio nivuksessa estää potilaan aktiivisen mobilisaation. Sairaanhoidajat ovat ensisijaisesti vastuussa potilaiden painehaavariskien vähentämisestä vaihtamalla potilaiden asentoa säännöllisesti. (Koons ym. 2020.) Cooperin ym. mukaan painehaavariskien vähentämisessä on työpaikan kulttuurilla iso merkitys eli miten henkilökunta suhtautuu labiilien potilaiden liikutteluun. Potilaan asennonvaihoille tulisi laatia selkeä suunnitelma. Heidän mukaansa labiiliakaan potilasta ei saa jättää täysin liikuttelematta, vaan hoitajien tulee arvioida kääntöjen mahdollisuutta uudelleen aina 8 tunnin kuluttua. Kun potilaan vointi on tasoittunut, täytyy protokollan mukaista asennonvaihtoa toteuttaa kahden tunnin välein. (Cooper ym. 2015.) Myös hitaasti tapahtuvat käännöt kokeneella tiimillä johtavat onnistuneeseen lopputulokseen. Potilaan kääntämisessä tarvitaan kokeneen tiimin lisäksi hyvää kommunikaatiota. Riittävä etukäteissuunnittelu on olennainen osa onnistuneen tuloksen saavuttamiseksi ja esimerkiksi potilaan hygienian perushoidossa tarvitaan aina vähintään kaksi hoitajaa (Lucchini ym. 2019.) Painehaavariskiä voidaan vähentää profylaktisella suojauksella, jolloin painavat ECMO-letkut eivät pääse aiheuttamaan painehaavoja. Asennonvaihtojen yhteydessä on huolehdittava esimerkiksi tyynyjen avulla, etteivät potilaan kantapäät ole patjaa vasten. (Cooper ym 2015; Koons ym 2020.) ECMO-kanyyleiden kiinnitykseen täytyy valita mahdollisimman vähän ihoa vaurioittavia materiaaleja, esimerkiksi hydrokolloidisidokset, jotka sallivat myös letkujen kiinnittämisen (Mossadegh 2017).

ECMO-hoitoa tarvitsevien potilaiden hoidossa on harkittava ilmatäytteisten decubituspatjojen käyttöä. Vuodelevossa olevien potilaiden hoidossa täytyisi myös pyytää fysioterapeuttia läpikäymään passiiviset ja aktiiviset liikeradat. (Koons ym. 2020.) Painehaavojen ehkäisemiseksi on hyvä laittaa profylaktisesti polyuretaanisidokset paineherkille alueille kuten esimerkiksi sacrumin alueelle. Usein VV-ECMO-kanyyli on kanyloitu sisemmän kaulalaskimon kautta, jolloin on suositeltavaa laittaa polyuretaanisidos kanyyliin ja korvan väliin lievittämään korvaan kohdistuvaa painetta. (Cooper ym. 2015.) Mobilisoinnin helpottamiseksi Koons ym. ehdottavat myös, että hoitajien tulisi esittää keuhkonsiirtoa odottavan VV-ECMO:lla hoidettavan potilaan kohdalla femoralis-kanyylin vaihtamista kaulalaskimon kautta kanyloitavaan kaksoislumenkanyyliin, jolloin potilaiden olisi helpompi osallistua fysioterapiaan sekä kuntoutukseen (Koons ym. 2020). Painehaavariskien ohella myös potilaan päivittäinen perushoito on usein riskialtista ja haastavaa sekä vaatii hyvää etukäteissuunnittelua (Krupa ym. 2019).

Varhaisen kuntoutuksen estyminen on nähty yhdeksi deliriumin syyksi. Krupan ym. mukaan pitkä immobilisaatio aiheuttaa deliriumia ja pidentää potilaan hoitoaikaa teho-osastolla (Krupa ym. 2019). Kun tehohoitajat ovat tietoisia deliriumin tunnusmerkeistä, diagnoosi voidaan tehdä nopeasti vähentäen samalla mahdollisia negatiivisia sivuvaikutuksia kuten esimerkiksi ECMO-kanyylien irtoamista potilaan motorisen levottomuuden seurauksena. Deliriumia voidaan ehkäistä keskeyttämällä sedaatio päivittäin, aloittamalla varhainen mobilisaatio, ajoittamalla toiminnot, kuten esimerkiksi pesut, päiväajalle ja välttämällä liiallista valoa ja meteliä yöaikaan, jolloin potilas kykenee ylläpitämään normaalin uni-valverytmin. Myös yhteydenpito läheisiin ja valokuvat tai muistoesineet rauhoittavat potilasta. RASS (Richmond Agitation-Sedation scale) on hyvä mittari sedaation määrän ja syvyyden arvioimisessa. RASS-mittarin käyttö auttaa vähentämään myös liiallisen sedaation aiheuttamia haittoja. (Knisley ym. 2019.) Mikäli hoitaja-potilas-suhde on 1:2 tai enemmän, deliriumia lähdetään usein hoitamaan lääkkeellisesti. Siksi hoitaja-potilas-suhde tulisi optimoida potilaan kuntoon nähden ollen 1:1, 2:1 tai jopa enemmän. Lääkkeettömät hoitokeinot saattavat olla kuitenkin potilaan kannalta lääkkeellisiä hoitokeinoja parempi vaihtoehto. (Lucchini ym. 2019.)

ECMO-potilailla on suurentunut infektoriski. Mahdollinen infektio ja sepsiksen kehittyminen ovat kuitenkin vaikeita havaita, sillä potilaalle ei nouse kuumetta ECMO-laitteeseen liitetystä lämmönvaihtimesta johtuen. Infektiota epäiltäessä leukosyyttien eli valkosolujen tarkistamisen lisäksi mikrobiologiset näytteet, kuten veriviljelyt, yskösnäyte/imulimanäyte sekä virtsanäytteet tulisi ottaa mahdollisimman pian. Varhainen, aggressiivinen hoito on välttämätöntä laajakirjoisilla antibiooteilla sekä verenkierron tukilääkkeillä, jotta pystytään takaamaan elinten riittävä perfuusio. (Mossadegh 2017; Patel ym. 2019.) Infektion kehittymiseen pystytään kuitenkin vaikuttamaan eli esimerkiksi ECMO-kanyylin pistopaikan sidosten vaihtaminen täytyy suorittaa steriilin tekniikoin ja valita peittomateriaaliksi klooriheksidiiniä sisältävä sidos. Klooriheksidiiniä sisältävä kalvo kannattaa valita myös sentraalisten kanyylien peittomateriaaliksi vähentämään infektoriskiä. Samalla se pidentää sidosten vaihtovälin seitsemään vuorokauteen ja sallii juuren päivittäisen tarkkailun ilman sidosten irrottamista. Hoitajien täytyy seurata tarkoin potilaiden mahdollisia infektion merkkejä, joita ovat lisääntyneet eritteet, märkäinen erite sentraalisten kanyyleiden ja ECMO-kanyyleiden pistokohdasta sekä labiili hemodynamiikka. (Koons ym. 2020.) Kanyylin juuri vaatii päivittäistä tarkkailua, jotta mahdollinen punoitus, turvotus, selvä infektio, vuoto tai liukuminen tulee havaittua riittävän ajoissa. (Mossadegh 2017; Lucchini ym. 2018.)

Hoitajan ammattitaitoon kohdistuvat haasteet

Koska ECMO-laitteella hoidettavat potilaat ovat riippuvaisia laitteen toiminnasta ja hyvästä hallinnasta, tulisi tähän kiinnittää erityistä huomiota. ELSO:n suositus on vähintään 6 potilasta vuodessa ECMO-hoitoja toteuttaville yksiköille. Monissa kirjoituksissa korostetaan, että vasta yli 20 potilasta vuositason olisi riittävä määrä takaamaan turvallisuutta, sillä potilasmäärien kasvaessa kuolleisuus vähenee. (Suojaranta 2017.) Kaikissa yksiköissä ei näin isoon volyymiin päästä, jolloin osaamisen ylläpitäminen saattaa muodostua haasteelliseksi. Patel ym. suosittelevat säännöllistä simulaatioharjoittelua, jotta potilaan henkeä uhkaavissa ECMO:on liittyvissä ongelmissa, kuten ECMO-kierron täydellisestä pysähtymisestä, selvittäisiin onnistunein lopputuloksin. Simulaatioissa pystytään laitehallinnan lisäksi harjoittelemaan tiimityötä. Hätätilanteissa tulisi ECMO-tiimin toimia mahdollisimman rauhallisesti ja tehokkaasti sekä myös tiimin välisellä hyvällä kommunikaatiolla on ratkaiseva merkitys. (Patel ym. 2019.)

Sairaanhoitajan kokemuksen puutteen lisäksi vastaan saattaa tulla haastavia tilanteita, joista selviytymiseen tarvitaan erilaisia purkukanavia. Perinteisesti hoitotyössä potilaan autonomia korostuu. Siksi ECMO-hoidosta luopuminen herättää useita kysymyksiä, mikäli potilas on päätöksentekohetkellä esimerkiksi sedatoituna, eikä itse voi osallistua päätöksen tekoon. Williams ym. korostavat, että eettiset kysymykset ovat paljon vähäisempiä ECMO-hoitoa jatkettaessa kuin siitä luovuttaessa. Pitkittyessään moraalinen ahdistus saattaa johtaa tyytymättömyyteen töissä, työuupumukseen, hoitotyön ammattilaisten vähentymiseen sekä vähentää myös halukkuutta elinluovutukseen. Siksi emotionaalisten ja haastavien tilanteiden purku olisi suotavaa. Syventynyt ymmärtäminen eettisistä tekijöistä voi auttaa työntekijöitä käsittelemään vaikeita tilanteita johtaen mahdollisten moraalisten ongelmien lieventymiseen. (Williams ym. 2016.) Tehostettu viestintä ja hoidon koordinointi voivat auttaa lievittämään ahdistusta, joka liittyy klinisiin tuloksiin ja potilaan mahdolliseen kuolemaan. Myös sosiaalityöntekijä pystyy tarjoamaan psykososiaalista tukea, keskusteluapua ja resursseja sairaalassaoloajan ja avohoidon tarpeisiin sekä potilaalle että hänen läheisilleen keventäen samalla sairaanhoitajien kokemaa työkuormaa. (Knisley ym. 2019.)

Potilaiden kokemaa ahdistusta pystytään lievittämään erilaisin keinoin. Jos synnyttänyt äiti ei esimerkiksi pysty luomaan äiti-lapsi-sidosta perinteisin menetelmin, innovatiiviset ratkaisut, kuten videoyhteys, mahdollistavat yhteydenpidon sekä vastasyntyneeseen että muihin lapsiin kotona. (Knisley ym. 2019.) Lieventääkseen elinsiirron odottamiseen liittyviä pelkoja, ahdistusta ja stressiä, hoitoyksiköiden tulisi harkita sellaisen opetusresurssien kehittämistä ja laajentamista, joilla potilaita ja heidän perheitään pystytään ohjaamaan ja tukemaan ECMO-hoidon ja elinsiirron

odottelukokemuksen ajan. On tilanteita, joissa potilasta ei hyväksytä elinsiirtolistalle ja näissä tapauksissa palliatiivinen hoitotiimi voi auttaa tukemaan sekä potilasta että hänen perhettään ja helpottaa löytämään hoitokeskustelulle uudet tavoitteet. (Koons ym. 2020.)

5.2 Kehittämävaiheen tulokset

Tutkimustulosten pohjalta nousseet pääluokat jaottelevat laatimaani menetelmätaulukkoa. Taulukosta on luotu helposti luettava apuväline helpottamaan ECMO-koulutetun sairaanhoitajan päätöksentekoprosessia. Taulukon käyttöön ottavat työyksiköt voivat tarpeen mukaan muokata ohjeistusta oman yksikön ohjeiden ja tavoitteiden mukaiseksi.

