

Miika-Markus Siikki

NEULATORAKOSENTEESIN TURVALLISUUS ENSIHOIDOSSA

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

NEULATORAKOSENTEESIN TURVALLISUUS ENSIHOIDOSSA

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus

Miika-Markus Siikki
Opinnäytetyö
Kevät 2021
Ensihoitaja AMK
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Ensihoidon tutkinto-ohjelma

Tekijä: Miika-Markus Siikki

Opinnäytetyön nimi: Neulatorakosenteesin turvallisuus ensihoidossa

Työn ohjaajat: Anna-Maria Ojala & Petri Roivainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2021

Sivumäärä: 59

Neulatorakosenteesi on ensihoitajien tekemä henkeä pelastava toimenpide jänniteilmarinnan hoitoon sairaalan ulkopuolella. Jänniteilmarinta on henkeä uhkaava terveydentila, jossa keuhkopussiin kertyy ilmaa ja keuhkopussiin kertyvä ilma alkaa painamaan keuhkoa kasaan. Tilanteen kehityessä ilma alkaa painamaan verisuonia ja sydäntä kasaan. Hoitamattomana tilanne johtaa verenkiertosokkiin ja kuolemaan. Hätätoimenpiteenä suoritettava neulatorakosenteesi tasaa keuhkopussiin kertyneen paineen, jotta verenkierto pääsee palautumaan. Tällä hetkellä suositellaan, että toimenpide tehdään suurella 5 cm laskimokanyylillä ja pistokohta on 2.–3. kylkiluunvälistä keskisolislinjassa.

Asiantuntijoiden keskuudessa on alkanut heräämään huolia neulatoraskosenteesin tehokkuudesta ja turvallisuudesta nykyisillä toimenpideohjeilla. Suomenkielistä tutkimusta tai materiaalia on hyvin niukasti saatavilla, joten tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa tietoa toimenpiteen turvallisuudesta, mahdollisista komplikaatioista sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. Tavoitteena oli koota aiheesta kattava suomenkielinen kokonaisuus.

Tämä opinnäytetyö on kuvaileva kirjallisuuskatsaus neulatorakosenteesin potilasturvallisuudesta sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa. Suoritin katsauksen tiedonhaun viiteen eri tietokantaan: Medic, Ebscon CINAHL, Pubmed ja Cochrane. Tietokannoista tuli hakutuloksena yhteensä 96 artikkelia, joista tähän katsaukseen valikoitui yhteensä kahdeksan tutkimusartikkelia. Hakulausekkeet olivat: "(ilmarin* OR jänniteilmarin* OR paineilmarin*) AND (neulatorakosenteesi* OR neulatorakos-tomia*) AND (ensihoi* OR sairaalan ulkopuol*)". Kansainvälisiin tietokantoihin hakulauseke oli "(tension pneumothorax OR pneumothorax) AND (needle thoracocentesis OR needle thoracostomy OR needle decompression OR needle chest decompression) AND (pa-ramedic OR emergency treatment OR emergency care OR prehospital OR pre hospital OR pre-hospital OR ambulance OR out of hospital)".

Katsauksen tuloksista selvisi, että neulatorakosenteesin epäonnistumisprosentti on korkeimmillaan 80 % luokkaa. Toimenpiteessä onnistumiseen vaikuttaa eniten neulan pituus, pistokohta ja rinta-kehän paksuus. Samoilla asioilla on myös vaikutusta toimenpiteen turvallisuuteen ja toimenpiteellä voidaan pahimmillaan aiheuttaa vakavaa haittaa potilaalle. Katsauksen tulokset viittaavat kuitenkin siihen, että vakavia komplikaatioita sattuu harvoin, mutta toimenpiteen epäonnistuminen on itsessään vakava komplikaatio, kun kyseessä on henkeä uhkaavan tilanteen hoitokeino. Tällainen vakava komplikaatio on myös potilasturvallisuushuhta, joten siihen pitäisi tulla muutosta.

Asiasanat: neulatorakosenteesi, neulatorakostomia, ensihoito, ilmarinta, jänniteilmarinta, potilasturvallisuus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme of Emergency Nursing

Author: Miika-Markus Siikki

Title of thesis: Safety of needle thoracocentesis in pre hospital emergency care.

Supervisors: Anna-Maria Ojala & Petri Roivainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2021

Number of pages: 59

Needle thoracocenteses are performed by paramedics as life-saving procedure in the management of the tension pneumothorax. This life-threatening condition develops when air gets trapped abnormally in the pleural cavity through a one-way valve. As a result, air accumulates and compresses the lung, increases intrathoracic pressure enough to decrease venous return to the heart and eventually causing obstructive shock, which leads untreated to death. Tension pneumothoraxes are usually encountered in trauma and critical care environments.

In Finland, current emergency care literature recommends that the needle thoracocentesis is to be performed with 5 cm angiocatheter at the 2nd intercostal space midclavicular line, but recent international literature has been raising questions about the effectiveness of the procedure with 5 cm angiocatheter at the 2nd intercostal space midclavicular line. The aim of this thesis was to determine, is the needle thoracocentesis safe procedure to patients, performed by paramedics in pre-hospital setting. The aim was also to gather knowledge about possible complications of needle thoracocentesis.

This thesis is a narrative literature review that presents knowledge about needle thoracocentesis safety and possible complications related to the procedure. The literature search was done in five different databases: Finna.fi, Medic, PubMed, Ebsco CINAHL and Cochrane. The following search strategy was used in search "(tension pneumothorax" OR "pneumothorax") AND ("needle thoracocentesis" OR "needle thoracostomy" OR "needle decompression" OR "needle chest decompression") AND ("paramedic" OR "emergency treatment" OR "emergency care" OR "prehospital" OR "pre hospital" OR "pre-hospital" OR "ambulance" OR "out of hospital")". Search resulted 96 articles in which eight were selected into this review.

The results show that most common complication of the procedure is that it fails quite often. Performing needle thoracocentesis with 5 cm angiocatheter at the 2nd intercostal space midclavicular line can have failure rate high as 82%. The results also designate that the success of the procedure is most affected by the length of the needle, the injection site and the chest wall thickness. Furthermore, the results show that severe complications happen only occasionally, but since lethality of untreated tension pneumothorax, that high failure rate is severe complication thus serious patient safety issue that needs to change.

Keywords: needle thoracocentesis, needle thoracostomy, needle decompression, tension pneumothorax, paramedics, prehospital emergency care

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	HENGITYSELIMISTÖN RAKENNE	7
3	ILMARINTA JA JÄNNITEILMARINTA	10
4	NEULATORAKOSENTEESI	12
5	POTILASTURVALLISUUS	14
6	TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TUTKIMUSKYSYMYKSET	17
7	KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN	18
7.1	Katsauksen tarkoitus ja tutkimuskysymyksen määrittäminen	19
7.2	Kirjallisuushaku ja aineiston valinta	19
7.3	Aineiston arviointi	26
7.4	Aineiston analysointi ja synteesi	27
7.5	Tulosten raportointi	28
8	TULOKSET	30
8.1	Neulatorakosenteesin turvallisuus	30
8.1.1	Neulatorakosenteesin onnistumisprosentti	30
8.1.2	Neulan pituus	32
8.1.3	Pistokohta	34
8.1.4	Potilasturvallisuus	36
8.2	Neulatorakosenteesin komplikaatiot	38
8.2.1	Suorat komplikaatiot	38
8.2.2	Epäsuorat komplikaatiot	42
9	TULOKSIEN TARKASTELUA	45
9.1	Neulatorakosenteesin turvallisuus	45
9.2	Neulatorakosenteesin komplikaatiot	48
9.3	Johtopäätökset	50
9.4	Luotettavuus ja tutkimusetiikka	51
9.5	Jatkotutkimushaasteet	53
9.6	Opinnäytetyöprosessin pohdinta	54
	LÄHTEET	56

1 JOHDANTO

Jänniteilmarinta eli tensiopneumothorax on harvinainen hengitysvaikeuden tila, joka hoitamattomana johtaa vakavaan verenkierron sokkiin. Jänniteilmarinnassa keuhkoon tai ilmatiehyeen tulee repeämä, yleensä trauman seurauksena ilmaa pääsee virtaamaan keuhkopussiin. Repeämäkohdan muodostunut yksisuuntainen venttiili päästää jokaisella hengenvedolla ilmaa keuhkopussiin, mutta ei pois sieltä. Tämän seurauksena rintaontelon sisäinen paine kasvaa ja paine alkaa painamaan tervettä keuhkoa ja sydäntä kasaan. Tämä tilanne johtaa ennen pitkään vakavaan verenkierron sokkiin ja hoitamattomana kuolemaan. (Kuisma, Holmström, Nurmi, Porthan, Taskinen & Ahlskog-Karhu 2018, 360, 465.)

Jänniteilmarintaa hoidetaan ensihoidossa keuhkopussin hätäkanavoinnilla. Ensihoitajat purkavat jänniteilmarinnan neulatorakosenteesilla, jossa keuhkopussi kanavoidaan joko jänniteilmarinnan purkuun tarkoitetulla neulalla tai suurella laskimokanyylillä. Neulalla lävistetään rintakehä 2. ja 3. kylkiluunvälistä, jolloin keuhkopussiin kertynyt ilma pääsee purkautumaan neulan kautta ulos ja rintaonteloon kertynyt paine tasaantuu. Tämä on potilaan hengen pelastava toimenpide. Toimenpiteen turvallisuudesta ei ole tehty tutkimusta Suomessa ja yleisesti ottaen, ensihoidon potilasturvallisuudesta ei ole vielä juurikaan tutkittua tietoa. (Kuisma ym. 2018, 68, 465.)

Tämä opinnäytetyö on kuvaileva kirjallisuuskatsaus neulatorakosenteesin turvallisuudesta ensihoidossa. Tällä opinnäytetyöllä on tarkoitus kartoittaa, onko neulatorakosenteesi toimenpiteenä potilasturvallinen ensihoitajan tekemänä. On myös tarkoitus selvittää, millaisia komplikaatioita neulatorakosenteesin yhteydessä on raportoitu ensihoitajan tekemänä. Pohdin työssä neulatorakosenteesin hyötyjä ja haittoja ja tavoitteena on koota tuloksista tiivistetty suomenkielinen kokonaisuus. Katsauksen tuloksia voidaan hyödyntää ensihoidon potilasturvallisuuden parantamiseen. Tuloksia voidaan myös hyödyntää päätöksenteossa, onko aihetta tarpeellista tutkia tarkemmin Suomessa.