5.2.1 Toimintaohjeet sairaanhoitajien kokemuksiin ECMO-hoidon haasteisiin

ECMO-LAITTEESEEN KANYYLEIHIN JA ECMO-KIERTOON LIITTYVÄT HAASTEET	
ONGELMA	MITEN TOIMIN?
Vähentynyt ECMO-virtaus	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkista ECMO-kierto (onko letkuissa kinkkausta, taittumista, vuotoa) - Hypovolemian mahdollisuus? Maltillinen nestetäyttö kristalloideilla (vältä liiallista nesteytystä!) - Potilaan huono sopeutuminen hengityslaittehoitoon? Tarkista hengityslaitesäädöt ja/tai huolehdi riittävästä sedaatiosta
ECMO-virtaus laskee nopeasti ja stabiilia virtausta ei saavuteta	<ul style="list-style-type: none"> - Laske ECMO:n verivirtaus niin alas, että stabiili virtaus on saavutettu - Informoi hoitavaa lääkäriä - Tarkista ECMO-kierto (onko letkuissa kinkkausta, taittumista, vuotoa) - Hypovolemian mahdollisuus, mikäli myös potilaan verenpaineet matalat ja

	<p>ottopaine nousee. Maltillinen nestetäyttö kristalloideilla (vältä liiallista nesteytystä!)</p>
ECMO-kierto pysähtyy yllättäen	<ul style="list-style-type: none"> - Pihditä arteria- ja venalinjat (arterialinja ensin!) - Paikallista ongelma; tarvitaanko ilmanpoistoa, ECMO-setin vaihtoa uuteen? - Sentrifuugipumpun pettäessä käsiveivi välittömästi käyttöön, kunnes vika korjattu tai uusi laite saatu tilalle - Muista ennakointi! Hätätilanteita varten huolehdittava mm käsiveivi, ja pihdit potilaan välittömään läheisyyteen
Sentrifuugipumpun pettäminen	<ul style="list-style-type: none"> - Pihditä arteria- ja venalinjat (arterialinja ensin!) Ota erillinen käsiveivi käyttöön välittömästi ja jatka kunnes vika on korjattu tai on saatu korvaava laite tilalle
Venapaine laskee ollen alle -100mmHg	<ul style="list-style-type: none"> - ECMO-laite ei saa verta johtuen venaletkun tukoksesta/tukkeumasta. Tarkista letkut
Arteriapaine nousee nopeasti (20mmHg/h) (raja-arvot 200-250mmHg)	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkista onko paluuletku taitoksissa/taitunut, kalvohapettimessa voi olla hyytymää tai se on pettämässä. Liiallinen verisuonivastus tai potilaan keskiverenpaine on liian korkea (lisääntynyt esikuorma).
Kalvohapettimen kokonaispaine eli deltapaine nousee nopeasti 20mmHg/h	<ul style="list-style-type: none"> - Kalvohapettimessa on sisäinen tukos, josta saattaa seurata sentrifuugipumpun pettäminen, vaihto uuteen hapettimeen/ECMO-settiin

	<ul style="list-style-type: none"> - Ilmoita välittömästi lääkärille!
ECMO-letkuissa veren värieron puuttuminen	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkista tuorekaasuvirtaus-liitännät - Kalvohapetin pettämissä ->vaihda uuteen
Verikaasuanalyysin vaihtelut ilman ECMO-säätöihin kajoamista tai potilaaseen koskemista	<ul style="list-style-type: none"> - Kalvohapettimen pettäminen -> vaihda uuteen
ECMO-kanyylien ulosluisuminen	<ul style="list-style-type: none"> - Pihditä ECMO-linjat - Pyydä apua välittömästi - Paina vuotavaa pistokohtaa voimakkaasti - Potilaan voinnista huolehtiminen (verensiirrot, varaudu elvytykseen, uuden ECMO-hoidon aloitus) - Muista riittävä sedaatio & ECMO-letkujen liitosten tarkistus ennen potilaan liikuttelua
Verihyytymät ECMO-kierrossa	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkista letkusto säännöllisesti verihyytymien ja fibriniinijosteiden varalta - Mikäli hyytymä paluupuolen linjassa -> vaihto uuteen ECMO-settiin - Muista, ettei hyytymä näy aina ulospäin, myös hapettimen tehottomuus antaa viitteitä hyytymien muodostumisesta
Ilmaa ECMO-kierrossa	<ul style="list-style-type: none"> - Pihditä ECMO-linjat, poista ilma tai vaihda uusi hoitosetti - Ole huolellinen sentraalisten IV-linjojen käsittelyssä (ei avoimia lääkkeenantolinjoja, infuusioautomaatit käyttöön), tiivistä ECMO-kanyylien juuret ja pistopaikat esim. kanyylinkiinnitysteipillä

Resirkulaatio (VV-ECMO)	<ul style="list-style-type: none"> - Informoi lääkäriä - THX-kuvan avulla tarkistus, että kanyylien kärjet vähintään 15cm etäisyydellä toisiinsa nähden, tarvittaessa kanyylien manipulointi tai uudet kanyylit sekä verivirtauksen optimointi
Potilaan kasvojen sinertävä väri, raajat punertavat	<ul style="list-style-type: none"> - Mahdollinen Harlequin-/ North-South-syndrooma. - Informoi lääkäriä! - Verikaasuanalyysi potilaan oikeassa ranteessa olevasta arteriakanyylista ja mahdollisuuksien mukaan kalvohapettimen näytteenottoportista. - ECMO-hoidon mahdollinen lopetus tai hoitomuodon vaihtaminen - Huomioi että pulssioksimetri ja arteriakanyyli täytyy olla VA-ECMO-hoidoissa aina potilaan oikeassa kädessä
Lihaskemia (merkinä pinkeät raajat, rakkulat)	<ul style="list-style-type: none"> - Ennakoi tarkkailemalla alaraajojen lämpötilaa, kapillaaritäyttöä, väriä ja pinkeyttä sekä palpoimalla/kuuntelemalla dopplerilla pulssit. Re-perfuusiokanyyli varmistamaan perifeerisesti kanyloidun alaraajan verenkierto - NIRS-monitorointi
Diureesi tai dialyysin poistosuodos muuttuu tummanpunaiseksi	<ul style="list-style-type: none"> - Hemolyysin mahdollisuus! Korjaaminen verensiirron (punasolut, trombosyytit, jääplasma) ja vaihtamalla ECMO-setti uuteen. Huolehdi jatkossa, ettei ottopaine ole liian negatiivinen tai liian suuri RPM

	sekä seuraa mahdollisten hyytymien kertymistä
Diureesi niukkaa tai olematonta	<ul style="list-style-type: none"> - Nesteenpoistolääkkeen aloituksen harkinta - Mikäli nesteenpoistolääkityksellä diureesi <0,5ml/h ja potilaan nestebalanssi >500ml/24h aikana - >munuaiskorvaushoidon aloituksen harkinta

ECMON VAIKUTUS LÄÄKEHOITON

ONGELMA	MITEN TOIMIN?
Riittämätön sedaatio ja kivunhoito	<ul style="list-style-type: none"> - Huolehdi riittävästä sedaatiosta ja kivunhoidosta (ECMO vaikuttaa lääkkeiden annostukseen) - RASS-mittarin säännönmukainen käyttö - Sedatoidun potilaan neurologisen tilan seuranta vähintään 4h välein lisääntyneen aivohalvausriskin vuoksi
Pitkäaikaisen sedaation tuomat haitat esim lihaskato	<ul style="list-style-type: none"> - Huomioi hyvä sedaatiostrategia ja hoitotyön suunnittelu. Varhainen kuntoutus

ANTIKOAGULAATION AIHEUTTAMAT ONGELMAT

ONGELMA	MITEN TOIMIN?
Lisääntynyt vuotoriski	<ul style="list-style-type: none"> - ACT:n mittaus. Tavoite 180-220s tai jopa matalampi 140-160s. Noudata lääkärin antamia ohjeita - INR:n säännöllinen mittaus 4h välein - Heparini-infusion säätö verinäytteiden ja lääkärin ohjeistuksen mukaan - Vuodon seuranta

	<ul style="list-style-type: none"> - Tarvittaessa tauko antikoagulaatiosta erillisen määräyksen mukaan
Kanyylin juuren vuoto	<ul style="list-style-type: none"> - Hemostaattiset materiaalit käyttöön, jotta vältetään toistuvilta sidosten vaihdoilta
Korva-nenä-kurkku-alueen verenvuodot	<ul style="list-style-type: none"> - Nenäverenvuoto – paina sieraimia tukkoon 5 min ajan. Jos ei auta, laita hemostaasimateriaalia molempiin sieraimiin. Jos ei auta, informoi lääkäriä tamponaation tarpeesta - Ennaltaehkäise - varovainen suunhoito eli eritteiden poisto ja puhdistus pehmein puhdistustikuin. Vältä alkoholipohjaisia suuvesiä
Verihyytymien muodostuminen keuhkoputkeen	<ul style="list-style-type: none"> - Aktiivikostutus-letkusto hengityslaitteeseen
Verinen virtsa ja/tai uloste	<ul style="list-style-type: none"> - Virtsaan saattaa erittyä verta mutta se on harvinaista. Tummanverinen virtsa johtuu mahdollisesta hemolyysistä. - Nämä huomioitava ja raportoitava aina. Seurattava tiiviisti hemoglobiinitasoa ja tarvittaessa verivalmisteiden anto. Vakavissa vuotoissa hepariini-infuusion tauotus, mikäli ei tilannetta saada haltuun toistuvien verensiirtoin
Hepariiniresistanssi, HIT	<ul style="list-style-type: none"> - Tarkista ATIII-taso (80-120%) - Hepariniin aiheuttamassa trombositopeniassa (HIT) hepariinivalmisteeseen vaihto bivalirudiiniin/argatrobaaniin

KUNTOUTTAMISEEN JA PERUSHOITON LIITTYVÄT HAASTEET

ONGELMA

MITEN TOIMIN?

Painehaavat	<ul style="list-style-type: none"> - Asennon vaihto 2h välein - Decubituspatja kaikille ECMO-hoitoa tarvitseville potilaille - Mikäli potilas ns. liian labiili liikuttelulle -> arvioi tilanne uudestaan 8h kuluttua - Käännöillä kokenut tiimi ja hyvä kommunikaatio. Riittävä etukäteissuunnitelu - Ihoalueiden suojaaminen profylaktisesti (esim ihoalueen suojaus ECMO-letkujen alta) - Vältä kantapäiden pitkäaikaista kosketusta patjaan
Immobilisaation tuomat ongelmat (esim lihaskato)	<ul style="list-style-type: none"> - Älä ylläpidä tarpeetonta sedaatiota - Laadi selkeä kuntoutussuunnitelma ja noudata sitä. Kuntouttava asenne - Fysioterapeutin suorittama aktiivisten ja passiivisten liikeratojen läpikäyminen - Mikäli potilas ns. liian labiili liikuttelulle -> arvioi tilanne uudestaan 8h kuluttua. Liikuttelussa kokenut tiimi ja hyvä kommunikaatio. Riittävä etukäteissuunnitelu
Suun limakalvojen verenvuodot	<ul style="list-style-type: none"> - Varovainen suunhoito eli eritteiden poisto ja puhdistus pehmein puhdistustikuin. Vältä alkoholipohjaisia suuvesiä (vuotoa lisäävä vaikutus)
Hengityslaittehoiton aiheuttama pneumonia (VAP)	<ul style="list-style-type: none"> - Hyvä aseptiikka - Aktiivikostutin käyttöön
Lisääntynyt infektoriski	<ul style="list-style-type: none"> - Hyvä aseptiikka - Huolehdi ECMO-kanyylinjuurien puhdistuksesta steriilein tekniikoin.

	<p>Klooriheksidiinikalvot peittomateriaaliksi</p> <ul style="list-style-type: none"> - Huomioi nivuskanyloinneissa lisääntynyt ulostekontaminaation riski
Delirium	<ul style="list-style-type: none"> - Mahdollisimman lyhytaikainen sedaatio. Sedaation päivittäinen keskeytys - Varhaisen kuntoutuksen aloitus - Normaalin uni-valverytmin takaaminen - Salli potilaiden yhteydenpito läheisiin esim videopuheluin. - RASS-mittarin käyttö sedaation syvyyden arvioinnissa

HOITAJAN AMMATTITAITOON KOHDISTUVAT HAASTEET

ONGELMA	MITEN TOIMIN?
Kokemuksen puute	<ul style="list-style-type: none"> - Säännöllinen harjoittelu (simulaatiot). Opittujen taitojen ylläpito - Tiimityö ja hyvä kommunikaatio mahdollistavat onnistuneen suoriutumisen
Lisääntynyt työkuorma	<ul style="list-style-type: none"> - Tiimityö! - Keskustelumahdollisuus
Sairaanhoidajan emotionaalinen kuormittuminen	<ul style="list-style-type: none"> - Avoin keskustelumahdollisuus ja riittävä viestintä. Debriefing
Potilaan ja hänen perheensä tarvitsema tuki	<ul style="list-style-type: none"> - Keskustelumahdollisuus sekä hoitajien että lääkäreiden kanssa. Ulkopuolisen avun tarjoaminen (esim kriisiapu, sairaalapastori). Avoin viestintä

6 POHDINTA

6.1 Opinnäytetyön luotettavuuden tarkastelu

Kvalitatiivisen tutkimuksen arvioinnissa tulisi huomioida, että tutkija on kuvannut todenmukaisesti ja luotettavasti tutkimuksen etenemisen aina saatuihin tuloksiin asti. Ongelmakohtia ovat yksipuolinen ja epäselvä aineisto sekä tutkimusprosessin ja päätösten liian pinnallinen kuvaaminen. Tutkimusmetodologia saattaa olla tehdyille tutkimukselle kelpaamaton tai dokumentointi on jäänyt epätarkaksi. Tutkimusprosessin pitää olla kokonaisuudessaan helposti seurattavissa, luodut kategoriat johdonmukaisia sekä tutkimuksen päätelmät täsmällisiä. Teoreettisen johdonmukaisuuden puuttuminen näkyy siinä, ettei lopputulokseksi ole saatu teoriaa, mallia tai käsitteellistä kehystä. Tutkijalla täytyy olla riittävää teoreettista herkkyyttä, jotta hän kykenee ymmärtämään tutkittavaan ilmiöön liittyvät tekijät kyeten samalla tunnistamaan keskeiset asiat aineistosta sekä tulkitsemaan ne oikein. Herkkyyttä voidaan lisätä kirjallisuuden sekä ammatillisen tai henkilökohtaisten kokemusten avulla. (Kankkunen ym 2013, 199-201.)