Sain aiheen idean Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiriin Apulaisylilääkäri Lasse Raatiniemeltä. Hän oli kohdannut työssään tilanteen, jossa neulatorakosenteesin tekemisestä oli aiheutunut vakavaa haittaa potilaalle. Hän ehdotti, että aihetta olisi hyvä tutkia potilasturvallisuuden näkökulmasta. Suomessa ei ole tehty neulatorakosenteesiin liittyvää tutkimusta ja neulatorakosenteesistä tehdyt opinnäytetyöt ovat lähinnä toiminnallisia opinnäytetöitä, joten aihe on ajankohtainen ja tärkeä.

2 HENGITYSELIMISTÖN RAKENNE

Hengityselimistö on elintärkeä kaasujenvaihdon, happoemästäsapainon säätelyn ja äänentuottamisen elimistö. Hengityksen tärkein tehtävä on toimittaa verenkiertoon kudoksille happea (O₂) ja poistaa elimistössä syntynyt hiilidioksidi (CO₂). Hengitys tarkoittaa kaikkea ilman ja elimistön solujen välillä tapahtuvaa kaasujenvaihdon eri vaiheita. Ilman kuljetusta keuhkoihin ja sieltä pois, kutsutaan keuhkotuuletukseksi. Hapen (O₂) kuljetusta keuhkojen ilmasta soluihin ja hiilidioksidin (CO₂) kuljetusta soluista keuhkojen ilmaan kutsutaan kaasujenvaihdoksi. Hengityksen säätely tapahtuu autonomisesti aivorungossa ja ydinjatkoksessa olevassa hengityskeskuksesta. Hengitystiet voidaan jakaa kahteen osaan ylä- ja alahengitysteihin. (Kuisma ym. 2018, 334; Sand, Sjaastad, Haug, Toverud, Bjålie & Hekkanen 2012, 355–357.)

Ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelot, suuontelot ja nielu. Levossa ihmisen hengittäminen tapahtuu pääasiassa nenäontelon kautta. Nenäontelo jatkuu kahteen puoliskoon. Puoliskojen välissä on väliseinä, joka on etuosasta rustoa ja takaosasta luukudosta. Nenän limakalvoissa on runsaasti verisuonia, ja ne kostuttavat ja lämmittävät sisäänhengitysilman ruumiinlämpöiseksi. Nenäontelon yläosassa olevassa limakalvossa sijaitsee hajuaineisiin reagoivat aistinsolut. Ihminen hengittää suuontelon kautta ilmaa, jos nenäontelon kautta tuleva ilma ei riitä kattamaan elimistön hapentarvetta, osa sisäänhengitysilmaasta kulkee suuontelon kautta. Näin voi käydä rasituksen yhteydessä tai jos nenäontelon limakalvot ovat tulehtuneet ja turvonneet, eli nenä on tukossa kokonaan tai osittain. Ilma kulkee suuontelon kautta nopeammin ja se ei lämpene, kostu tai puhdistu juurikaan. Suu- ja nenäonteloiden kautta kulkeva sisäänhengitysilma yhdistyy nielussa (pharynx). Nielun kaksi aukkoa johtavat ruokatorveen ja kurkunpäähän. Limakalvo on nielussa tarkoituksella mekaanisesti vahvempaa kerrostunutta levyepiteeliä, koska ruoka kulkee nielun läpi. (Sand ym. 2012, 357–358.)

Alahengitysteihin kuuluvat kurkunpää, henkitorvi, keuhkoputket ja ilmatiehyet. Kurkunpää yhdistää nielun henkitorveen ja se on noin 6 cm pitkä rustorakenteinen putki. Kurkunpäässä henkitorven aukon yläpuolella sijaitsevat äänihuulet vastaavat ihmisen äänentuottamisesta. Ääniraon läpi virtaava ilma saa äänihuulet värähtelemään, joka synnyttää ääniaaltoja. Kurkunpää ja ahdas äänirako suojaavat alahengitysteitä vierasesineiltä. Yskänheijasteella on sama tehtävä, kun nopeasti virtaava ilmavirta irrottaa kurkunpäässä ärsyttävän vierasesineen tai aineen. Henkitorvi (trachea) on pituudeltaan noin 10–12 cm ja halkaisijaltaan noin 2,5 cm suora jatke kurkunpäälle. Se muodostuu

16–20 lasirustokaaresta, joiden aukot sijaitsevat henkitorven selkäpuolella. Rusto estää henkitorven kokoon painumisen sisäänhengityksen aikana ja pullistumisen uloshengityksen aikana. Henkitorvi jakautuu kahdeksi pääkeuhkoputkeksi, joista toinen menee vasempaan keuhkoon ja toinen oikeaan keuhkoon. Pääkeuhkoputken keuhkoon työntymisen kohtaa kutsutaan keuhkoportiksi ja keuhkoissa keuhkoputket jakautuvat yhä pienemmiksi haaroiksi lopulta muodostaen bronkuspui. Keuhkoputkien pienentyessä seinämän kudoksen ruston osuus vähenee ja putkia kutsutaan keuhkoputkiksi niin kauan kuin niissä on rusto kudosta. Haaroja ilman rustokudosta kutsutaan ilmatiehyiksi. Keuhkoputken seinämiä hermottaa autonominen hermosto, joten niiden läpimittaa voidaan säädellä samalla tapaa kuin henkitorvien läpimittaa. Hengitystiehyet päättyvät keuhkorakku-lasäkkeihin, joiden seinämät muodostuvat pallomaisista, ohutseinäisistä keuhkorakkuloista. (Sand ym. 2012, 359–360.)

Keuhkojen sijainti on rintakehän sisällä suljetussa rintaontelossa. Rintakehä muodostuu selkärangan rintanikamista, kylkiluista, kylkiluiden välisistä kylkivälilihaksista ja rintalastasta. Rintaontelon yläpään muodostaa kaulan eri lihakset ja alapuoli muodostuu palleasta. Pallea erottaa rinta- ja vatsaontelon toisistaan. Se on muodoltaan litteä, levymäinen ja kupolimainen poikkijuovainen lihas. Rintalastan ja selän välistä aluetta kutsutaan välikarsinaksi, jossa sijaitsee hermoja, verisuonia, sidekudosta, henkitorvi, ruokatorvi ja sydän. Rintakehän molemmat puolet täyttyvät keuhkoista, jotka ovat keilamaisen muotoiset. Keuhkojen kärjet tulevat noin 2 cm solisluiden yläpuolelle ja pohjat ovat palleaa vasten koveran muotoisesti, jotta ne sopivat pallean kaaren muotoon. Keuhkoja ympäröi keuhkopussi, joka on kaksilehtinen umpinainen pussi ympäröiden koko keuhkoa, paitsi keuhkojen tyvää, josta pääkeuhkoputket kulkevat keuhkoihin. (Sand ym. 2012, 361.)

Kaksilehtisen keuhkopussin keuhkojen pintaa peittävää osaa kutsutaan sisusmyötäiseksi 1. viskeeraaliseksi lehdeksi ja keuhkopussin rintakehää myötäilevää pussin osaa kutsutaan seinämänmyötäiseksi 1. parietaaliseksi lehdeksi. Lehtien väliin jäävä kapea rako on keuhkopussiontelo eli pleuraontelo. Ontelon lehtien välissä on ohut nestekerros, joka voitelee keuhkopussin lehtiä niin, että ne liukuvat lähes kitkattomasti toisiaan vasten, pitäen lehdet kiinni toisissaan hengitysliikkeiden aikana. Pleuraontelossa vallitseva alipaine pitää keuhkopussin lehdet yhdessä. Keuhkot jakautuvat lohkoihin, joka helpottaa keuhkojen liikkuvuutta hengityksen yhteydessä. Oikeassa keuhkossa on kolme lohkoa ja se on siten isompi kuin vasen keuhko, jossa on vain kaksi lohkoa. Keuhkon tyvessä on pääkeuhkoputki, keuhkovaltimon ja keuhkolaskimoiden haaroja, imusuonia ja hermoja. Pääkeuhkoputki, keuhkovaltimot ja keuhkolaskimot haarautuvat heti keuhkon tyven jälkeen ja kulkevat

koko matkan rinnakkain keuhkoputkien kanssa. Keuhkolohkon aluetta, johon päättyy pääkeuhkoputken haara ja sen rinnalla kulkeneet verisuonet, kutsutaan keuhkojaokkeeksi. Oikeassa keuhkossa on kymmenen jaoketta ja vasemmassa keuhkossa kahdeksan jaoketta. Tämän ansiosta keuhkoista voidaan poistaa leikkauksessa jaoke ilman vaikutusta keuhkojen muiden alueiden toimintaan. (Sand ym. 2012, 361–362.)

3 ILMARINTA JA JÄNNITEILMARINTA

Keuhkopussin viskeraalisen lehden ja perietaalisen lehden välissä vallitsee negatiivinen paine, mikä pitää lehdet yhdessä ja keuhkot seuraavat rintakehän sisäpintaa ja liikkeitä. Jos jommankumman lehden pinta rikkoutuu ja ilmaa pääsee virtaamaan keuhkopussiin, pussin alipaine purkautuu ja kudosten kimmoisuus alkaa vetämään keuhkoa kasaan kohti keuhkon tyveä. Tätä tilaa kutsutaan ilmarinnaksi (pneumothorax). (Sand ym. 2012, 362; Kuisma, Holmström, Nurmi, Porthan, Taskinen & Ahlskog-Karhu 2018, 360.) Yleisimmin ilmarinta syntyy vamman seurauksena, mutta se voi syntyä myös spontaanisti. Yleisimmin spontaanin ilmarinnan syntyminen liittyy keuhkosairauteen, esimerkiksi astmaan, keuhkohtaumatautiin, infekioon tai kasvaimeen. Keuhkohtaumataudissa kehittyy laajoja ilmarakkuloita (emfyseemaa), jotka saattavat repeytyä. Ilmarinta voi olla avoin tai suljettu. Avoimessa ilmarinnassa ulkoilma pääsee virtaamaan pleuraonteloon ja vastaavasti suljettussa ilmarinnassa yhteyttä ulkoilman kanssa ei pääse muodostumaan. Spontaani ilmarinta on aina suljettu ilmarinta. (Klaus Olkkola, Kai Kiviluoma, Teijo Saari, Minna Tallgren, Ari Uusaro & Arvi Yli-Hakala 2021, 1364; Kuisma ym. 2018, 36.)