Kirjallisuuskatsauksen luotettavuuteen voidaan helpoiten vaikuttaa aineiston käsittelyvaiheessa kuvaamalla aineiston käsittely ja sen vaiheet mahdollisimman tarkoin. Luotettavuutta tutkiessa voidaan arvioida, miten tutkimuskysymyksiin on vastattu ja ovatko aineiston käsittely ja sen vaiheet toistettavissa. Luotettavuutta parantaa kahden tai useamman tutkijan yhteistyö, mutta sen voi tehdä myös yksin. (Kangasniemi & Pölkki 2016, 80, 91.) Tutkimuksen luotettavuuden kannalta on merkittävää, ettei syyllistytä vilppiin missään tutkimuksen tekovaiheessa (Korhonen, Jylhä, Korhonen & Holopainen 2018, 33). Kirjallisuuskatsauksen tekijän on tunnettava aihealue niin hyvin, että hän kykenee seulomaan tutkimuksen kannalta olennaisen aineiston riittävän tarkasti. Asiantuntemusta tarvitaan, ettei keskitytä kirjallisuuskatsauksen kannalta epäolennaisiin tai liian heikosti liittyviin tutkimuksiin. Aineiston haussa täytyy pitää koko ajan mielessä tutkimusongelmat ja -tavoitteet. Kirjallisuuskatsauksen prosessi kuvaillaan mahdollisimman yksityiskohtaisesti, jotta katsauksen lukija pystyy lähdeviitteiden avulla tarkistamaan käytettyjen lähteiden sopivuuden sekä miten tutkija on lähteiden perusteella rakentanut uutta tietoa. Sekä määrällisessä että laadullisessa tutkimuksessa voidaan parantaa tutkimuksen luotettavuutta hyödyntämällä tutkimuksessa useita menetelmiä. (Hirsjärvi ym 2009, 121, 231-233, 259.) Käyttämäni kirjallisuuskatsausmenetelmän eli integratiivisen katsauksen luotettavuutta heikentää mahdollinen puolueellisuus sekä monipuolisen aineiston hankala käsiteltävyys (Whittemore ym. 2005). Riittävän hyvä aihealueen tuntemus

kuitenkin auttoi jäsenitelemään runsasta tutkimusaineistoa parantaen omalta osaltaan tutkimuksen luotettavuutta.

Koska tein opinnäytetyön yksin, kuvasin tiedonhaun mahdollisimman tarkasti ja näkyvästi. Luotettavuutta lisää, että käytin sopivien hakusanojen etsimisessä Oulun ammattikorkeakoulun kirjaston informaation apua. Palaverin aikana tehdyt koehaut antoivat oikean suuntaisen aineiston, josta oli hyvä jatkaa järjestelmällistä hakua yksinään. Luotettavuutta saattaa hieman heikentää yksin tehty opinnäytetyö ja runsas englanninkielinen aineisto. Tästä syystä jotain olennaisia asioita on voinut jäädä huonommalle huomiolle tai tulkinnassa on tapahtunut väärinkäsityksiä. Toisaalta monet asiat toistuivat useissa löytämässäni artikkeleissa tai tutkimuksissa, joten tämä puoltaisi parempaa luotettavuutta. Luotettavuutta myös lisää aihealueen tuntemus sekä ymmärtämys siitä, että tehosairaanhoidajan työnkuva saattaa vaihdella eri maissa eli kaikki löytämäni tieto ei ole suoraan siirrettävissä tai verrattavissa suomalaiseen tehohoitoon.

Yksin laadullista tutkimusta tekevä saattaa tulla sokeaksi omalle tutkimukselleen. Väärin päätelmien riski nousee, jos tutkimuksen tekijä on vakuuttunut liikaa johtopäätöksensä oikeellisuudesta. Yleisiä kvantitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden arvioinnin kriteerejä ovat esittäneet esimerkiksi Cuba ja Lincoln (1981, 1985) ja heidän esittämiään luotettavuuden kriteerejä käytetään edelleen kvalitatiivisen tutkimuksen arvioinnin perustana. Näitä kriteerejä ovat uskottavuus, siirrettävyys, riippuvuus ja vahvistavuus. Uskottavuudelta vaaditaan tulosten selkeää kuvausta, jotta lukija ymmärtää tutkimuksen vahvuudet ja rajallisuudet sekä miten analyysi on edennyt. Siirrettävyyden varmistamiseksi edellytetään tarkkaa tutkimuksen etenemisen kuvausta sekä aineistojen keruun ja analyysin kuvausta. (Kankkunen, Vehviläinen-Julkunen 2013, 197-198.)

Lähdekritiikin kannalta on oleellista, että kirjoittaja on tunnettu ja arvostettu sekä lähde on uskottava ja arvostetulta kustantajalta. Tutkimustieto saattaa muuttua nopeasti, joten lähteen ikä ja lähdetiedon alkuperä täytyy ottaa huomioon. Plagioinnilla tarkoitetaan toisen tekijän ideoiden, tutkimustulosten tai tekstien kopioimista eikä se ole missään muodossa hyväksyttävää. (Hirsjärvi ym. 2009, 113-114, 122.) Aineiston etsinnässä käytin avuksi informaation osaamista sekä pyysin myös ohjeistusta opinnäytetyön ohjaajilta, jotta hakuprosessit ja analyysit tulisivat mahdollisimman tarkasti kuvatuksi sekä olisivat myös toistettavissa. Käyttämäni aineisto oli maksimissaan 10 vuotta vanhaa tutkimusaineistoa haettaessa. Tiivis yhteydenpito opinnäytetyön ohjaajiin auttoi siinä, että sain tehtyä opinnäytetyöni noudattaen hyvää tieteellistä käytäntöä. Kaikki mukaan otettu aineisto täytti tutkimukselle laatimani sisäänottokriteerit.

6.2 Opinnäytetyön eettisyyden tarkastelu

Eettisyydellä tarkoitetaan sitä, että tutkimuksen tekijä on noudattanut eettisiä periaatteita koko tutkimuksen teon ajan ja hänen tutkimuksessaan käyttämänsä menetelmät analyysitapoineen täyttävät tieteelliselle tutkimukselle asetetut vaatimukset. Tutkimusetiikka täytyy ottaa huomioon kaikissa tutkimusprosessin vaiheissa eikä tutkimus saa aiheuttaa haittaa millekään taholle. (Aaltio & Puusa 2020.)

Tieteellinen tutkimus voi olla eettisesti hyväksyttävä, luotettava ja sen tulokset uskottavia ainoastaan silloin, jos se on tehty hyvän eettisen käytännön vaatimusten mukaisesti. Hyvän tieteellisen käytännön keskeisiä lähtökohtia ovat rehellisyys, huolellisuus ja tarkkuus koko tutkimustyöhön liittyvässä prosessissa. Tutkimuksen teossa on toteutettava riittävää avoimuutta ja tutkimustulosten julkaisussa vastuullista viestintää. Muiden tutkijoiden tekemää työtä on kunnioitettava ja arvostettava sekä heidän töihinsä tulee viitata asianmukaisesti. Tutkimus täytyy suunnitella, toteuttaa ja raportoida tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten edellyttämällä tavalla. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.) Kunnioitin muiden tutkijoiden tekemiä tutkimuksia ja asiantuntija-artikkeleita hyvän tieteellisen käytännön mukaisesti ja olin huolellinen kirjoittaessani omaa työtäni, etten lähtisi muuttamaan tai vääristämään löytämäni tietoa. Käytin asianmukaisia lähdeviitteitä viitatessani tutkimuksiin, asiantuntija-artikkeleihin sekä teoksiin. Kuvailin mahdollisimman tarkasti tiedon haun prosessin sekä opinnäytetyön etenemisen.

Hyvän tieteellisen käytännön loukkauksina pidetään epäeettistä ja epärehellistä toimintaa. Nämä voivat olla tahallisia tai johtua huolimattomuudesta. En syylistynyt vilppiin, mitä pidetään hyvän tieteellisen käytännön loukkauksena. Vilpillä tarkoitetaan tekaistujen havaintojen esittämistä, havaintojen vääristämistä, plagiointia eli luvaton lainaamista sekä toisen henkilön tutkimustulosten, -idean, -suunnitelman, -tai aineiston esittämistä ominaan. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012.) Tarkistin ennen opinnäytetyön aloittamista, ettei vastaavia tutkimuksia ole lähiaikoina tehty ja opinnäytetyön idea oli täysin omani. En syylistynyt plagiointiin.

Opinnäytetyöni on kirjallisuuskatsaukseen perustuva ja kehittämisosio sisälsi ainoastaan ohjeistuksen teon ja implementointisuunnitelman. Nämä tein itsenäisesti eikä niiden kehittämiseen osallistunut hoitohenkilökuntaa. Siksi en tarvinnut opinnäytetyön tekemiseen ylihoitajan tai lääkärin lupaa, sillä kehittämistyötä en tehnyt yhteistyössä minkään sairaalan teho-osaston kanssa. Mikäli olisin edennyt käyttöönottoon asti ja ohjeistusta olisi lähdetty muokkaamaan yhdessä

hoitohenkilökunnan kanssa, olisin tarvinnut virallisen tutkimusluvan kyseessä olevan sairaalan teho-osastosta vastaavalta ylihoitajalta tai toiminnasta vastaavalta lääkäriä. (Kankkunen, Vehviläinen-Julkunen 2013, 219-222.) Aloittaessani opinnäytetyön tekemistä varmistin vielä lupasian tarpeellisuuden oman työpisteeni ylihoitajalta sekä tarkistin, että opinnäytetyö vastaa tietosuojalainsäädännön asettamia vaatimuksia.

6.3 Tulosten pohdinta

Valitsin opinnäytetyöni aiheen omasta mielenkiinnostani. ECMO-hoitoon liittyvät artikkelit ovat usein melko lääketieteellisiä, joten halusin omassa tutkimuksessani painottaa nimenomaan hoitotyön puolta, vaikka lääketiede onkin tässä aihealueessa vahvasti läsnä. Löydetyt aineiston hakutulokset olivat osittain melko yllätyksellisiä, sillä olin uskonut ECMO-laitteen käytön osaamisen olevan se suurin ongelma, joka erityisesti painottuu käsiteltäessä ECMO-hoidon potilasturvallisuutta. Laitteosaamisen lisäksi aineistossa korostui myös hoitajan ammatillinen rooli, potilaan hyvä perushoito sekä sairaanhoitajan jaksaminen. Jälkimmäiseen ehkä kiinnitetään aivan liian vähän huomiota ja työntekijöiltä saattaa puuttua oikeanlaiset purkukanavat, mikäli kyseessä on tunteita herättävä potilastapaus. Potilastapausten osittainen läpikäyminen ECMO-hoitajien kanssa ehkä toisi myös uudenlaista näkökulmaa ja mahdollisuuden oppia uutta. Haastavien tilanteiden käsittely olisi myös hyödyllistä, jotta niihin osattaisiin varautua jatkossa ja kenties muuttaa toimintaa potilasturvallisempaan suuntaan.