Ilmarinnan ilmaantuvuudeksi on arvioitu 15–20 tapausta 100 000 henkeä kohti vuosittain. Yleensä potilas on pitkä, nuori ja tupakoiva aikuinen. Spontaanin ilmarinnan sairastaneista 90 % on tupakoitsijoita. Ilmarinnan tyyppioire on rasituksen tai yskimisen jälkeen äkillisesti alkanut hengenahdistus, rinta- tai hartiakipu tai kuiva ärsytysyskä. Kasaan painunut keuhko voi ärsyttää pallealihasta, jolloin kipua saattaa heijastua vahingoittuneen puolen olkapäähän. Usein potilaan hengitystaajuus on koholla ja hengitystyö on lisääntynyt. Vahingoittuneella puolella hengitysäänet voivat kuulua heikosti tai ei ollenkaan, mutta hengitysäänet voivat kuulua normaalinakin, jos keuhko ei ole painunut täysin kasaan. Ilmarinta voidaan hoitaa konservatiivisesti avohoidossa, jos ilman määrä keuhkopussissa on vähäinen. Muuten ilma tyhjenetään neulan kautta imemällä tai asettamalla laskuputki eli dreeni, johon yhdistetään imulaite. Imua joudutaan pitämään yleensä useita päiviä, että syntynyt repeämä kerkeää paranemaan itsestään. Ilmarinnan ehkäisyyn ei tunneta muuta keinoja, kuin tupakoinnin lopettaminen. (Olkkola ym. 2021, 1364–1365; Kuisma ym. 2018, 360; Salomaa Eija-Riitta 2019, viitattu 27.03.2021.)

Spontaani ilmarinta voi kehittyä hengenvaaralliseksi jänniteilmarinnaksi (tensiopneumothorax), joka tunnetaan myös paineilmarinta nimellä. Jänniteilmarinta syntyy, kun spontaanin ilmarinnan

repeämä kohtaan syntyy yksisuuntainen venttiili ja pleuraonteloon kertynyt ilma ei pääsee poistumaan takaisin keuhkoon. Keuhko painuu kasaan ja keuhkopussiin jatkuvasti kerääntyvä ilma nostaa rintaontelon sisäistä painetta jokaisella sisäänhengityksellä. Rintaontelossa kasvava paine alkaa siirtämään rintaontelon rakenteita terveen keuhkon puolelle ja painaa sydäntä kasaan. Paineen nousu painaa onttolaskimoa kasaan (vena cava) ja laskimopaluu sydämeen vähenee, joka pienentää sydämen minuuttitilavuutta. (Kuisma ym. 2018, 360, 465, 559; Olkkola ym. 2021, 1364–1365.)

Jänniteilmarinnan oireisto on samankaltainen kuin spontaanissa ilmarinnassa ja tyypillisinä löydöksinä edellä mainittujen oireiden lisäksi on kasvojen ja kaulan alueen syanoosi, kaulalaskimoiden pullottaminen, verenpaineen romahtaminen, heikentyneet hengityssäät vaurioituneella puolella, matala happisaturaatio ja henkitorven siirtyminen myöhäisemmässä vaiheessa. Jos potilas on intuboituna tai naamariventiloidulla potilaalla, hengitysvastus kasvaa nopeasti. Jänniteilmarinta etenee tavallista ilmarintaa huomattavasti nopeammin hengenvaaralliseksi. Se etenee yleensä niin nopeasti, että ensimmäinen merkki jänniteilmarinnasta on, kun verenkierto romahtaa ”potilas puutoa käsiin”. Spontaani ilmarinta kehittyy harvemmin paineilmarinnaksi verrattuna trauman aiheuttamaan ilmarintaan. Jänniteilmarinnan mahdollisuutta tulee aina pitää mielessä vammapotilaan kohdalla, jonka hengitysvaikeus etenee hyvin nopeasti ja on sokin oireita. Jänniteilmarinta tilanne johtaa hoitamattomana nopeasti kuolemaan, joten tilanne pitäisi tunnistaa nopeasti, jotta potilasta voidaan hoitaa nopeasti kajoavalla hoidolla. Oikea hoito on keuhkopussin hätäkanavointi, jotta keuhkopussin sisäinen paine tasaantuu. (Kuisma ym. 2018, 360, 465, 559; Olkkola ym. 2021, 1364–1365.)

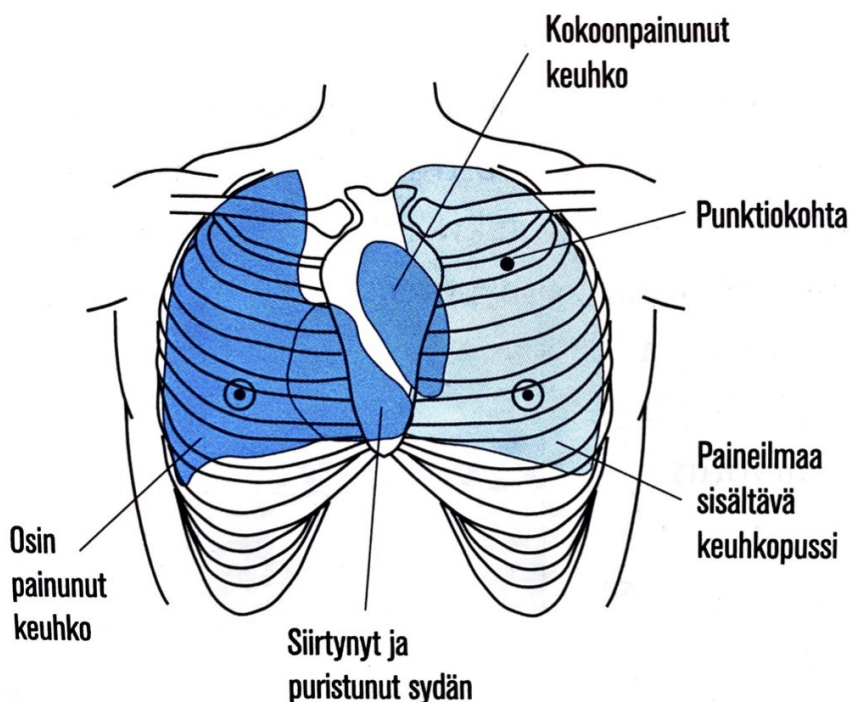
Jos ilmarinta on avoin, eli rintakehäältä on suora yhteys keuhkoon, on suuri riski, että se kehittyy jänniteilmarinnaksi. Avoimen ilmarinnan hoitona haava peitellään ilmatiiviillä sidoksella. Sidos voi olla muovikelmaa tai tarkoitukseen kehitetty ilmarintasidos, jossa on venttiili. Jos sidos on täysin ilmatiivis, täytyy yhden reunan olla avoimena, jotta ylipaine voi purkautua ulospäin. (Kuisma ym. 2018, 559–560.)

4 NEULATORAKOSENTEESI

Edellisessä kappaleessa mainittu hengenvaarallinen jänniteilmarinta tilanne täytyy purkaa mahdollisimman nopeasti ja tilanne voidaan hoitaa ensihoidossa kolmella tavalla: 1) neulatorakosenteesi 2) torakostomia eli pleuraontelon avaus ilman laskuputkea 3) asettamalla pleuraonteloon laskuputki eli dreeni. Neulatorakosenteesin voi suorittaa hoito- tai perustasoinen ensihoidon yksikkö, mutta joillakin sairaanhoitopiirien alueilla se saattaa olla rajattuna vain hoitotason toimenpiteeksi. Muut toimenpiteet ovat lääkäritason toimenpiteitä. Toimenpide on onnistunut, jos toimenpiteellä saadaan muutettua henkeä uhkaava jänniteilmarinta normaaliksi ilmarinnaksi. (Olkola ym. 2021, 1364; Naarajärvi, Telkki, Müller, Sinivuori & Lätti 2019, 189.)

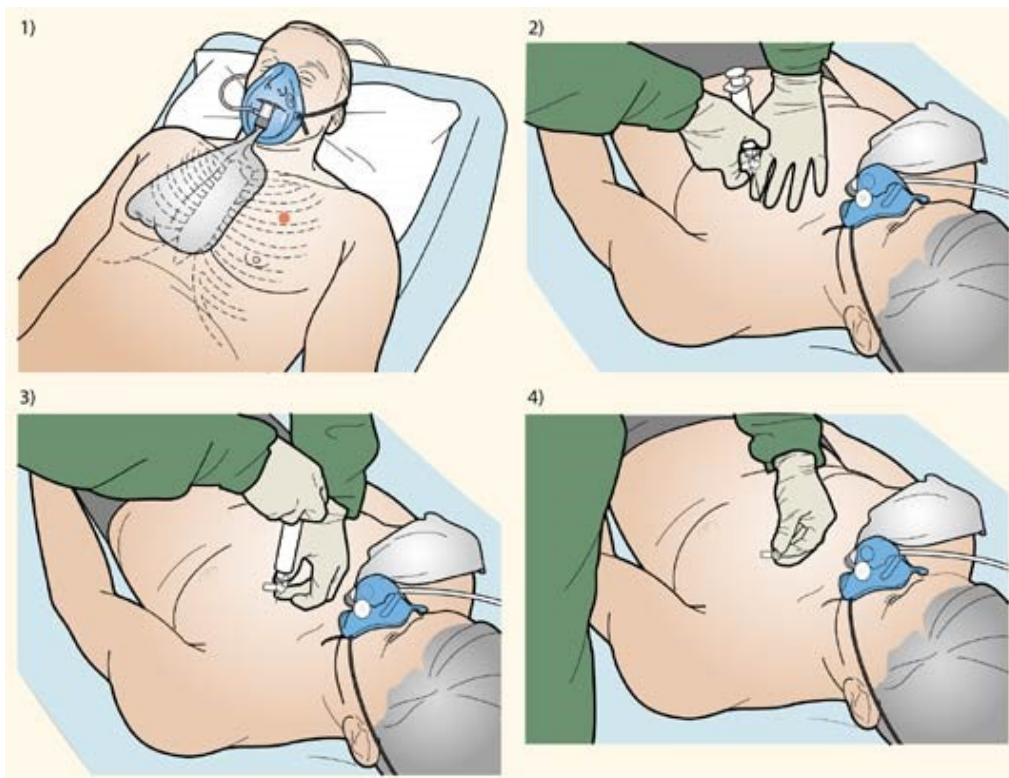
Neulatorakosenteesissä pleuraontelo punktoidaan joko siihen tarkoitukseen suunnitellulla neulalla tai mahdollisimman suurella laskimokanyylillä. Toimenpiteen suorittamiseen tarvittavat välineet ovat paineilmarinnan purkamiseen tarkoitettu punktioneula tai mahdollisimman pitkä laskimokanyyli ja 10–20 ml ruisku. (Kuisma ym. 2018, 568; Naarajärvi ym. 2019, 189.)

KUVIO 1. Neulatorakosenteesin punktiokohta (Kuisma ym. 2018, 465.)



Neulatorakosenteesin ensisijainen pistokohta on vaurioituneen puolen 2. ja 3. kylkiluun välistä keskisolisinjassa. (KUVIO 2.) Punktio suoritetaan neulaa tai laskimokanyyliä ja ruiskua käyttäen 3. kylkiluun yläreunaa hipoen verisuonipunktion välttämiseksi, koska kylkivälin verisuonet ja hermot kulkevat kylkiluiden alapinnassa. Punktioneula tai laskimokanyyli, johon on liitetty 10–20 ml ruisku työnnetään kohtisuoraa ihon alle. Sen jälkeen kanyyliä työnnetään hitaasti syvemmälle samalla vetäen ruiskun mäntää ylöspäin eli aspiroidaan. (KUVIO 3.) Kanyyliä työnnetään syvemmälle niin kauan, että neulan kärki lävistää keuhkopussin ja ruiskuun tulee ilma. Tässä vaiheessa ruiskun vastus häviää. Jos kyseessä on jänniteilmarinta, tulee ilma paineella ruiskuun ja saadaan varmistus diagnoosille. Sen jälkeen otetaan ruisku ja sisäänviejäneula yhdistelmä pois ja pelkkä kanyyliosa työnnetään loppuun asti sisään ja annetaan ilman purkautua pleuraontelosta. Punktioneulan tai laskimokanyylin kanyyliosa jätetään paikalleen ja se kiinnitetään ihoon hyvin esimerkiksi teipillä. Kanyyliin kannattaa kiinnittää kolmitiehana, jotta ilmaa voidaan tarvittaessa aspiroida myöhemmin. Kanyyli voidaan poistaa vasta sen jälkeen, kun lopullinen hoito eli pleuradreenin laittaminen on tehty. Pleuradreeniä pidetään niin kauan, että vamma on parantunut. (Kuisma ym. 2018, 465, 568, 559; Naarajärvi ym. 2019, 189; Olkkola ym. 2021, 1365.)

KUVIO 2. Neulatorakosenteesin vaiheet (Duodecim kuvatietokanta, Jänniteilmarinnan neulatorakosenteesi 2005. viitattu 28.03.2021.)



5 POTILASTURVALLISUUS

Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) mukainen määritelmä potilasturvallisuudesta tarkoittaa sitä, että potilas saa tarvitsemansa ja oikean hoidon, josta aiheutuu mahdollisimman vähän haittaa. Laajemmin ajateltuna potilasturvallisuudella tarkoitetaan hoidon turvallisuutta, läkehoidon turvallisuutta ja lääkinnällisten laitteiden turvallisuutta, sekä terveydenhuollon työntekijöiden, toimintayksiköiden ja organisaatioiden periaatteita ja toimintakäytäntöjä, joilla varmistetaan potilaiden terveyspalvelujen turvallisuus. Potilasturvallisuus on keskeinen osa hoidon laatua, joten se kuuluu laadunhallinnan piiriin. Terveidenhuollon toiminnan on perustuttava näyttöön ja hyviin hoito- ja toimintakäytäntöihin. Terveidenhuollon toiminnan on oltava laadukasta, turvallista ja asianmukaisesti toteutettua. Laki vaatii, että terveydenhuollon toimintayksiköt laativat suunnitelman laadunhallinnasta ja potilasturvallisuuden täytäntöönpanosta. Tämän lisäksi lakia täydentää ja säätelee tarkemmin Sosiaali- ja Terveysministeriön asetus laadunhallinnasta ja potilasturvallisuuden täytäntöönpanosta. (Terveidenhuoltolaki. 1326/2010; Kuisma ym. 2018, 67; Sosiaali- ja terveysministeriö 2021.; Terveiden ja hyvinvoinninlaitos 2019.)

Terveidenhuoltolaki määrittelee ensihoitopalvelun terveydenhuollon toiminnaksi. Ensihoitopalvelun ensisijainen tehtävä on hoitolaitoksen ulkopuolella olevan, äkillisesti sairastuneen tai loukkaantuneen potilaan hoidontarpeen arvio, hoito ja tarvittaessa hoitoon kuljettaminen. Kyse on erikoissairaanhoidon osasta, joka on suunniteltu kiinteäksi osaksi muuta terveydenhuollon päivystystoimintaa. Ensihoitopalvelun järjestämisvastuu on jaettu 20 sairaanhoitopiirille ja jokainen sairaanhoitopiiri määrittää terveydenhuoltolain ja erillisen Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen ensihoitopalvelusta mukaisesti ensihoidon palvelutasopäätöksen. Palvelutasopäätös määrittää ensihoitopalvelun järjestämistavan, sisällön, henkilöstön koulutus- ja pätevyysvaatimukset, toiminta-alueen ensihoitopalvelun tavoittamisajat ja muut ensihoitopalvelun järjestämisen kannalta olennaiset asiat. Tämän erillisen ensihoitopalvelua koskevan asetuksen tarkoitus on parantaa hoidon laatua ja potilasturvallisuutta ja taata potilaille yhtäläiset oikeudet parhaaseen hoitoon. Sen tarkoituksena on myös parantaa terveydenhuollon resurssien käyttöä tehokkaammaksi. Sairaanhoitopiirin kuntayhtymä vahvistaa palvelutasopäätöksen ja sen toteutumista seurataan säännöllisesti ja sitä päivitetään tarvittaessa. Erikoissairaanhoidolain mukaisesti Aluehallintovirastojen ja Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontaviraston eli Valviran tehtävänä on vastata terveydenhuollon toiminnanohjauksesta ja valvonnasta. (Terveidenhuoltolaki. 1326/2010.; Erikoissairaanhoidolaki 1062/1989.; Olkola ym. 2021, 1245–1246; Kuisma ym. 2018, 35, 67.)

Alla olevassa taulukossa on esitetty potilasturvallisuuteen liittyviä käsitteitä. (TAULUKKO 1.)

TAULUKKO 1. Potilasturvallisuuteen liittyviä käsitteitä (Kuisma ym. 2018, 67, taulukko 1.6.1.)

Poikkeama	Vaaratapahtuma tai potilasturvallisuustapahtuma	Läheltä piti tapahtuma	Potilasvahinko
Mikä tahansa terveydenhuollon tuotteisiin, toimintatapoihin, järjestelmiin ja ympäristöön liittyvä suunnitellusta tai sovitusta poikkeava tapahtuma, joka voi johtaa vaaratapahtumaan. Poikkeama voi johtua tekemisestä, tekemättä jättämisestä tai suojausten pettämisestä.	Potilaan turvallisuuden vaarantavatapahtuma, joka aiheuttaa tai voi aiheuttaa haittaa potilaalle.	Vaaratapahtuma, joka olisi voinut aiheuttaa haittaa potilaalle. Haitalta vältyttiin joko sattumalta tai siksi, että poikkeama tai vaaratilanne havaittiin ja haitalliset seuraukset pystyttiin estämään ajoissa (esim. tapahtuma, joka sisälsi vaaran potilasturvallisuudelle, mutta ei kuitenkaan tässä tilanteessa realisoitunut).	Potilasvahinkolain määrittelemä, vakuutuskorvaukseen oikeuttava henkilövahinko lääketieteellisen tutkimuksen tai hoidon yhteydessä; terveyden- tai sairaanhoidon yhteydessä potilaalle aiheutunut henkilövahinko. Henkilövahinko on sairaus, vamma tai muu terveydentilan tilapäinen tai pysyvä heikentyminen tai kuolema. Potilasvahinkojen ryhmät ovat: hoitovahinko, infektiovahinko, tapaturmavahinko, laitevahinko, palovahinko, lääkkeen toimitamisvahinko, ja kohtuuton vahinko.

Ensihoidon palveluiden käyttäjä voi odottaa, että hoito ja tutkimukset ovat turvallisia ja eivät aiheuta potilaalle ennakoimattomasti lisähaittaa. Sairaanhoitopiiri ja palveluntuottajan johto, kantavat kokonaisvastuun ensihoidon potilasturvallisuudesta ja sen edellytyksistä. Lainsäädäntö korostaa johdon vastuuta. Johdon tehtävänä on korostaa potilasturvallisuutta kaikessa sen toiminnassa, jotta hoitoa

voidaan toteuttaa turvallisesti ja laadukkaasti. Johdon vastuulla on varmistaa, että organisaatiossa on riittävästi osaavaa henkilökuntaa töissä. Johto vastaa myös potilasturvallisuussuunnitelman laatimisesta ja toimeenpanosta. Johdon tehtävä on myös seurata potilasturvallisuuden konkreettisesta toteutumisesta ja tarvittaessa tehdä korjaavia toimenpiteitä potilasturvallisuuden epäkohtiin. Johdon vaikeimpia tehtäviä on luoda avoimen potilasturvallisuuden kulttuurin, jossa on mahdollista raportoida kynnyksettömästi vaaratilanteista. (Kuisma ym. 2018, 67–68.)