Haastavin ongelma kuitenkin on oman ammattitaidon ja osaamisen ylläpitäminen, mikäli ECMO:lla hoidettavia potilaita on harvoin. Jo opinnäytetyöni alussa mainitsin tutkimuksesta, joka osoitti ECMO-taitojen unohtuvan noin 6 kuukaudessa mikäli potilaita ei ole. Suurin haaste liittyikin siihen, miten taitoja saisi ylläpidettyä ja kehitettyä etenkin matalan potilasvolyymien teho-osastolla. ECMO-hoitajien keskittäminen koko Suomen kattavaan ECMO-keskukseen olisi järkevää, mutta Suomi on pitkä maa ja matkat Lapista Helsinkiin ovat pitkiä. On syytä pohtia toisiko tämä mukanaan eriarvoisuutta esimerkiksi potilasvalinnan suhteen. Joka tapauksessa säännöllisestä simulaatioharjoittelusta on todettu olevan hyötyä, mutta myös koko ECMO-tiimiin kuuluvien tulisi itsenäisesti lukea alaan liittyvää kirjallisuutta ja kysellä mahdollisuutta osallistua esimerkiksi kansainvälisiin seminaareihin. Aktiivinen ote on erittäin tärkeää omien taitojen ja tietämyksen lisäämiseksi, joten ECMO-tiimiin kuuluvien henkilöiden tulisi olla hyvin motivoituneita ja kehittämismyönteisiä. ECMO-laitteella hoidettavan potilaan perushoitoon ja kuntouttamiseen kuluu

normaalia enemmän aikaa ja se vaatii riittävää etukäteissuunnittelua ja resursseja. Samalla pitäisi kyetä antamaan riittävästi tukea sekä potilaalle että hänen läheisilleen ja järjestää tarvittaessa ulkopuolista keskusteluapua. Nämä saattavat lisätä henkilökunnan kuormittavuutta ja tähän pitäisi kiinnittää huomiota työyhteisössä sekä ottaa huomioon myös esihenkilötasolla. Jäin myös pohtimaan työkuultuurin merkitystä potilasturvallisuuden parantamisessa. Tällä vaikuttaisi olevan suuri merkitys esimerkiksi painehaavojen torjunnassa, mikäli koko työyhteisö on sitoutunut kuntouttavaan toimintaan ja haluavat omalta osaltaan ehkäistä sekundaarisia ongelmia. Toisaalta paheneva sairaanhoitajapula hankaloittaa tilannetta ja kiireessä saatetaan tehdä vain välttämättömimmät hoitotoimet.

Opinnäytetyössä oman haasteensa toi runsas englanninkielinen aineisto ja erittäin laajaksi osoittautunut sisällönanalyysi. Toki aihealue oli lähtökohtaisesti haastava, mutta mielestäni sain kuitenkin hyvin ydinasiat poimittua ja samalla oma ymmärtämys ECMO-hoidon haasteista lisääntyi. Uuden oppimisen lisäksi sain hyvää kokemusta tieteellisen tutkimuksen teosta.

Tässä opinnäytetyössä kehittämisosio rajoittui ohjeistuksen teolle. Olisi ollut mielenkiintoista edetä ihan käytännöntasolle asti, mutta rajallisten resurssien takia en sinne asti ehtinyt tämän opinnäytetyön puitteissa. Jäin kuitenkin pohtimaan miten saatuja tuloksia voisi hyödyntää teho-osastolla. Ongelmaratkaisutaulukko ei ole suoraan yksinään käyttökelpoinen vaan sitä tulee muokata yhdessä käyttäjäryhmän kanssa työyksikön ja organisaation tavoitteita vastaavaksi. Mikäli teho-osastolla järjestetään kehittämisiltapäiviä, voidaan niiden yhteydessä esimerkiksi järjestää ECMO-hoitoon osallistuvalla hoitohenkilökunnalle erilliset työpajat. Työpajojen tarkoituksena on antaa työntekijöille hyvä mahdollisuus keskustella käsiteltävästä aiheesta (Hätönen 2011, 101). Parhaimmillaan työpajoihin osallistuvien tietoisuus käsiteltävästä asiasta lisääntyy ja tavoitteet muokkautuvat vastaten paremmin työyksikön ja organisaation tarpeisiin. Yhteisen työskentelyn tulosten hyödyntäminen vaatii avointa keskustelua ja kehittämissä mukana oleville pitää jäädä selkeä käsitys siitä, miten heidän ajatuksiaan ja ideoitaan huomioidaan kehittämisen lopputuloksessa. (Peränen 2013.)

Kun taulukko on muutettu työyksikön ja organisaation tarpeisiin sopivaksi, alkaa implementoinnin eli käyttöönoton osuus. Toiminta- ja työyksiköllä on keskeinen vastuu erilaisten käytäntöjen yhtenäistämässä ja hoitotyöntekijän vastuulla on toimia sovittujen näyttöön perustuvien yhtenäisten käytäntöjen mukaisesti. Työntekijän velvollisuuksiin kuuluu oman ammattitaidon ylläpitäminen sekä omien toiminta- ja työyksiköiden tiedotuskanavien seuranta, jolloin hän on

tietoinen työyhteisössä sovitusta yhtenäisistä käytännöistä sekä omaan työhön liittyvästä tutkimusnäytöstä. (Holopainen, Korhonen, Miettinen, Pelkonen & Perälä 2018, 40-41.) Uuden yhtenäisen käytännön vakiinnuttamiseksi on pystyttävä kuvaamaan, miten yhtenäinen käytäntö otetaan käyttöön, mitä sillä tavoitellaan ja ketkä hyötyvät asiasta (Holopainen ym 2018, 135-136). Hoitohenkilökunnan osaamisen kannalta on tärkeää, että työntekijöiden lisäksi myös hoitotyön johtajat ja kouluttajat tunnistavat omat velvollisuutensa viedessään näyttöön perustuvaa toimintaa osaksi päivittäistä toimintaa, sillä he ovat vastuussa työympäristön olosuhteista (Holopainen ym 2018, 91). Implementoinnin yhteydessä olisi hyvä järjestää ECMO-koulutuksia, simulaatioita sekä hands on-tyylistä koulutusta, jotta yhdessä muokatun menetelmätaulukon käyttö tulisi osaksi hoitotyötä ja mahdollisiin kehitysideoihin pystyttäisiin heti tarttumaan.

Työntekijän tulee oma-aloitteisesti kehittää omaa työtään, jakaa tietämystään sekä onnistua työtehtävissään mahdollisimman hyvin. Yhteisöllinen oppiminen ja jaettu asiantuntijuus tukee yhteistä oppimista ja osaamista lisäten samanaikaisesti työn imua ja mielekkyyttä sekä motivoi työntekijää ottamaan paremmin vastuuta omasta työstään. (Lerssi-Uskelin, Vanhala & Vähätiitto 2011.) ECMO-toiminnan kehittäminen potilasturvallisemmaksi antaa hyvän mahdollisuuden ECMO-koulutetuille sairaanhoitajille lisätä omaa asiantuntemustaan ja luo hyvän pohjan yhteiselle oppimiselle ja teorian vientiin käytännöntasolle. Osallistavilla menetelmillä saadaan samalla ylläpidettyä motivoivaa ilmapiiriä ja työntekijät pystyvät vaikuttamaan omaan työhönsä.

Tämä työ antaa myös kehittämisideoita jatkoon, esimerkiksi millaiset simulaatioharjoitukset auttavat ylläpitämään ja kehittämään hoitajan ECMO-hoidon osaamista ja ECMO-hoitoon joutuneen potilaan läheisten tukeminen ja kriisiavun tarve. Mielenkiintoinen tutkimusaihe olisi myös potilaan ECMO-hoidon jälkeisen elämänlaadun selvittely. Kuinka moni on pystynyt palaamaan takaisin normaaliin työelämään ja miten he ovat psyykkisesti ja henkisesti selviytyneet haastavasta tilanteesta, jolla saattaa olla vaikutusta koko loppuelämään.

LÄHTEET

Aaltio, I. & Puusa, A. 2020. Mitä laadullisen tutkimuksen arvioinnissa tulisi ottaa huomioon? Teoksessa Puusa A. (Toim.) & Juuti, P. (toim.) Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus. Viitattu 12.11.2021, <https://www.ellibslibrary.com/book/9789523456167>

Aaltonen, L-M. & Rosenberg, P. 2013. Primum est non nocere. Teoksessa Aaltonen, L.M & Rosenberg, P. (Toim.) Potilasturvallisuuden perusteet. Tampere: Duodecim, 16-18

Alastalo, M., Gröhn, K., Murtoperä, M. & Rinta-Rasula, T. 2017. Kehon ulkoinen happeutushoito (ECMO). Teoksessa Ritmala-Castrén, M., Lönn, M., Lundgrén-Laine, H., Meriläinen, M. & Peltomaa, M. (toim.) Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Duodecim, 114-115.

Alastalo, M., Gröhn, K., Murtoperä, M. & Rinta-Rasula, T. 2017. Kehon ulkoisessa happeutushoidossa olevan potilaan (ECMO-potilaan) hoito. Teoksessa Ritmala-Castrén, M., Lönn, M., Lundgrén-Laine, H., Meriläinen, M. & Peltomaa, M. (toim.) Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Duodecim, 118-119.

Anderson, J., Murphy, A., Boyle, K., Yaeger, K. & Halamek, L. 2006. Simulating Extracorporeal Membrane Oxygenation Emergencies to Improve Human Performance. Part II: Assessment of Technical and Behavioral Skills. *Simulation in Healthcare: Journal of the Society for Simulation in Healthcare*. 12/2006, 1 (4). Viitattu 5.3.2020, DOI: 10.1097/01.SIH.0000243551.01521.74

Asber, S., Shanahan, K., Lussier, L., Didomenico, D., Davis, M., Eaton, J., Esposito, M. & Kapur, N. 2020. Nursing Management of Patients Requiring Acute Mechanical Circulatory Support Devices. *Critical Care Nurse*. 40 (1). Viitattu 21.11.2020, DOI: 10.4037/ccn2020764

Blomgren, K.& Pauniahho, S-L. 2013. Terveystuhoillon tarkistuslistat. Teoksessa Aaltonen, L-M & Rosenberg, P. (toim.) Potilasturvallisuuden perusteet. Tampere: Duodecim, 274-276

Brum, R., Rajani, R., Gelandt, E., Morgan, L., Raguseelan, N., Butt, S., Nelmes, D., Auzinger, G. & Broughton, S 2015. Simulation Training for Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Annals of Cardiac Anaesthesia* 18 (2). Viitattu 18.11.2019, DOI: 10.4103/0971-9784.154472

Cooper, D.N., Layton Jones, S. & Currie, L.A. 2015. In Our Unit. Against All Odds: Preventing Pressure Ulcers in High-Risk Cardiac Surgery Patients. *Critical Care Nurse* 35 (5). Viitattu 21.11.2020, DOI: 10.4037/ccn2015434

Corley, A., Hammond, N.E. & Fraser, J.F. 2010. The Experiences of Health Care Workers Employed in an Australian Intensive Care Unit During the H1N1 Influenza Pandemic of 2009: A Phenomenological Study. *International Journal of Nursing Studies* 47 (5). Viitattu 21.11.2020, DOI: 10.1016/j.ijnurstu.2009.11.015

Dalton, H.J. 2011. Extracorporeal Life Support: Moving at the Speed of Light. *Respiratory Care* 56 (9). Viitattu 6.12.2020, DOI: 10.4187/respcare.01369

David, C.-H., Mirabel, A., Jehanno, A.-C. & Lebreton, G. 2017. ECMO: Definitions and Principles. Teoksessa Mossadegh, C. & Combes, A. (toim.) 2017. *Nursing Care and ECMO*, Cham: Springer, 6

Ebberts, M. 2020. Competent Management of Patients Receiving ECMO and CRRT. *Critical Care Nurse* 40 (1). Viitattu 21.11.2020, DOI: 10.4037/ccn2020522

Fedelyne, T., Sunyoung, C. & Holt, D. 2019. Effects of ECMO Simulations and Protocols on Patient Safety. *The Journal of Extracorporeal Technology* 51(1). Viitattu 18.11.2019, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6436167/>

Frenckner, B. 2015. Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Breakthrough for Respiratory Failure. *Journal of Internal Medicine* 278(6). Viitattu 28.3.2019, <https://doi-org.ezp.oamk.fi:2047/10.1111/joim.12436>

Hirsjärvi S., Remes P., Sajavaara P. 2009. *Tutki ja Kirjoita*. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

Hoitotyön tutkimussäätiö 2020. *Tutkimusten arviointikriteeristö*. Viitattu 27.2.2020, <https://www.hotus.fi/jbin-kriittisen-arvioinnin-tarkistuslistat/>

Holopainen, A., Korhonen, T., Miettinen, M., Pelkonen, M. & Perälä, M-L. 2010. Hoitotyön käytännöt yhtenäisiksi – toimintamalli näyttöön perustuvien käytäntöjen kehittämiseksi. *Premissi* 1/2010.