Käytännön tasolla potilasturvallisuus ensihoidossa tarkoittaa esimerkiksi sitä, että ennen kuin potilaalle annetaan lääkettä, työpari varmistaa annettavan lääkkeen, antotavan ja annoksen oikeellisuuden. Käytetään tarkistuslistoja soveltuvissa tilanteissa esimerkiksi, kun varmistetaan potilaan hengitystietä tai käydään läpi liuotushoidon vasta-aiheet. Ensihoitoyksikön välineiden tarkistaminen työvuoron alussa, että laitteet ovat toimintakuntoisia ja hoitotarvikkeita, happea ja lääkkeitä on suunnitellut määrät ja eivätkä ne ole vanhentuneita. Potilaan siirrossa huomioidaan potilaan terveydentilan lisäksi itse siirtoon liittyvät riskit, esimerkiksi ympäristön liukkauden ja esteiden arviointi, potilaan paino huomioidaan ja siirtoon kuluva aika. Ambulanssin ollessa liikkeessä, potilaalla ja hoitajilla on turvavyöt asianmukaisesti käytössä. Ensihoitohenkilöstön sisäinen viestintä tehtävillä on selkokielistä ja varmistetaan, että viestit menevät perille ja ne ymmärretään oikein. Jos syntyy tilanne, jossa olisi ollut voinut aiheuta vaara potilasturvallisuudelle eli läheltä piti -tilanne tai potilasturvallisuus vaarantui oikeasti, tapahtumasta tulee raportoida aina organisaation sisällä. Raportointiin on parasta käyttää sähköistä raportointijärjestelmää esimerkiksi HaiProa. (Kuisma ym. 2018, 69–70.)

6 TUTKIMUKSEN TARKOITUS, TAVOITTEET JA TUTKIMUSKYSYMYKSET

Kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kartoittaa, onko neulatorakosenteesi toimenpiteenä potilasturvallinen ensihoitajan tekemänä. Lisäksi tarkoituksena on selvittää, millaisia komplikaatioita toimenpiteessä on ilmennyt yleisimmin ensihoitajien tekemänä.

Opinnäytetyön tavoitteena on koota tuloksista tiivistetty suomenkielinen kokonaisuus. Katsauksen tuloksia voidaan hyödyntää ensihoidon potilasturvallisuuden parantamiseen. Tuloksia voidaan hyödyntää päätöksenteossa, onko aihetta tarpeellista tutkia tarkemmin Suomessa.

Tutkimuskysymykseni ovat:

1. Onko neulatorakosenteesi potilasturvallinen toimenpide ensihoitajan suorittamana?
2. Mitkä ovat yleisimmät komplikaatiot ensihoitajan suorittaman neulatorakosenteesin yhteydessä?

7 KIRJALLISUUSKATSAUKSEN TOTEUTTAMINEN

Kirjallisuuskatsaus on tieteellinen metodi ja tutkimustekniikka, jonka avulla tehdään tutkimusta ”tutkimuksesta”. Eli kootaan tutkimuksien tuloksia, joista saadaan perusta uusille tutkimustuloksille. Kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on kehittää olemassa olevaa teoriaa ja rakentaa uutta teoriaa. Sen avulla voidaan myös arvioida teoriaa. Sillä rakennetaan kokonaiskuva tietystä asiakokonaisuudesta. Kirjallisuuskatsauksella pyritään tunnistamaan ongelmia. (Salminen 2011, viitattu 23.1.2021.)

Kirjallisuuskatsauksia on monta eri tyyppiä eri tarkoituksiin ja erityyppisille aineistoille. On katsaus minkä tyyppinen tahansa on jokaisessa niissä samankaltaiset perusvaiheet, jotka tekevät aikaisempaan kirjallisuuteen perehtymisestä kirjallisuuskatsauksen. Kirjallisuuskatsaukselle on määritetty välttämättömät viisi vaihetta, jotka ovat: katsauksen tarkoituksen ja tutkimuskysymyksen määrittäminen, kirjallisuushaku ja aineiston valinta, tutkimusten arviointi, aineiston analyysi ja synteesi ja tulosten raportointi. Katsauksessa voi olla muitakin vaiheita riippuen valitusta yksityiskohtaisesta katsausmetodista. Kirjallisuuskatsauksessa etsitään ensin tutkimuksia ja sen jälkeen valittua aineistoa analysoidaan. Aineistosta etsitään yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia ja lopuksi niistä koetaan ymmärrystä lisäävä kokonaisuus eli synteesi. Viimeisessä vaiheessa katsaus kirjoitetaan lopulliseen muotoonsa raportiksi, jossa on raportoitu edellä mainitut vaiheet mahdollisimman tarkasti. (Niela-Vilén Hannakaisa & Hamari Lotta 2016, 23–34.)

Valitsin tutkimusmetodikseni kuvailevan kirjallisuuskatsauksen eli narratiivisen katsauksen, joka on laadullinen katsaus. Neulotorakosenteesistä on hyvin kansainvälistä tutkimustietoa, joten aiheesta on mahdollista tehdä kirjallisuuskatsaus. Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa pyritään kuvailemaan tiettyyn aiheeseen tehtyjä viimeaikaisia tai aiempia tutkimuksia ja niiden laajuutta, syvyyttä ja määrää. Tämän katsaustyyppin kysymyksen asettelu voi olla laaja, mutta sitä voidaan rajata eri tavoin. Tällainen katsaustyyppi on ikään kuin yleiskatsaus ilman tiukkoja ja tarkkoja sääntöjä ja sillä pystyy antamaan laajan kuvan käsiteltävästä aiheesta. (Niela-Vilén ym. 2016, 23-34; Salminen 2011, viitattu 28.1.2021)

7.1 Katsauksen tarkoitus ja tutkimuskysymyksen määrittäminen

Katsauksen tarkoitus ja tutkimuskysymyksen määrittäminen oli ensimmäinen ja merkittävin vaihe kirjallisuuskatsauksen tekemisessä. Hyvä tutkimuskysymys on aiheeseen relevantti ja riittävän rajattu, mutta ei liian laaja, ettei aineisto kasva liian laajaksi. Aiheen on hyvä olla kiinnostava itse tutkijalle, että tutkijalla on parempi motivaatio saattaa katsausprosessi loppuun asti. Tutkimuskysymystä muodostaessa on hyvä tehdä testihakuja, että saadaan käsitystä kirjallisuuden määrästä ja varmistetaan ettei aiheesta ole tehty lähiaikoina kirjallisuuskatsausta. (Niela-Vilén ym. 2016, 24–25)

Tutkimuksen tarkoitus alkoi muodostumaan, kun sain opinnäytetyön aiheeseen ehdotuksen Pohjois-Pohjanmaan ensihoitokeskuksen Apulaisylilääkäri Lasse Raatiniemeltä. Raatiniemi oli kohdannut työssään tilanteen, jossa potilaalle oli tullut vakavaa haitta ensihoitajan tekemästä neulatorakosenteesista. Raatiniemi kertoi, että neulatorakosenteesin turvallisuutta olisi hyvä tutkia, koska sitä ei ole tutkittu Suomessa. Alustava testihaku vahvisti käsityksen, että aiheesta ei ole tutkimuksia Suomesta, joten tämän perusteella heräsi oma mielenkiinto lähteä tutkimaan aihetta.

Selvitin katsauksessa neulatorakosenteesin potilasturvallisuutta ja kuinka usein toimenpidettä tehdessä esiintyy komplikaatioita tai haittaa potilaille. Selvitin katsauksen avulla, millaista mahdollista haittaa potilaille on tullut neulatorakosenteesin teosta, jotta saadaan käsitystä toimenpiteen hyödyistä ja haitoista. Rajasin katsauksen koskemaan jänniteilmintoja, joita on lähdetty purkamaan neulatorakosenteesillä ensihoidossa sairaalan ulkopuolella, jotta katsauksesta on hyötyä ensihoitajille ja hoitosuosituksia määrittäville päättäjille. Muodostin tutkimuskysymyksestä hyvin rajatun ja relevantin, jotta aiheesta löytyi tarpeeksi tietoa, mutta tarpeeksi rajatun ettei hakutulosten määrä kasvanut tarpeettoman isoksi resursseihini nähden.

7.2 Kirjallisuushaku ja aineiston valinta

Kirjallisuuskatsauksen toiseen vaiheeseen kuuluu varsinaisten hakujen suorittaminen ja hakujen tuloksista valitaan käytettävä relevantti aineisto. Systemaattiseen tiedonhakuun tarvitaan hyvä strategia, ettei tutkimuksen luotettavuus kärsi hakuvaiheessa tehdyistä virheistä. Hoitomenetelmän vaikuttavuutta tutkiessa on hyvä hakea katsaukseen satunnaiskontrolloituja tutkimuksia. Kirjallisuushaussa on tarkoitus tunnistaa ja löytää kaikki tutkimuskysymykseen vastaava aineisto. Hakuja on

kustannustehokasta tehdä sähköisiin tietokantoihin, mutta systemaattisessa haussa on hyvä käyttää myös manuaalista hakua. Tutkija määrittää itse aiheen kannalta keskeiset käsitteet ja niiden perusteella muodostetaan tietokantoihin sopivat hakusanat ja hakulausekkeet. Hakustrategiaan kuuluu, että määritetään aineiston sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Nämä kriteerit helpottavat relevantin aineiston tunnistamista ja auttavat katsausta pysymään suunnitellussa rajauksessa. (Niela-Vilén ym. 2016, 25–26.)