Hätönen, H. 2011. Osaamiskartoituksesta kehittämiseen II. Educa-instituutti Oy. Helsinki: Edita Prima Oy

Kangasniemi, M. & Pölkki, T. 2016. Aineiston käsittely: kirjallisuuskatsauksen ydin. Teoksessa Stolt, M., Axelin, A. & Suhonen, R. (toim.) Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turun yliopisto: Hoitotieteen laitoksen julkaisuja, tutkimuksia ja raportteja. 2. korjattu painos. Turku: Juvenes Print, 80-81, 91

Kankkunen, P., Vehviläinen-Julkunen, K. 2013. Tutkimus hoitotieteessä. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Knisley, J., DeBruyn, E. & Weaver, M. 2019. Management of Extracorporeal Membrane Oxygenation for Obstetric Patients: Concerns for Critical Care Nurses. *Critical Care Nurse* 39 (2). Viitattu 21.11.2020, DOI: 10.4037/ccn2019620

Koons, B. & Siebert, J. 2020. Extracorporeal Membrane Oxygenation as a Bridge to Lung Transplant: Considerations for Critical Care Nursing Practice. *Critical Care Nurse* 40 (3). Viitattu 21.11.2020, DOI: 10.4037/ccn2020918

Korhonen, A., Jylhä, V., Korhonen, T & Holopainen, A. 2018. Näyttöön perustuva toiminta tarpeesta tuloksiin. Helsinki: Skole Oy

Krupa, S. & Ozga, D. 2019. Review of the Literature on the Occurrence of Delirium after Venovenous and Venous-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Systematic Review. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders Extra* 9 (3). Viitattu 6.12.2020, DOI: 10.1159/000502685

Le Gall, A., Follin, A., Cholley, B., Mantz, J., Aissaoui, N. & Pirracchio, R. 2018. Venous-Arterial ECMO in the Intensive Care Unit: From Technical Aspects to Clinical Practice. *Anaesthesia Critical Care & Pain Medicine* 37 (3). Viitattu 22.3.2019, <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2017.08.007>

Lerssi-Uskelin, J., Vanhala, A. & Vähätiitto, H. 2011. Kohti innostunutta työyhteisöä. Viitattu 25.10.2020, <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-261-100-0>

Lucchini, A., Elli, S., De Felippis, C., Greco, C., Mulas, A., Ricucci, P., Fumagalli, R. & Foti, G. 2019. The Evaluation of Nursing Workload Within an Italian ECMO Centre: A Retrospective Observational Study. *Intensive and Critical Care Nursing* 55. Viitattu 21.11.2020, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2019.07.008>

Metsävainio, K. & Junttila, E. 2016. Yleistä peruselintoimintojen häiriöistä. Teoksessa Niemi-Murola, L., Metsävainio, K., Saari, T., Vahtera, A. & Vakkala, M. (toim.) *Anestesiologian ja tehohoidon perusteet*. Helsinki: Duodecim, 17.

Mildh, L., Lemström, K., Jokinen, J., Raivio, P., Suojaranta-Ylinen, R. & Hämmäinen, P. 2011. ECMO eli kehonulkoinen happeuttaminen aikuisten vaikeassa hengitysvajauksessa. *Duodecim*, vol 127 (19). Viitattu 15.2.2019, <https://www-terveysportti-fi.ezp.oamk.fi:2047/xmedia/duo/duo99805.pdf>

Morrison T. & Forenberry J. 2019. Implementing an ECLS Program. Teoksessa Brogan, T., Lequir, L., Lorusso, R., MacLaren, G. & Peek, G. *Extracorporeal Life Support: The Elso Red book 5th edition*. 735.

Mossadegh, C. 2017. Monitoring the ECMO. Teoksessa Mossadegh, C. & Combes, A. (toim.) 2017. *Nursing care and ECMO*. Cham: Springer, 45-47, 49-50.

Mossadegh, C. & Combes, A. (toim.) 2017. *Nursing Care and ECMO*. Cham: Springer

Nuutinen, L. 2014. Tehohoidon etiikkaa. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) *Anestesiologia ja tehohoito*. Helsinki: Duodecim, 58-59.

Ojasalo K., Moilanen T. & Ritalahti J. 2015. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Patel, B., Arcaro, M. & Chatterjee, S. 2019. Bedside Troubleshooting During Venovenous Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO). *Journal of Thoracic Disease* 14. Viitattu 11.11.2020, DOI: 10.21037/jtd.2019.04.81

Peränen, N. 2013. Innopajaopas kehittäjälle. Viitattu 13.9.2020, <https://innokyla.fi/sites/default/files/2020-02/Innopajaopas%20kehittäjälle%205%203%202013.pdf>

Ruokonen, E. 2014. Tehohoidon järjestely. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. Helsinki: Duodecim, 14-15.

Sieg, A., Pandya, K., Winstead, R. & Evans, R. 2019. Overview of Pharmacological Considerations in Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Critical Care Nurse* 39 (2). Viitattu 21.11.2020, DOI: 10.4037/ccn2019236

Squires, J.J., Lima, B. & DiMaio, J.M. 2016. Contemporary Extracorporeal Membrane Oxygenation Therapy in Adults: Fundamental Principles and Systematic Review of the Evidence. *Mechanical Circulatory Support* 152 (1). Viitattu 19.9.2021, DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2016.02.067>

Stark, C. & Lemström, K. 2021. ECMO verenkierto- ja kaasujenvaihtovajauksen hoidossa: hoidosta apua yhä useammalle potilaalle. *Duodecim* 137 (16). Viitattu 11.10.2021, <https://www-duodecimlehti-fi.ezp.oamk.fi:2047/xmedia/duo/duo16369.pdf>

Suojaranta, R. 2017. Pitäisikö ECMO-hoito keskittää Suomessa? *Finnanest* 50 (1). Viitattu 6.12.2020, http://www.finnanest.fi/files/suojaranta_pitaisiko_ecmo-hoito_keskittaa.pdf

Suomen potilasturvallisuus ry 2015. Potilasturvallisuus ja riskienhallinta – opas sosiaali- ja terveydenhuollon asiantuntijoille ja johdolle. Viitattu 22.3.2019, http://spty.fi/wordpress/wp-content/uploads/2015/08/RH-opas_nettiin_korjattu.pdf-02112015.pdf

Tohmo, H., Kuosa, R. & Erkola, O. 2014. Potilasturvallisuus. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. Helsinki: Duodecim, 31.

Tuomi, J. & Sarajarvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos. Helsinki: Kustannusosakeyhtiö Tammi

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Viitattu 12.11.2021, https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf

Vahtera, A. 2016. Tehohoidon aiheet ja vasta-aiheet. Teoksessa Niemi-Murola, L., Metsävainio, K., Saari, T., Vahtera, A. & Vakkala, M. (toim.) Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Helsinki: Duodecim, 161.

Vahtera, A. 2016. Tehohoidon mahdollisuudet. Teoksessa Niemi-Murola, L., Metsävainio, K., Saari, T., Vahtera, A. & Vakkala, M. (toim.) Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Helsinki: Duodecim, 163.

Vahtera, A. 2016. Tehohoidon toteutus ja vaikuttavuus. Teoksessa Niemi-Murola, L., Metsävainio, K., Saari, T., Vahtera, A. & Vakkala, M. (toim.) Anestesiologian ja tehohoidon perusteet. Helsinki: Duodecim, 161.

Varpula, T. & Lund, V. 2014. Tehohoidon potilasvalinta. Teoksessa Rosenberg, P., Alahuhta, S., Lindgren, L., Olkkola, K. & Ruokonen, E. (toim.) Anestesiologia ja tehohoito. Helsinki: Duodecim, 943.

Vilka H. 2015. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: PS-kustannus

Vuylsteke, A., Brodie, D., Combes, A., Fowles, J-A., Peek. G. 2018. ECMO in the Adult Patient. Core Critical Care. Iso-Britannia: Cambridge University Press

Wikström, A-C., Cederborg, A-C., Johanson, M. 2007. The Meaning of Technology in an Intensive Care Unit – An Interview Study. Intensive and Critical Care Nursing, volume 23 (4). Viitattu 15.2.2019, <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2007.03.003>

Williams, S.B. & Dahnke, M.D. 2016. Clarification and Mitigation of Ethical Problems Surrounding Withdrawal of Extracorporeal Membrane Oxygenation. Critical Care Nurse 36 (5). Viitattu 21.11.2020, DOI: 10.4037/ccn20165

Whittemore, R. & Knaf, K. 2005. The Integrative Review: Updated Methodology. *Journal of Advanced Nursing* 52 (5). Viitattu 11.10.2021, <https://doi-org.ezp.oamk.fi/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>

Tekijä(t)	Alkuperäinen ilmaisu	Vapaa suomennos	Pelkistetty ilmaus
Asber, S. ym 2020	"Recirculation on ECMO is defined as the pulling back of a portion of oxygenated blood into the ECMO circuit immediately after it is infused to the patient from the ECMO circuit."	Resirkulaatiossa potilaaseen palautunut ECMO:lla hapeutettu veri palaa välittömästi takaisin ECMO-kiertoon	Resirkulaatiossa hapeutettu veri palaa takaisin ECMO-kiertoon
Koons, B. ym 2020	"One risk is recirculation, a phenomenon that occurs when the 2 cannulas migrate too closely to one another, causing oxygenated blood to be withdrawn through the drainage cannula without passing through the systemic circulation."	Yksi riski on resirkulaatio, joka johtuu siitä kun 2 kanyyliä on liian lähellä toisiinsa nähden johtaen hapeutetun veren palaamisen takaisin ECMO-kiertoon ilman systeemivierenkiertoon päätymistä.	Resirkulaatio johtuu siitä, kun kaksi ECMO-kanyyliä on liian lähellä toisiinsa nähden
Mossadegh, C. 2017	"Recirculation... is a specific phenomenon to VV ECMO implanted in femorojugular and results in an inefficient ECMO run."	Resirkulaatio on femorojugulariskanyloidun potilaan VV-ECMO-hoidon aikainen ilmiö ja sen tuloksena on tehoton ECMO-kierto	Resirkulaatio johtaa tehottomaan ECMO-hoitoon
Koons, B. ym 2020	"Inadequate preload resulting from hypovolemia or a mechanical obstruction, such as a kink in the venous cannula, will result in decreased flow through the ECMO device."	Hypovolemia tai mekaaninen tukos, kuten venakanyylin "kinkkaus", johtavat vähentyneeseen virtaukseen	Hypovolemian tai mekaanisen tukoksen aiheuttama vähentynyt virtaus
Mossadegh, C. 2017	"At the bedside, the nurse can suspect hypovolemia with chattering of the lines associated with sudden variations of the ECMO flow resulting hypotension... Hypovolemia induces hypotension and an unstable and low ECMO flow."	Vuoteen vierellä hoitaja voi epäillä hypovolemiata ECMO-letkujen "väpättämiseen" liittyvästä yhtäkkisestä ECMO-virtauksen vaihteluista yhdistettynä hypotensioon. Hypovolemia aiheuttaa hypotensiota ja epävakaa ECMO-virtausta	Hypovolemia aiheuttaa ECMO-letkujen liikehdintää yhdistettynä ECMO-virtauksen vaihteluihin ja hypotensioon
Mossadegh, C. 2017	"PVein or venous pressure... is the prepump pressure... It is a negative pressure. It should not exceed 100mmHg. A quick and significant rise of PVein means the ECMO has difficulty to drain blood from the patient. It can be caused by a hypovolemia or by a kinked and/or occluded admission cannula."	PVein eli venapaine on prepumpupaine. Se on negatiivinen paine. Se ei saisi ylittää 100mmHg. Venapaineen nopea ja huomattava nousu tarkoittaa, että ECMO:lla on vaikeuksia saada verta potilaasta. Se voi johtua	Venapaineen nopea ja huomattava nousu kertoo potilaan hypovolemiasta tai taittuneesta ja/tai tukkeutuneesta ottokanyylis

		hypovolemiasta tai taittuneesta ja/tai tukkeutuneesta ottokanyylista	
Koons, B. ym 2020	<i>"..Increased afterload may result from postpump obstruction, such as a thrombus in the oxygenator or a kink in the arterial cannula, or excessive systemic vascular resistance or mean arterial pressure"</i>	Lisääntynyt jälkikuorma on seurausta pumpun jälkeisestä tukoksesta, kuten hapettiminen hyytymästä, arteriakanyylin taittumisesta tai johtuu liiallisesta verisuonivastuksesta tai keskiverenpaineesta.	Lisääntynyt jälkikuorma johtaa pumpun jälkeisestä tukoksesta, arteriakanyylin taittumisesta tai liiallisesta verisuonivastuksesta
Mossadegh, C. 2017	<i>"PAr or arterial pressure... is the post-oxygenator pressure... It is a positive pressure that should not exceed 200-250mmHg. A quick and significant rise in PAr may be caused by an increase of the patient's preload or a sign of a kinked and/or occluded reinfusion cannula."</i>	PAr eli arteriapaine on hapettimen jälkeinen paine. Se on positiivinen paine, jonka ei pitäisi ylittää 200-250mmHg. Nopea ja huomattava arteriapaineen nousu saattaa johtua potilaan lisääntyneestä esikuormasta tai on merkinä taittuneesta ja/tai tukkeutuneesta paluukanyylista.	Arteriapaineen nopea ja huomattava nousu saattaa johtua potilaan lisääntyneestä esikuormasta tai taittuneesta/tukkeutuneesta paluukanyylista
Mossadegh, C. 2017	<i>"Δp... is the pressure difference through the oxygenator. It changes during the ECMO run. The speed of the rise depends mostly on the flow and on a good management of coagulation... Any significant rise on Δp (+20mmHg/h) must be reported immediately to the medical team. It can be a sign of clotting inside the oxygenator. This could evolve towards a pump failure."</i>	Deltapaine eli hapettimen kokonaispaine vaihtelee ECMO:n toiminta-aikana. Nouseminen riippuu useimmiten virtauksesta ja hyytymisen hallinnasta. Huomattava nousu (+20mmHg/h) täytyy ilmoittaa välittömästi hoitavalle tiimille. Se voi olla merkki hapettimen sisäisestä hyytymästä. Tämä saattaa johtaa pumpun pettämiseen.	Deltapaineen nopea nousu viittaa hapettimen sisäiseen hyytymiseen ja mahdolliseen pumpun pettämiseen
Mossadegh, C. 2017	<i>"Pump failure is like decannulation a life-threatening emergency."</i>	Pumpun pettäminen, kuten dekanylaatiokin, ovat henkeä uhkaavia hätätilanteita	Sentirifuugipumpun pettäminen henkeä uhkaava tilanne
Patel, B. ym 2019	<i>" Any of the critical components of the circuit (cannulas, pump, tubing, oxygenator) can malfunction."</i>	Mihin tahansa kierron kriittiseen osaan (kanyylit, pumppu, letkut, hapetin) voi tulla toimintahäiriö	ECMO-kierron kannalta kriittisten osien toimintahäiriö

Patel, B. ym 2019	<i>"Pump failure is extremely rare but can happen because of power loss, clot formation within the centrifugal cone, or decoupling of the centrifugal pump."</i>	Pumpun pettäminen on harvinaista, mutta voi johtua tehon häviämisestä, sentrifuugipumppuun kertyneestä hyytymästä tai sentrifuugipumpun irtoamisesta	Sentrifuugipumpun pettäminen aiheutuu pumppuun kertyneestä hyytymästä, sentrifuugipumpun irtoamisesta tai tehon häviämisestä
Mossadegh, C. 2017	<i>"the different parameters that will allow the team to try to detect early an oxygenator failure, alternation of blood gases without any changes in the ecmo parameters and patient's general status, significant rise in the ap (>20mmHg/h), presence of numerous clots or an increase of clots and fibrin"</i>	.. erilaiset parametrit, joiden avulla tiimi voi yrittää varhain havaita hapettimen pettämisen. Näitä ovat verikaasuvaihtelut ilman ECMO-säätöihin puuttumista ja potilaan yleisen tilan muutosta, merkittävä nousu arteriapaineessa (>20mmHg/h), hyytymien muodostuminen tai lisääntyneet hyytymät ja fibriniin kertyminen	Verikaasuvaihtelut ilman ECMO-säätöjen tai potilaan voimien muutosta, arteriapaineen merkittävä nousu ja hyytymien/fibriinin muodostuminen kertovat hapettimen pettämisestä
Patel, B. ym 2019	<i>"Any of the critical components of the circuit (cannulas, pump, tubing, oxygenator) can malfunction."</i>	Mihin tahansa kierron kriittiseen osaan (kanyylit, pumppu, letkut, hapetin) voi tulla toimintahäiriö	ECMO-kierron kannalta kriittisten osien toimintahäiriö
Lucchini, A. ym 2019	<i>"...are expected to perform specific procedures like inspecting the extracorporeal circuit for its integrity, early detection of clots, bubbles (air accumulation) or leakage and to preserve the patient's safety during positioning therapy..."</i>	...heidän odotetaan suorittavan erityistoimenpiteitä potilasturvallisuuden huomioimiseksi asennon vaihtojen yhteydessä kuten ECMO-kierron tarkistaminen ja hyytymien, ilmakuplien tai vuotojen varhainen havaitseminen	ECMO-kierron hyytymien, ilmakuplien tai vuotojen varhainen toteaminen asennon vaihtojen yhteydessä
Mossadegh, C. 2017	<i>"At the each round, the nurse must inspect the entire ECMO circuit on the flashlight... The challenge for the nurse is to differentiate "normal" clots and "bad clots."</i>	Joka kerta hoitajan täytyy tutkia koko ECMO-kierto taskulampulla. Haasteena hoitajalla on tunnistaa "normaali" hyytymä ja "paha hyytymä."	Hyytymien tunnistaminen ja tarkistaminen ECMO-kierron taskulampun avulla

Patel, B. ym 2019	<i>"Recirculation and a low ECMO-flow-to-cardiac-output ratio are two common causes of persistent hypoxemia with ECMO flow"</i>	Resirkulaatio ja alhainen ECMO-virtaus - CO-suhde ovat kaksi yleisintä syytä pysyvälle ECMO-virtauksen aikaiselle hypoksemialle	Resirkulaatio ja alhainen ECMO-virtaus:CO suhde hypoksemian syynä
Patel, B. ym 2019	<i>"Decreased circuit flows can be caused by various factors, including hypovolemia, malpositioned cannulas, tubing kinks, circuit obstructions, and compromised hemodynamic status."</i>	Vähentynyt virtaus voi johtua useista tekijöistä kuten hypovolemiasta, väärin asennetusta kanyylista, letkuston "kinkkauksesta", vapaan virtauksen estymisestä ja hemodynamiikan vaarantumisesta.	Vähentynyt virtaus johtuu hypovolemiasta, väärin asennetun kanyylista tai vapaan virtauksen estymisestä
Dalton, H.J. 2011	<i>"...centrifugal pumps can be dangerous, generating high levels of negative pressure on the venous inlet side, resulting in cavitation and hemolysis or propagating air throughout the circuit (and potentially into the patient) if it gets past the centrifugal head and is not captured by the oxygenator"</i>	Sentrifuugipumput voivat olla vaarallisia, koska liian negatiivinen paine venapuolella aiheuttaa kavitaatiota ja hemolyysia tai kerryttää ilmaa ECMO-kiertoon (ja mahdollisesti myös potilaaseen) mikäli ne pääsevät ohittamaan sentrifuugipumpun eivätkä jää kiinni kalvohapettimeen	Sentrifuugipumpun tuomat ongelmat, kavitaatio, hemolyysi ja ilman kertyminen
Mossadegh, C. 2017	<i>"Hemolysis may occur due to membrane failure (causing fibrin and clot formation), pump with high turbulent flow, clotting of the cannulas, high energy blood suction: hypovolemia, flow competition between the pulmonary artery and the left atrium admission cannula when the native heart function recovers"</i>	Hemolyysia voi esiintyä hapettimen pettämisestä (johtuen fibriinistä ja tukoksesta), liian suuresta pumpun kierroksista, kanyyliin hyytymistä tai liian negatiivisesta imuusta; hypovolemia, keuhkovaltimon ja vasemman eteisen välinen kilpailu natiivin sydäntoiminnan palautuessa ovat syitä tähän	Hemolyysia saattaa esiintyä hapettimen pettäessä, liian suurista pumpun kierrosnopeuksista, kanyyliin hyytymisestä ja liian negatiivisesta ottopaineesta
Mossadegh, C. 2017	<i>"...the hemolysis shows with a characteristic bloodyish color of the urine or the effluent bag if the patient has no urine output."</i>	Hemolyysi näyttäytyy verisenä eritteenä virtsankeräysohjauksissa tai dialyysin poistopussissa, jos potilaalla ei tule virtsaa	Hemolyysi näyttäytyy verisenä virtsana tai dialyysin poistonesteenä

Patel, B. ym 2019	<i>"Excessive hemolysis can result from a cannula that is too small, improper cannula positioning, high RPMs, or clot formation in the centrifugal cone or within the oxygenator. "</i>	Liiallinen hemolyysi voi olla seurausta liian pienestä kanyylista, sopimattomasta kanyylipaikasta, korkeasta RPM:sta tai kertyvästä tukoksesta sentrifuugipumpussa tai hapettimessa	Hemolyysi saattaa johtua liian pienestä tai epäsopivassa paikassa olevasta kanyylista sentrifuugipumpun/hapettimen hyytymästä
Patel, B. ym 2019	<i>"...the blood entering and exiting the oxygenator does not appear as it normally should (dark red going in, bright red coming out), this may signal problems."</i>	...kalvohapettimelta tuleva ja sieltä poistuva veri ei näy normaalisti (tummanpunainen sisään mennessä ja kirkkaan punainen ulos tullessa) joten se saattaa olla merkki ongelmista	Värieron puuttuminen vena-arterialetkun väliltä
Patel, B. ym 2019	<i>"Any of the critical components of the circuit (cannulas, pump, tubing, oxygenator) can malfunction."</i>	Mihin tahansa kierron kriittiseen osaan (kanyylit, pumppu, letkut, hapetin) voi tulla toimintahäiriö	ECMO-kierron kannalta kriittisten osien toimintahäiriö
Dalton, H.J. 2011	<i>"...centrifugal pumps can be dangerous, generating high levels of negative pressure on the venous inlet side, resulting in cavitation and hemolysis or propagating air throughout the circuit (and potentially into the patient) if it gets past the centrifugal head and is not captured by the oxygenator"</i>	Sentrifuugipumput voivat olla vaarallisia, koska liian negatiivinen paine venapuolella aiheuttaa kavitaatiota ja hemolyysia tai kerryttää ilmaa ECMO-kiertoon (ja mahdollisesti myös potilaaseen) mikäli ne pääsevät ohittamaan sentrifuugipumpun eivätkä jää kiinni kalvohapettimeen	Sentrifuugipumpun aiheuttamat ongelmat kuten kavitaatio, hemolyysi ja ilmaa kertyminen
Patel, B. ym 2019	<i>"Catastrophic circuit issues include substantial blood loss, massive air embolism, and complete loss of pump flow."</i>	Katastrofaaliset ongelmat ECMO-kiertossa kuten verenvuoto, massiivi ilmaembolia ja virtauksen täydellinen loppuminen	Verenvuoto, massiivi ilmaembolia ja virtauksen täydellinen loppuminen
Knisley, J. ym 2019	<i>" Complications related to the use of ECMO include hematologic complications (thrombosis, bleeding), infection, renal dysfunction, and delirium"</i>	ECMO-hoitoon liitetyt komplikaatiot kuten hematologiset komplikaatiot (trombit, vuoto), infektiot, munuaisten vajaatoiminta ja delirium	ECMO-hoitoon liitetyt komplikaatiot - trombit, vuoto, infektiot, munuaisten vajaatoiminta, delirium
Koons, B. ym 2020	<i>"...anticoagulation therapy to patients receiving ECMO increases the risk for bleeding."</i>	...ECMO-hoidossa käytettävä antikoagulaatio lisää vuotoriskiä	Antikoagulaatio & vuotoriski

Mossadegh, C. 2017	<i>"Bleeding is frequent and can be massive during any ECMO run."</i>	Vuotaminen on yleistä ja voi olla massiivista ECMO-hoidon aikana	Vuotaminen on yleistä ECMO-hoidon aikana
Patel, B. ym 2019	<i>"Bleeding is one of the most common complications in patients on VV-ECMO."</i>	Vuoto on yksi yleisimmistä komplikaatioista VV-ECMO-hoitoa saavilla potilailla	Vuotaminen on yleinen komplikaatio
Sieg, A. ym 2019	<i>"Bleeding complications were more likely to occur after day 9 of ECMO"</i>	Vuotokomplikaatioita todennäköisimmin esiintyy 9 päivän jälkeen	Vuotokomplikaatiot
Asber, S. ym 2020	<i>"North-South syndrome, can occur in peripherally cannulated patients when their native cardiac function begins to return but their lungs continue to be compromised"</i>	North-South syndrooma voi syntyä perifeerisesti kanyloiduilla potilailla, kun heidän oma sydämfunktio paranee mutta keuhkotoiminta on yhä vaarantunut	North-South syndrooman syntyminen perifeerisesti kanyloiduilla potilailla
Koons, B. ym 2020	<i>"North-south syndrome is a serious complication of peripheral venoarterial ECMO that can lead to coronary and cerebral ischemia"</i>	North-South syndrooma on vakava komplikaatio perifeerisesti kanyloidulla potilaalla ja se voi johtaa sepelvaltimo- ja aivoiskemiaan	North-South syndrooma on vakava komplikaatio perifeerisesti kanyloiduilla potilailla
Koons, B. ym 2020	<i>"Nurses are the first to detect complications that require intervention, such as the need for sedation, changes in neurological status, and presentation of north-south syndrome."</i>	Sairaanhoitajat ovat ensimmäisiä estämään komplikaatiota, jotka vaativat jotain toimenpiteitä, kuten sedaation tarve, vaihtelut neurologisessa statuksessa ja North-South-syndrooman esiintyminen.	Sairaanhoitajat ovat ensimmäisiä huomioimaan North-South syndrooman ilmaantuvuuden.
Mossadegh, C. 2017	<i>"Differential hypoxia only concerns patients on peripheral VA ECMO. It is also called the Harlequin syndrome, two circulations syndrome, or north/south syndrome."</i>	Differentiaalinen hypoksia koskee vain perifeerisesti kanyloituja VA-ECMO-potilaita. Sitä myös kutsutaan Harlequin syndroomaksi, kahden kierron syndroomaksi tai north/south syndroomaksi.	Perifeerisesti kanyloiduilla VA-ECMO-potilailla saattaa esiintyä Harlequin syndroomaa, jota voidaan kutsua myös kahden kierron syndroomaksi tai north/south syndroomaksi