Kun hakustrategia on valmis, aloitetaan hakuprosessi käytännössä. Tähän vaiheeseen kuluu eniten aikaa katsausta tehdessä. Ennen hakemista voi hakulausekkeitä viimeistellä kirjaston informaatikon avulla, joilla on hakemiseen liittyvää ammattitaitoa. Tietokannat ovat osittain päällekkäin, mutta niiden yksilölliset painoalueet kannattaa huomioida hakuja suunnitellessa. Hyvin mietityistä hakulausekkeista huolimatta, tuloksissa on paljon aineistoa, jotka eivät sovellu katsaukseen. Sisäänotto- ja poissulkukriteerien ohjaamana löytynyt aineisto valitaan ensin otsikon perusteella, toiseksi abstraktin perusteella ja lopuksi kokotekstien perusteella. Hakustrategiaa muodostaessa voidaan käyttää PICO-asetelmaa aiheen rajauksen apuna. Se tulee sanoista potilasryhmä, interventio ja konteksti. Lisäksi ainoastaan julkaistujen tutkimusten valinta lisää katsauksen laadukkuutta, koska ne ovat läpikäyneet vertaisarviointiprosessin. Haut on hyvä tallentaa, että hakeminen onnistuu myöhemmin. (Niela-Vilén ym. 2016, 26–27; Hotus 2021, viitattu 19.04.2021.)

Hakuprosessi tulee dokumentoida tarkasti, että hakuprosessi on toistettavissa lukijan toimesta. Prosessissa olisi hyvä olla vähintään kaksi tutkijaa, mutta opinnäytetyössä se ei ole ehdoton vaatimus. Tämän katsauksen ollessa kuvaileva katsaus, hakuprosessin ei tarvitse olla niin systemaattinen kuin esimerkiksi meta-analyysissa. (Niela-Vilén ym. 2016, 25–27.) Pyrin käyttämään tämän katsauksen resursseja hyvään hakuprosessiin, että käytettävissä olevat resurssit ohjautuvat vaiheeseen, joka on tärkeässä osassa katsauksen luotettavuuteen.

Aloitin hakuprosessin sanojen ideoimisella, eli PICO-asetelman muodostamisella. Muodostin taulukkoon sanoja ja käsitteitä suomen ja englannin kielellä. Tein testihakuja yksittäisillä sanoilla ja löytyneiden artikkeleiden abstrakteista täydentyi taulukkoon lisää sanoja. Itsenäisen sanojen ideoinnin jälkeen, suoritin hakupajan kirjaston informaatikon kanssa ja lopullinen käsitetaulukko valmistui. (TAULUKKO 1.)

TAULUKKO 1. PICO-asetelma

Population	Intervention	Context
potilasturvallisuus	jänniteilmarinta	prehospital
turvallisuus	ilmarinta	pre hospital
ensihoito	paineilmarinta	pre-hospital
ensihoitaja	pneumothorax	out-of-hospital
paramedic	tension pneumothorax	out of hospital
emergency care	komplikaatiot	
emergency medical services	komplikaatio	
emergency treatment	esiintyvyys	
	vaarallisuus	
	epäonnistuminen	
	complication	
	complications	
	failure	
	failure rate	
	incidence	
	patient safety	

Tämän jälkeen määritin katsaukselle sisäänotto- ja poissulkukriteerit ennen varsinaista hakua. Näiden kriteerien tarkka määrittely katsauksen alkuvaiheessa vähentää vinoumamahdollisuutta katsauksessa. Tässäkin vaiheessa on tärkeää tarkastella tutkimuskysymystä ja miettiä rajaukset siten, että tavoitetaan kaikki relevantti aineisto ja aineiston määrä ei ole liian laaja. (Valkeapää 2016, 57–58.)

Tämän katsauksen sisäänottokriteerit ovat:

- aineisto on julkaistu aikavälillä 1998–2021
- aineisto on kirjoitettu suomen tai englannin kielellä
- aineisto käsittelee jänniteilmarinnan tai ilmarinnan purkamista neulatorakosenteesillä ensihoidossa
- aineisto on saatavilla kokotekstinä

- aineisto on maksuton, mutta olen valmis hankkimaan maksullista relevanttia aineistoa, jos kaukolainan hinta on alle 10 €

Tämän katsauksen poissulkukriteerit ovat:

- aineisto on julkaistu ennen vuotta 1998
- aineistossa käsitellään jänniteilmarinnan tai ilmarinnan purkua jollain muulla tavalla kuin neulatorakosenteesillä
- aineistossa käsitellään jänniteilmarinnan tai ilmarinnan purkua muualla kuin ensihoidossa
- aineisto on julkaistu muulla kielellä kuin suomeksi tai englanniksi
- aineisto ei ole luotettavasta lähteestä
- aineisto ei ole saatavilla kokotekstinä maksuttomasti tai se on liian kallis kaukolainattavaksi (yli 10 €)

Seuraavassa vaiheessa määritin lopulliset hakulausekkeet ja sen jälkeen suoritin ensimmäisen varsinaisen tietokantahaun. Kirjaston informaattikon avustamana muodostin lopulliset hakulausekkeet suomeksi ja englanniksi. Suomenkielisiin tietokantoihin hakulauseke on "(ilmarin* OR jänniteilmarin* OR paineilmarin*) AND (neulatorakosenteesi* OR neulatorakostomia*) AND (ensihoi* OR sairaalan ulkopuol*)". Kansainvälisiin tietokantoihin hakulauseke on "(tension pneumothorax OR pneumothorax) AND (needle thoracocentesis OR needle thoracostomy OR needle decompression OR needle chest decompression) AND (paramedic OR emergency treatment OR emergency care OR prehospital OR pre hospital OR pre-hospital OR ambulance OR out of hospital)".

Suoritin tietokantahaun 04.04.2021 ja valitsin yhteensä 5 tietokantaa, joissa suoritin hakua. Haussa käytetyt suomenkieliset tietokannat olivat Finna.fi kokoelmätietokanta ja Medic artikkelitietokanta. Kansainväliset tietokannat olivat Ebscon CINAHL, Pubmed ja Cochrane. Käytin tietokantojen hakukoneessa sisäänotto kriteerien mukaisia vuosilukuja, joka vähensi hieman tuloksia. Suomalaisista tietokannoista ei valittu yhtään aineistoa. Ebscon CINAHL ja Pubmed tarjosivat eniten relevanttia materiaalia, mutta kaikkien abstraktin perusteella valittujen artikkeleiden kokotekstejä ei ollut saatavilla, joten kykenin arvioimaan vain 13 kokotekstiä. Kokotekstien perusteella katsaukseen valikoitui seitsemän artikkelia. (TAULUKKO 2.)

TAULUKKO 2. Haun tulokset.

Tietokanta	Tulokset (1998–2021)	Otsikon perusteella valittu aineisto	Abstraktin perusteella valittu aineisto	Kokotekstin perusteella valittu aineisto
Finna.fi	1	0	0	0
Medic	8	1	0	0
Ebsco	36	16	10	3
Pubmed	44	14	10	4
Cochrane	7	1	1	0

Pyrin suorittamaan haun virheitä minimoiden. Haun luotettavuutta lisää se, että tietokantoja on useita, joihin haku on suoritettu. Kun hakuvaihe on hyvin dokumentoitu, sitä on helppo arvioida ja haku on toistettavissa. Pyrin myös parantamaan haun luotettavuutta käyttämällä kirjaston informaation apua hakuvaiheessa. Haun luotettavuutta heikentää se, että tutkijoita on yksi. Yksin suoritetussa haussa, relevantista aineistosta jää noin kahdeksan prosenttia löytymättä (Valkeapää 2016, 64.). Hausta valikoitui lopullisesti seitsemän englanninkielistä artikkelia (TAULUKKO 3.).

TAULUKKO 3. Valittu aineisto.

Nimi	Kirjoittaja	Julkaisuvuosi	Aineiston tyyppi	Julkaisu maa
Complications from Needle Thoracostomy: Penetration of the Myocardium	Arielle Thomas, K. H. Wilkinson, Kevin Young, Timothy Lenz and Jillian Theobald	2020	Artikkeli, Taustatutkimus	Yhdysvallat
Needle Thoracostomy in the Prehospital Setting: A Retrospective Observational Study	Lori Weichen- thal, Desiree Crane and Luke Rond	2016	Artikkeli, Retrospektiivinen havainnoiva tutkimus	Yhdysvallat
Needle Thoracostomy: Clinical effectiveness is improved using a longer angiocatheter	Johnathon M. Aho, Cornelius A. Thiels, El Khatib, Mousafa, M., Daniel S. Ubl, Danuel V. Laan, Kathleen S. Berns, Elizabeth B. Habermann, Scott P. Zietlow and Martin D. Zielinski	2016	Artikkeli, Retrospektiivinen tutkimus	Yhdysvallat
Sufficient Catheter Length for Pneumothorax	Brian M. Clemency, Christopher T. Tanski,	2015	Artikkeli, Meta-analyysi	Yhdysvallat

Needle Decompression: A Meta-Analysis	Michael Rosenberg, Paul R. May, Joseph D. Consiglio and Heather A. Lindstrom			
Failure Rate of Prehospital Needle Decompression for Tension Pneumothorax in Trauma Patients	Richard N. Lesperance, Colin M. Carroll, James K. Aden, Jason B. Young and Timothy C. Nunez	2018	Artikkeli, Retrospektiivinen analyysi	Yhdysvallat
Failure rate of prehospital chest decompression after severe thoracic trauma	Alexander Kaserer, Philipp Stein, Hans-Peter Simmen, Donat R. Spahn and Valentin Neuhaus	2017	Artikkeli, Retrospektiivinen tutkimus	Sveitsi
Complications of needle thoracostomy: A comprehensive clinical review Availability	Brian Wernick, Heidi Hon, Ronnie Mubang, Anthony Cipriano, Ronson Hughes, Demicha Rankin, David Evans, William Burfeind, Brian Hoey, James Cipolla, Sagar C Galwankar, Thomas	2015	Artikkeli, Kattava kliininen kirjallisuuskatsaus	Yhdysvallat

J Papadimos,
Stanislaw P Sta-
wicki and
Michael S Firs-
tenberg

Chest wall thick- ness and de- compression fail- ure: A system- atic review and meta-analysis comparing ana- tomic locations in needle thora- costomy	Daniel V. Laan, 2016 Trang Diem N. Vu, Cornelius A. Thiels, T. K. Pandian, Henry J. Schiller, M. H. Murad and Johnathon M. Aho	Artikkeli, Syste- maattinen kirjalli- suuskatsaus ja meta-analyysi	Yhdysvallat
--	--	---	-------------

7.3 Aineiston arviointi

Katsauksen kolmannessa vaiheessa arvioidaan valittua aineistoa. Valitusta aineistosta arvioidaan tiedon kattavuutta ja tulosten edustavuutta. Arvioidaan miten relevantteja tutkimustulokset ovat tutkimusongelmaan nähden. Arvioinnilla pyritään välttämään katsauksen tulosten vinoutumista ja päätelmien virheellistä painottumaa. Jokaisen valitun aineiston luotettavuutta arvioidaan erikseen ja otetaan kantaa siihen, mihin joukkoon tutkimustulokset voidaan yleistää. Yleistettävyyden arviointiin pitää tietää mitä joukkoa on tutkittu, miten tutkittava joukko on valittu, lopullinen otoskoko ja millä asetelmalla tutkimus on tehty. Aineiston arviointi on systemaattinen prosessi, jonka voi käydä läpi tietyin kriteerein tai tarkistuslistaa käyttäen. On tärkeää, että arviointikriteerit ovat perusteltuja ja jokainen aineisto arvioidaan kriteerien mukaisesti. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 28–30.)

Tässä katsauksessa ei käytetty laadunarvioinnin tarkistuslistaa, koska katsaus on kuvaileva katsaus. Suoritan kuitenkin aineiston laadunarviointia tutkimusasetelman, kokonaisotoskoon ja julkaisuvuoden perusteella. Jänniteilmannan on henkeä uhkaava terveydentila, eli aiheesta ei löydy

satunnaiskontrolloituja tutkimuksia, joten pidin retrospektiiveissä tutkimuksissa suurempaa otoskoko luotettavuutta lisäävänä tekijänä. Kiinnitin myös huomiota julkaisumaahan. Laadunarviointia tehdessä määrittelin myös aineistosta asiakokonaisuuksille nimiä ja aloin muodostamaan käsittekarttaa eri asioista. Tämä helpotti hieman katsauksen seuraavaa vaihetta.

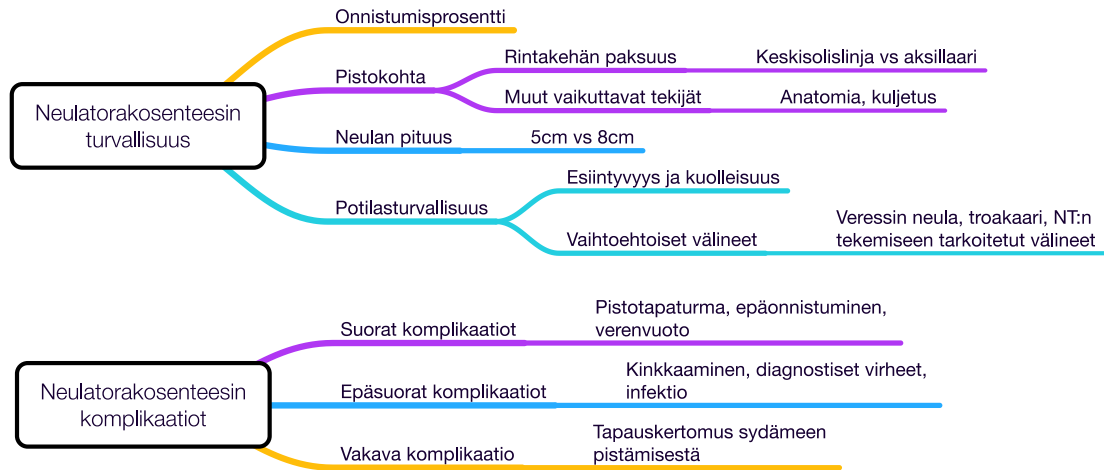
7.4 Aineiston analysointi ja synteesi

Analyysin ja synteessin on tarkoitus järjestää valitun aineiston tieto ja tehdä yhteenvetoa niistä. Aineiston analyysi ja synteesi vaiheen voi tehdä kolmessa vaiheessa. Ensimmäiseksi kuvataan aineistojen tärkeä sisältö, joita ovat esimerkiksi kirjoittajat, julkaisuvuosi ja -maa, tutkimuksen tarkoitus, tyyppi, aineistonkeruumenetelmät, kohdejoukko, otoskoko, päätulokset, vahvuudet ja heikkoudet. Tämä vaihe suositellaan tekemään taulukon muodossa, jotta saadaan yhteenvetoa ja ymmärrystä koko aineistosta. Osa tästä vaiheesta tehdään aineiston arviointi vaiheessa. Tämä vaihe vaatii aineiston lukemista useita kertoja ja syvällisempää tutustumista aineiston sisältöön. (Niela-Vilén ym. 2016, 30–31.)

Analysoinnin toisessa vaiheessa luetaan aineistoa ja tehdään merkintöjä aineistoon. Aineiston tiedosta luodaan luokkia, kategorioita tai teemoja. Pyritään löytämään aineistosta yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia, ryhmitellään ja vertaillaan niitä ja sitten tulkitaan niitä. Tätä prosessia toistetaan pienissä osissa. Perehdytään erityisesti tutkimusten tulososaan ja johtopäätöksiin. Tämä prosessi on induktiivista sisällönanalyysia, eli analyysissä edetään aineistosta nousevien käsitteiden ehdolla. Käytin tässä katsauksessa induktiivista sisällönanalyysia. Tutkija käyttää tutkittavasta ilmiöstä ja sen aineistosta analyysin avulla nousseita käsitteitä. Analyysin tarkoituksena on avautuneiden käsitteiden ja niiden välisten suhteiden etsimistä. (Niela-Vilén ym. 2016, 31.)

Aloitin aineiston luokittelun aineiston hakuvaiheessa. Kirjasin ylös abstrakteissa toistuvia käsitteitä, että sain käsitystä mitä kaikkea neulatorakosenteesiin liittyy ja mitkä seikat vaikuttavat sen onnistumiseen tai epäonnistumiseen. Sen jälkeen alkoi valitun aineiston luokittelu. Luokittelin aineistoa perinteiseen tapaan eli korostamalla kappaleita ja tekstinpätkiä eri värein. Pikkuhiljaa aineistosta muodostui ensin pääluokat ja sen jälkeen niiden perään alaluokkia. Tein ajatuskarttaa luokkien muodostumisesta ja ajatuskartta näytti lopulta tältä. (KUVIO 3.)

KUVIO 3. Ajatuskartta analyysissa syntyneistä luokista.



Analyysin kolmannessa vaiheessa muodostetaan kaikista löytyneistä yhtäläisyyksistä ja eroavaisuuksista looginen kokonaisuus eli synteesi. Pyritään muodostamaan yksittäisistä tuloksista yleisempi kuva ja samalla esitetään löydetty ristiriidat. Tässä vaiheessa hyvä kirjanpito on suotavaa ja synteisiä voidaan havainnollistaa taulukoita ja kuvia hyödyntäen. (Niela-Vilén ym. 2016, 31.)

7.5 Tulosten raportointi

Kirjallisuuskatsauksen viimeinen vaihe on tulosten raportointi. Tässä vaiheessa kirjallisuuskatsaus kirjoitetaan valmiiksi. Katsaukseen raportoidaan edellä mainitut vaiheet mahdollisimman tarkasti, että lukija pystyy katsauksen perusteella toistamaan tutkimuksen. Tulosten raportoinnissa vaaditaan riittävää tarkkuutta, että lukija kykenee arvioimaan katsauksen luotettavuutta raportin perusteella. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 32–33.)

Katsauksen raportin tulee sisältää vähintään seuraavat kohdat: tiivistelmä, tausta, tutkimuskysymys, katsauksen metodit, hakuprosessi, valitut tutkimukset, poissuljetut tutkimukset, tutkimuksen laadun arviointi, tulokset, pohdinnan katsauksen heikkouksista, johtopäätökset, tulosten sovellettavuuden arviointi, jatkotutkimusehdotukset ja lähdeluettelo. Tulokset voidaan raportoida katsauksessa syntyneiden teemojen, luokkien tai kategorioiden mukaan. Raportissa tulee harjoittaa kriittisyyttä ja on tärkeää, ettei yliarvioida alkuperäistutkimuksista saatua näyttöä. On myös hyvä pohtia

tulosten hyödynnettävyyttä erilaisista näkökulmista, esimerkiksi käytännön hoitotyön tai terveysalan koulutuksen näkökulmasta. Katsauksen pohdintaosuuteen sisältyy luotettavuuden arviointia, jossa pohditaan katsauksen luotettavuutta ja sitä heikentäviä tekijöitä. Hyvin toteutetulla katsauksella voidaan tuottaa enemmän ymmärrystä ja syvällisempää tietoa tarkastellusta aiheesta, kuin yksittäisiä tutkimuksia tarkastellen. (Niela-Vilén & Hamari 2016, 32–33.)

Kirjallisuuskatsaukseni sisälsi kaikki edellä mainitut vaiheet ja raportin kohdat. Pyrin toimimaan katsauksen jokaisessa vaiheessa hyvien tieteellisten käytänteiden mukaisesti, jotta katsauksen tulokset olisivat mahdollisimman luotettavia. Toteutin katsauksen tarkkoja tekstiviitteitä käyttäen, että katsaus on helposti toistettavissa. Pohdin raportissa eri vaiheiden luotettavuutta heikentäviä tekijöitä. Tarkoitukseni oli tällä katsauksella tuoda esiin aihe, jota ei ole tutkittu Suomessa ja pohtia, onko aihetta tarvetta tutkia tarkemmin Suomessa.

8 TULOKSET

Tähän katsaukseen valikoitui yhteensä kahdeksan artikkelia, joista seitsemän artikkelia löytyi PubMed- ja CINAHL (Ebsco)-tietokannoista. Yksi artikkeli valikoitui mukaan yhden artikkelin lähdetiedoista. Kaikki artikkelit ovat englanninkielisiä ja artikkelit on julkaistu vuosina 2015–2020. Seitsemän artikkelia on kirjoitettu Yhdysvalloissa ja yksi artikkeli on kirjoitettu Euroopassa Sveitsissä. Aineiston artikkeleista kaksi on meta-analyysejä, joista toinen on samalla kirjallisuuskatsaus, yksi kirjallisuuskatsaus, neljä retrospektiivistä tutkimusta ja yksi tapauskuvaus.