Asber, S. ym 2020	<i>"Because of the large-bore cannulas used with VA ECMO, limb ischemia is another potential complication."</i>	Koska ison kanyyliin vuoksi VA-ECMO:lla hoidettavilla potilailla lihasiskemia on mahdollinen komplikaatio	ECMO-kanyylin suuri koko saattaa aiheuttaa lihasiskemiaa
Koons, B. ym 2020	<i>"Peripheral venoarterial ECMO via the femoral artery is the easiest approach, but patients who receive this type of cannulation cannot ambulate and are at risk for lower limb ischemia because the large cannula placed in the femoral artery can occlude blood flow."</i>	Perifeerinen VA-ECMO on helposti asennettavissa, mutta potilaat, joilla on tämän tyyppinen kanylaatio, eivät voi liikkua ja kanyyli muodostaa riskin alaraajan lihasiskemialle isokokaisen kanyylin tukkiessa verivirtauksen	Perifeerisesti kanyloidulle potilaalle saattaa ilmaantua lihasiskemiaa isokokaisen kanyylin tukkeuttaessa verenkierron
Koons, B. ym 2020	<i>"Patients who receive cannulation via the axillary artery and the internal jugular vein can ambulate more easily than patients with femoral cannulation but have a greater risk for upper extremity ischemia."</i>	Potilaita, joilla kanyylit kainalovaltimon ja sisemmän kaulalaskimon kautta, voidaan liikuttaa paljon helpommin verrattuna reisivaltimon kautta kanyloituihin. Siinä on kuitenkin isompi riski yläraajan iskemialle	Kainalovaltimon ja sisemmän kaulalaskimon kautta kanyloituilla potilailla suurempi riski yläraajan iskemialle.
Mossadegh, C. 2017	<i>"The femoral artery is partially or totally occluded by the reinfusion cannula of the ECMO. Blood flow to the leg is then low or inexistent."</i>	Reisivaltimo on osittain tai täysin tukkeutunut ECMO-kanyylin johdosta. Verenvirtaus jalkaan on silloin matalaa tai olematonta.	Reisivaltimo osittain tai täysin tukkeutunut ECMO-kanyylin johdosta
Acevedo-Nuevo, M ym. 2017	<i>"...early mobilisation was delayed by the location of ECMO cannulae."</i>	...varhainen mobilisaatio oli viivästynyt ECMO-kanyylin sijainnin vuoksi	Varhaisen mobilisoinnin haasteellisuus ECMO-kanyylin sijainnin vuoksi
Koons, B. ym 2020	<i>"...central cannulation carries higher risks for surgical site infections and scarring at the sternotomy site. In addition, central cannulation requires opening the mediastinum, which can lead to profuse bleeding."</i>	...sentraaliset kanyloinnit asettavat suuren riskin leikkausalueen infektiolle ja sternotomia-alueen arville. Lisäksi sentraalinen kanylointi vaatii mediastinumin avaamisen, mikä saattaa johtaa hallitsemattomaan verenvuotoon.	Sentraalisen kanyloinnin tuomia haasteita ovat infektiot, arvet ja hallitsemattomat verenvuoto
Knisley, J. ym 2019	<i>"Complications related to the use of ECMO include hematologic complications (thrombosis, bleeding), infection, renal dysfunction, and delirium"</i>	ECMO-hoitoon liitetyt komplikaatiot, kuten hematologiset komplikaatiot (trombit,	ECMO-hoitoon liitetyt komplikaatiot - trombit, vuotot, infektiot, munuaisten vajaatoiminta, delirium

		vuoto), infektiot, munuaisten vajaatoiminta ja delirium	
Koons, B. ym 2020	<i>"Extracorporeal membrane oxygenation increases patients' risk for infection..."</i>	ECMO lisää potilaan riskiä infektioille...	Lisääntynyt infektioriski
Koons, B. ym 2020	<i>"...detection of infection in patients supported with ECMO is complex and difficult."</i>	...ECMO:lla hoidettavien potilaiden infektioiden havaitseminen on haastavaa ja vaikeaa	Infektioiden havaitseminen vaikeaa
Mossadegh, C. 2017	<i>"...the cannulas can be a source of infection. ECMO cannulas, being of large diameters, enhanced the risk. The site of cannulation worsens this potential complication..."</i>	...kanyylit voivat olla infektion lähde ja läpimitaltaan isot ECMO-kanyylit lisäävät tätä riskiä. Kanylointipaikka lisää riskiä entisestään...	ECMO-kanyylit lisäävät infektioriskiä
Patel, B. ym 2019	<i>"Ventilator-associated pneumonia and bacteremia are the most common causes of sepsis in patients on ECMO, who are at high risk for nosocomial infections."</i>	ECMO:lla hoidettavalla potilailla on korkea riski saada sairaalainfektio, joten ventilaattorin aiheuttama pneumonia ja bakteremia ovat yleisiä sepsiksen aiheuttajia	Ventilaattorin aiheuttama pneumonia ja bakteremian aiheuttama sepsis
Lucchini, A. ym 2019	<i>"Nursing workload can increase even for continuous monitoring of extracorporeal circuit and monitoring gas exchange (extra blood analyses)."</i>	Hoitajan työkuormaa voi lisätä ECMO-kierron jatkuva seuranta ja kaasujenvaihdon seuranta (ylimääräiset verikaasuanalyysit)	ECMO-hoito lisää hoitajan työmäärää
Mossadegh, C. 2017	<i>"...staff are exposed to additional stress. ECMO gives an extra workload, and support of patient and family can be time-consuming"</i>	...henkilökunta altistuu ylimääräiselle stressille. ECMO lisää työkuormaa ja potilaan ja perheen tukeminen on aikaa vievää.	ECMO lisää henkilökunnan työmäärää
Koons, B. ym 2020	<i>"Mobilization of patients cannulated via the femoral artery or the femoral vein is more complex, and these patients are often restricted to bed rest because of the increased risk of cannula dislodgment that can occur with ambulation."</i>	Perifeerisesti kanyloitujen potilaiden liikuttaminen haastavaa kanyylin irttoamisriskin vuoksi. Potilaat tämän vuoksi usein vuodelevossa.	Liikuttaminen haastava kanyylin ulosliukumisriskin vuoksi
Lucchini, A. ym 2019	<i>"ECMO patients are usually unstable and nursing care may be more challenging and hazardous due to precarious oxygenation, anticoagulation and possible incidental decannulation."</i>	ECMO-potilaat ovat yleensä labiileja ja hoitotyö voi olla haastavaa ja vaarallista epävarman happeutumisen, antikoagulaation ja mahdollisen dekanylaation vuoksi.	Hoitotyö haastavaa koska potilaat labiileja ja lisäksi epävarma happeutuminen, antikoagulaatio ja riski kanyylin ulosliukumiselle

Mossadegh, C. 2017	<i>"Decannulation... is a rare but feared complication."</i>	Dekanylaatio... on harvinainen mutta pelätty komplikaatio	Dekanylaatio harvinainen mutta pelätty komplikaatio
Acevedo-Nuevo, M ym. 2017	<i>"On the other hand, the risks of secondary complications associated with long term sedation and mechanical ventilation are increased in cases requiring prolonged ECMO, such as infection, muscle atrophy/weakness and pressure sores."</i>	Toisaalta pitkäaikaiseen sedaatioon ja mekaaniseen ventilaatioon liittyvien sekundaaristen komplikaatioiden riskit lisääntyvät pitkäaikaista ECMO-hoitoa vaativissa tapauksissa, kuten infektiot, lihasatrofia/heikkous ja painehaavat	Pitkäaikaisen sedaation tuomat ongelmat; infektoriski, lihasten surkastuminen, painehaava
Koons, B. ym 2020	<i>".. restrictions in repositioning and mobility increase patients' risk for pressure injuries."</i>	...mobilisoinnin rajoitteet lisäävät painehaavariskiä.	Lisääntynyt painehaavariski
Mossadegh, C. 2017	<i>"ECMO patients... must face other potential skin damages: cannula's sutures are tight and through time lesions can appear. Edema plus the pressure of the cannula on the skin can lead to unavoidable pressure sores,"</i>	ECMO-potilailla... on myös muita mahdollisia ihovaurioita: kanyyliin ompeleet ovat tiukkoja ja ajan myötä vaurioita voi esiintyä. Turvotus yhdistettynä kanyylin painoon iholla, saattaa johtaa epätoivottuihin painehaavoihin	Kanyylin tiukat ompeleet saattavat ajan myötä aiheuttaa ihovaurioita ja turvotus yhdistettynä kanyylin painoon saattaa aiheuttaa painehaavoja.
Dalton, H.J. 2011	<i>"...Lack of training and expertise in ECMO is a risk for inappropriate and non-optimal ECMO care."</i>	...harjoituksen ja kokemuksen puute on riski sopimattomalle ja ei-optimoidulle ECMO-hoidolle	Harjoituksen ja kokemuksen puute lisää epäonnistumisen riskiä
Ebberts, M. 2020	<i>"...nurses need expertise to be able to safely care for patients, but they need patients to develop expertise."</i>	...hoitajat tarvitsevat asiantuntemusta voidakseen hoitaa potilaita turvallisesti mutta he tarvitsevat potilaita kehittääkseen taitojaan	Hoitajat tarvitsevat potilaita taitojen kehittämiseksi
Suojaranta R. 2017	<i>"ELSO:n tämän hetkinen suositus ECMO-hoitoja tekeville yksiköille on vähintään 6 potilasta vuodessa. Useissa kokouksissa ja kirjoituksissa on kuitenkin korostettu, että tapauksia pitäisi olla vähintään 20 vuodessa. Yksikön volyymin kasvaessa potilaiden kuolleisuus vähenee"</i>		Riittävä määrä potilaita vuositason tasolla
Suojaranta R. 2017	<i>"...kaikilla yliopistosairaaloilla pitää olla valmius hoitaa äkilliset ECMO-hoitoa vaativat potilaat"</i>		Valmius hoitaa äkillistä ECMO-hoitoa tarvitsevat potilaat

Corley, A ym 2010	"Staff also identified that these (ECMO) patients and their families required additional emotional support"	Henkilökunta tunnisti, että (ECMO)potilaat ja heidän perheensä tarvitsivat normaalia enemmän tukea.	Potilaat ja heidän perheensä tarvitsevat normaalia enemmän tukea
Koons, B. ym. 2020	"...nurses are responsible for the clinical needs of the patient, support needs of the family, and bedside management of the ECMO circuit."	...sairaanhoitajat ovat vastuussa potilaan kliinisistä tarpeista, perheen tukemisesta ja ECMO-kierron hallitsemisesta.	Potilaan kliiniset tarpeet, perheen tukeminen, ECMO-hallinta
Koons, B. ym 2020	"Patients who receive ECMO as a bridge to lung transplant face uncertain outcomes, which is a distressing experience for both the patient and the family."	Potilaat, joilla ECMO toimii siltahoitona keuhkosiirtoon, kohtaavat epävarmuutta, joka on ahdistava kokemus sekä potilaalle että perheelle	Stressaava kokemus potilaalle ja perheelle
Lucchini, A. ym 2019	"...because the severity of illness, also patients' relatives require adequate emotional support and empathy from nurses..."	... koska vakavan sairauden vuoksi myös potilaan omaiset tarvitsevat sairaanhoitajalta riittävästi henkistä tukea ja empatiaa...	Potilaan läheisten tarvitseminen henkinen tuki ja empatia
Knisley, J. ym 2019	"For critical care nurses, caring for patients who require ECMO takes into consideration physical factors, such as risk for thrombosis, bleeding, and infection, and psychosocial factors, such as maternal-infant bonding, family bonding, anxiety, and financial concerns."	ECMO-hoitoa tarvitsevan potilaan hoidossa tehohoitajat joutuvat ottamaan huomioon fyysiset tekijät kuten trombi-, vuoto ja –infektoriskin sekä psykososiaaliset tekijät kuten äidin ja vauvan välinen side, perhesidonnaisuus, ahdistuneisuus ja taloudelliset huolet	Trombiriski Vuotoriski Infektiot Psykososiaaliset tekijät; ahdistuneisuus, taloudelliset huolet, perhe
Knisley, J. ym 2019	"...Notification that an obstetric patient is being admitted to the ICU, especially one who requires ECMO, is sure to be received with stress and emotion..."	...teho-osastolla ECMO-hoitoa tarvitsevat synnyttäneet äidit aiheuttavat stressiä ja herättävät tunteita	ECMO-hoitoa tarvitsevat synnyttäneet äidit aiheuttavat stressiä
Williams, S.B. ym 2016	"Health care providers face emotional and challenging situations, where death may result, when withdrawing ECMO."	Terveystuho joutuu kohtaamaan tunnepitoisia ja haastavia tilanteita, joissa kuolema voi olla myös lopputuloksena, kun ECMO-hoidosta vetäydytään.	Terveystuho joutuu kohtaamaan tunnepitoisia, haastavia sekä moraalin vastaisia tilanteita, mikäli ECMO-hoidosta päätetään vetäytyä

Acevedo-Nuevo, M. ym. 2017	<i>"On the other hand, the risks of secondary complications associated with long term sedation and mechanical ventilation are increased in cases requiring prolonged ECMO, such as infection, muscle atrophy/weakness and pressure sores."</i>	Toisaalta pitkäaikaiseen sedaatioon ja mekaaniseen ventilaatioon liittyvien sekundaaristen komplikaatioiden riskit lisääntyvät pitkäaikaista ECMO-hoitoa vaativissa tapauksissa, kuten infektiot, lihasatrofia/heikkous ja painehaavat	Pitkäaikaisen sedaation tuomat ongelmat; infektoriski, lihasten surkastuminen, painehaavat
Acevedo-Nuevo, M. ym. 2017	<i>"Daily care in critically ill patients undergoing ECMO is challenging and hazardous due to extremely critical conditions of these patients."</i>	ECMO:lla hoidettavan kriittisesti sairaan potilaan päivittäinen hoito on haastavaa ja vaarallista potilaisen kriittisen tilan vuoksi.	Päivittäinen hoito haastavaa ja riskialtista potilaan kriittisen tilan vuoksi
Krupa O. ym 2019	<i>"In the case of delirious critically ill patients undergoing ECMO, daily care is challenging and risky due to the highly critical condition of these patients and the risk associated with life-threatening devices"</i>	Sekavuudesta kärsivien, kriittisesti sairaiden ECMO-hoitoa tarvitsevien potilaiden päivittäinen hoito on haastavaa ja riskialtista näiden potilaiden kriittisen tilan ja laitteeseen liittyvän riskin vuoksi	Päivittäisen hoidon haasteellisuus
Lucchini, A. ym 2019	<i>"ECMO patients are usually unstable and nursing care may be more challenging and hazardous due to precarious oxygenation, anticoagulation and possible incidental decannulation."</i>	ECMO:lla hoidettavat potilaat ovat usein labiileja ja hoitotyö saattaa olla haastavaa epävarman happeutumisen, antikoagulaation ja mahdollisen vahingossa tapahtuvan dekanylaation vuoksi.	Hoitotyö haastavaa koska potilaat labiileja ja lisäksi epävarma happeutuminen, antikoagulaatio, kanyylin ulosliukuminen
Acevedo-Nuevo, M. ym. 2017	<i>"The management of mixed delirium in a patient placed on ECMO and with difficult sedation criteria meant a challenge for all ICU staff."</i>	ECMO:lla hoidettavien potilaiden delirium ja haastava sedaatio tarkoittaa lisähaasteita teho-osaston henkilökunnalle	Haastava sedaatio, delirium
Knisley, J. ym 2019	<i>"Complications related to the use of ECMO include hematologic complications (thrombosis, bleeding), infection, renal dysfunction, and delirium"</i>	ECMO-hoitoon liitetyt komplikaatiot, kuten hematologiset komplikaatiot (trombit, vuoto), infektiot, munuaisten vajaatoiminta ja delirium	ECMO-hoitoon liitetyt komplikaatiot - trombit, vuoto, infektiot, munuaisten vajaatoiminta, delirium

Krupa O. ym 2019	<i>"Long immobilization can cause a full-blown delirium and extend the patient's stay at the ICU. The available literature does not address the topic of nurse participation while caring for a patient with delirium during an ECMO therapy."</i>	Pitkä immobilisaatio aiheuttaa deliriumia ja pidentää potilaan hoitoaikaa teho-osastolla. Saatavilla ei ole kirjallisuutta, joka kertoisi hoitajan roolista ECMO-hoidon aikaisen deliriumin hoitamisesta.	Immobilisaation aiheuttama delirium
Knisley, J. ym 2019	<i>"Renal dysfunction can occur as a result of the hypotension and poor renal perfusion seen in patients under-going ECMO"</i>	Munuaisten toimintahäiriö voi olla hypotension ja huonon munuaisperfuusion tulos, joita on havaittu ECMO-hoidossa olevilla potilailla	Hypotensio ja huono munuaisperfuusio saattaa aiheuttaa munuaisten toimintahäiriötä
Knisley, J. ym 2019	<i>"Complications related to the use of ECMO include hematologic complications (thrombosis, bleeding), infection, renal dysfunction, and delirium"</i>	ECMO-hoitoon liitetyt komplikaatiot kuten hematologiset komplikaatiot (trombit, vuoto), infektiot, munuaisten vajaatoiminta ja delirium	ECMO-hoitoon liitetyt komplikaatiot - trombit, vuoto, infektiot, munuaisten vajaatoiminta, delirium
Koons, B. ym 2020	<i>"Patients supported with ECMO are at risk for developing end-stage kidney or liver failure."</i>	ECMO:lla hoidettavilla potilailla on riski saada munuaisten tai maksan toimintahäiriö	Riski munuaisten tai maksan toimintahäiriölle
Sieg, A. ym 2019	<i>"Drug clearance is also impacted by ECMO for reasons other than critical illness. Worsening renal function is often seen in adult patients receiving ECMO and can limit excretion of renally cleared medications"</i>	ECMO vaikuttaa lääkepoistumaan muista syistä kuin kriittisen sairauden vuoksi. Huonontunut munuaisfunktio on usein nähtävissä ECMO-hoitoa saavilla potilailla ja se asettaa rajoituksia lääkeaineiden poistumiseen	Huonontunut munuaisfunktio
Koons, B. ym 2020	<i>"Patients supported with ECMO are at risk for developing end-stage kidney or liver failure."</i>	ECMO:lla hoidettavilla potilailla on riski saada munuaisten tai maksan toimintahäiriö	Riski munuaisten tai maksan toimintahäiriölle
Sieg, A. ym 2019	<i>"Additionally, the ECMO circuit may alter blood flow to the liver, which could affect the clearance"</i>	Lisäksi ECMO-kierto voi muuttaa veren virtausta maksaan, mikä voi vaikuttaa lääkkeiden	Lääkeaineiden poistuminen muuttuu maksan verenkierron heikentyessä

	<i>of drugs with a high extraction ratio (drugs rapidly and extensively cleared by the liver). “</i>	puhdistumaan (lääkkeet poistuvat nopeasti ja laajasti maksassa)	
Acevedo-Nuevo, M ym. 2017	<i>“Generally, patients placed on ECMO entail problems with sedation due to the entrapment that may occur based on pharmacological agents in the membrane of the ECMO system”</i>	Yleensä ECMO-hoitoa saavilla potilailla on sedaatio-ongelmia johtuen ECMO-laitteen kalvohapettimeen sitoutuvista lääkeaineista	Sedaation ongelmallisuus
Koons, B. ym 2020	<i>“Achieving an optimal level of sedation can be challenging”</i>	Oikean sedaatiosyvyyden saavuttaminen saattaa olla haastavaa	Sedaatiosyvyyden saavuttaminen haastavaa
Koons, B. ym 2020	<i>“Nurses are the first to detect complications that require intervention, such as the need for sedation, changes in neurological status, and presentation of north-south syndrome.”</i>	Sairaanhoitajat havaitsivat ensimmäisenä toimenpiteitä vaativat muutokset kuten lisääntyneen sedaation tarpeen, muutokset neurologisessa statuksessa ja north-south syndrooman esiintymisen	Sairaanhoitajat ovat ensimmäisiä, jotka huomaavat muuttuneen sedaation tarpeen.
Lucchini, A. ym 2019	<i>“.. the correct sedation level could become difficult to achieve, because of drug “kidnapping” in the ECMO membrane.”</i>	...oikea sedaation tason saavuttaminen on vaikeaa koska lääke ”kidnapataan” ECMO:n kalvohapettimen toimesta	Oikean sedaatiotason saavuttaminen haastavaa
Mossadegh, C. 2017	<i>“The ECMO membrane lung is trapping medications, altering pharmacokinetics and pharmacodynamics of analgesics and sedatives such as propofol, midazolam, or opioids. Higher doses of sedatives and analgesics must then be administered to obtain an appropriate sedation and comfort of the patient:”</i>	ECMO:n kalvohapetin sieppaa lääkkeitä muuttaen analgeettien ja sedatiivien, kuten propofolin, midatsolaamin ja opioidien, farmakokinetiikkaa. Potilas tarvitsee suuremman annoksen sedatiiveja ja analgeetteja saadakseen riittävän sedaation ja sopeutuakseen paremmin	Suurempi sedaatio- ja kipulääkkeen tarve
Sieg, A. ym 2019	<i>“ patients receiving ECMO may have higher sedative and analgesic requirements than those not receiving ECMO... “</i>	ECMO-hoitoa saavilla potilailla saattaa olla korkeampi sedatiivien ja analgeettien tarve verrattuna muihin potilaisiin	Suurempi sedaatio- ja kipulääkkeen tarve
Sieg, A. ym 2019	<i>“... conducted a retrospective analysis seeking to characterize the sedation requirements in adult patients receiving ECMO and found a statistically</i>	...retrospektiivisessä analyysissä, jossa kartoitettiin ECMO:a	Suurempi sedaation tarve

	<i>significant increase in required midazolam doses to achieve deep sedation “</i>	tarvitsevien aikuisten sedaation tarvetta, huomattiin tilastollisesti merkittävää midatsolaami-annoksen lisäystä syvän sedaation saavuttamiseksi	
Sieg, A. ym 2019	<i>“Propofol is formulated as a lipid emulsion and is prone to sequestration within the ECMO circuit, leading to increased dosing requirements and further propofol-related complications “</i>	Rasvapitoinen propofoli on altis ”hukkumaan” ECMO-kiertoon, joten se johtaa entistä suurempiin lääkeannoksiin johtaen propofolin aiheuttamiin komplikaatioihin.	Propofolin aiheuttamien komplikaatioiden riski kasvaa
Sieg, A. ym 2019	<i>“these results still suggest that higher doses of dexmedetomidine are likely required to maintain its normal sedative effects, which can subsequently lead to a higher risk of adverse effects such as hypotension and bradycardia.”</i>	Nämä tulokset viittaavat edelleen siihen, että deksmedetomidinin suurempia annoksia tarvitaan normaalin sedaation ylläpitämiseksi, joka johtaa suurempaan riskiin hypotensiolle ja bradykardialle.	Deksmedetomidinin tarve ja komplikaatoriski kasvaa
Sieg, A. ym 2019	<i>“Although the authors indicated multiple reasons for thrombocytopenia, the findings suggest that heparin- bonded circuits may have been the reason for the persistent thrombocytopenia and the concomitant thromboembolic event “</i>	Vaikka kirjoittajat esittävät useita syitä trombosytopenialle, havainnot viittaavat, että hepariinikyllästetty (ECMO)kierto on saattanut olla syy jatkuvaan trombosytopeniaan ja samanaikaiselle tromboembolialle	Hepariinin aiheuttama trombosytopenia
Sieg, A. ym 2019	<i>“Heparin resistance during ECMO has been described in up to 22% of patients, and antithrombin depletion is an identified mechanism for heparin resistance. “</i>	Hepariiniresistenssiä on kuvattu jopa 22%:lla potilaista ja hepariiniresistenssin syyksi on tunnistettu antitrombiinin väheneminen	22% potilaista on hepariinille resistenttejä johtuen antitrombiinin vähenemisestä