8.1 Neulatorakosenteesin turvallisuus

Artikkeleista nousi eniten esille toimenpiteen heikko onnistumisprosentti. Siihen on eniten vaikutusta neulan pituudella ja rintakehän paksuudella eri pistokohdissa. Kun kyse on henkeä pelastavasta toimenpiteestä, on toimenpiteen epäonnistuminen vakava turvallisuushäiriö. Muista komplikaatioista raportoitiin vähemmän ja kolmessa retrospektiivissä artikkelissa ei raportoitu yhtään toimenpiteeseen liittyvää komplikaatiota. Osassa tutkimusartikkeleita todettiin kuitenkin, että vakavia komplikaatioita sattuu toisinaan. (Kaserer, Stein, Simmen, Spahn & Neuhaus 2017, 469–474; Lesperance, Carroll, Aden, Young & Nunez 2018, 1750–1755; Wernick, Hon, Mubang, Cipriano, Hughes, Rankin, Evans, Burfeind, Hoey, Cipolla, Galwankar, Papadimos, Stawicki & Firstenberg 2015, 160–169.)

8.1.1 Neulatorakosenteesin onnistumisprosentti

Kahdessa tutkimusartikkelissa tutkittiin toimenpiteen onnistumisprosenttia ja asiaa käsiteltiin muissakin artikkeleissa. Kirjallisuudessa on paljon viitteitä neulatorakosenteesin korkeasta epäonnistumisprosentista. Toimenpiteen epäonnistumisprosentti on ollut kirjallisuudessa hyvin vaihtelevaa ja tämän katsauksen aineistossa se vaihtelee noin 10–80 % välillä. Yleisesti ottaen toimenpide epäonnistuu noin 50 % kerroista 2.–3. kylkiluuvälin keskisolislinjan pistokohdasta 5 cm kanyyliä käyttämällä. Tutkimuksien välillä on erilaisia määrytyksiä toimenpiteen onnistumiselle. Esimerkiksi Lesperancen ym. 2018 tutkimuksessa toimenpide epäonnistui 39–76 % kerroista. Epäonnistuneen neulatorakosenteesin määritelmänä oli, että jos kanyylin kärki oli yli 5 mm plauraontelon ulkopuo-

lella. Etäisyydet mitattiin potilaiden TT-kuvista, joissa neulatorakosenteesin kanyylit olivat vielä paikoillaan. Tutkimuksessa oli yhteensä 335 potilasta, joiden TT-kuvia päästiin arvioimaan. Näistä potilaista 117 oli kanyyli vielä paikoillaan. Näistä potilaista, 89 potilaalla eli 76 % kanyylin kärki oli yli 5 mm pleuraontelon ulkopuolella. Tutkimuksessa selvisi myös, että 335 potilaasta, oli 143 potilasta, joilla kanyyli ei ollut enää paikallaan ja dreeniä ei ollut vielä laitettuna ennen TT-kuvaa. Näistä 143 potilaasta 56 eli 39 % TT-kuvissa ei ollut mitään merkkejä ilmarinnasta. Tämä viittaa siihen, että kanyyli ei ole missään vaiheessa yltänyt pleuraonteloon tai potilaalla ei ole ollut missään vaiheessa ilmarintaa tai jänniteilmarintaa. (Kaserer ym. 2017, 469–474; Laan, Vu, Thiels, Pandian, Schiller, Murad & Aho 2016, 797–804; Lesperance ym. 2018, 1750–1755.)

Kasererin ym. 2017 tutkimuksessa neulatorakosenteesin epäonnistumisprosentti oli 82 %. Toimenpiteen onnistuminen sairaalan ulkopuolella oli määritelty hemodynamiikan parantumisen perusteella, eli verenpaineiden kohoaminen, sykkeen laskeminen ja parantunut hapettuminen. Tutkimuksessa haettiin retrospektiivisti kaikki Zurichin yliopistolliseen sairaalaan saapuneet vammapotilaat kuuden vuoden ajalta 2009–2015. Potilaista tunnistettiin ne, joille oli tehty jänniteilmarinnan purku sairaalan ulkopuolella, joko neulatorakosenteesilla tai torakostomialla. Kuuden vuoden aikana, 24 potilaalle 2261 traumapotilaasta, oli tehty jänniteilmarinnan purkaminen sairaalan ulkopuolella. Heistä 17 oli tehty neulatorakosenteesi ja kuudelle oli tehty torakostomia, yhdelle oli tehty molemmat. Ensihoitajat arvioivat neulatorakosenteesin onnistuneen vain kolmelle, eli 18 % potilaalle, näistä 17 potilaasta. Näiltä kolmelta potilaalta oli otettu TT-kuvat sairaalassa ja yhdellä potilaista ei ollut ilmarintaa ollenkaan ja muilla kahdella potilaalla neulatorakosenteesin kanyyli oli pleuraontelon ulkopuolella. Kanyylit, jotka olivat pleuraontelon ulkopuolella ovat todennäköisesti liukuneet ulos pleuraontelosta siirron tai kuljetuksen aikana. (Kaserer ym. 2017, 469–474.)

Laanin ym. 2016 katsauksessa ja meta-analyysissä tutkittiin rintakehän paksuuksia suositelluista pistokohdista ja neulatorakosenteesin onnistumisprosenttia eri pistokohdista 5 cm kanyyliä käyttäen. Tutkimuksessa selvisi, että 5 cm kanyyliä käyttämällä, korkein keskimääräinen epäonnistumisprosentti oli 2.–3. kylkiluuvälin keskisolislinjan pistokohdassa 38 % (24 %–54 %) ja pienin keskimääräinen epäonnistumisprosentti oli 4.–5. kylkiluuvälin anterior keskikainalolinjan pistokohdassa 13 % (8 %–22 %). 4.–5. keskikainalolinja pistokohdassa keskimääräinen epäonnistumisprosentti oli 31 % (10 %–64 %). (Laan ym. 2016, 797–804.)

8.1.2 Neulan pituus

Tämän katsauksen artikkeleiden tutkimuksissa suurimmassa osassa käytetyn kanyylin pituus on ollut 5 cm, joka on pisimmän laskimokanyylin pituus. Useassa tutkimuksessa on todettu, että toimenpiteessä käytettävän neulan pituudella on merkittävä vaikutus toimenpiteen onnistumiseen. Artikkeleissa käsiteltiin vähemmän 8 cm neulan käyttöä, mutta esimerkiksi Ahon ym. 2016 tutkimuksessa tutkittiin suoraa neulan pituuden vaikutusta toimenpiteen vaikuttavuuteen. Tutkimus toteutettiin Yhdysvalloissa retrospektiivisenä tutkimuksena 1-tason traumasairaalassa. Tutkimukseen haettiin kaikkien sairaalaan joko maateitse tai ilmaitse saapuneiden yli 15-vuotiaiden traumatokortit, ensihoidon potilaskertomukset ja sairaalan potilaskertomukset 10 vuoden ajalta 2003–2013. Kertyneestä datasta eroteltiin potilaat, joille oli tehty neulatorakosenteesi sairaalan ulkopuolella tai sairaalassa. Potilaille oli 10 vuoden aikana tehty 91 neulatorakosenteesiä 70 potilaalle. Kaikki neulatorakosenteesit oli pistetty 2.–3. kylkiluuvälin keskisolislinjan pistokohdasta. Sairaalan ulkopuolella neulatorakosenteesi tehtiin 41 potilaalle ja sairaalassa 29 potilaalle. Toimenpiteen toimivuutta/vaikuttavuutta arvioitiin potilaskertomuksiin kirjatuista tiedoista. Eli jos toimenpiteellä oli vaikutusta potilaan kliiniseen tilan paranemiseen eli hemodynamiikka parani tai toimenpiteellä ei ollut vaikutusta potilaan kliiniseen tilaan. Vuodesta 2003 vuoden 2011 maaliskuuhun, alueen ensihoitoyksiköissä oli käytössä 5 cm laskimokanyylit ja niillä toimenpiteen toimivuus oli 48 %. Maaliskuussa 2011 alueen ensihoitoyksiköihin vaihdettiin 8 cm kanyylit käyttöön ja toimenpiteen toimivuus nousi merkittävästi 83 % vs. 41 % $p=0.01$. Potilaista 77 % oli miehiä ja 90 % tapauksia vammamekanismina oli tylppä vamma. Toimenpiteen keskiarvo vaikuttavuus oli 49 %, eli heidän kliininen tilansa parani toimenpiteen myötä. Toimenpide toimi huomattavasti useammin sairaalan ulkopuolella kuin sairaalassa 68,3 % vs. 20,7 % $p \geq 0,01$. Tutkimuksen kokonaiskuolleisuus oli 33 %, mutta kuolleisuus oli huomattavasti pienempää, jos potilaan kliininen tilanne oli parantunut toimenpiteen jälkeen 20,6 % vs. 44,4 % $p=0.03$. Kuolleisuus pieneni myös 8 cm kanyyliä käyttäneiden ryhmässä verrattuna 5 cm kanyyliä käyttäneisiin, mutta se ei ollut tilastollisesti kovin merkittävää 16,7 % vs. 31,0 % $p=0,46$. Tutkimuksessa ei havaittu yhtään neulatorakosenteesiin liittyvää komplikaatiota. Tutkimuksen teoreettisessa analyysissä radiologiseen arvioon perustuen toimenpiteen onnistumisen ennustetaan onnistuvan 8 cm kanyyllilla 100 % 2.–3. kylkiluuvälin keskisolislinjan pistokohdasta ja 90 % 4./5. kylkiluuvälin keskikainalolinjan pistokohdasta. Radiologinen arvio tarkoittaa rintakehänpaksuuden perusteella tehtyä arvioita toimenpiteen onnistumisesta. Toimenpiteen todellinen vaikuttavuus on kuitenkin huomattavasti alhaisempaa. (Aho ym. 2016, 272–277.)

Clemency ym. 2015 meta-analyysissä tutkittiin rintakehän paksuuksia TT-kuvien ja ultraääni tutkimusten perusteella. Neulatorakosenteesissä käytetyn kanyylin pituudella on merkitystä toimenpiteen onnistumisen kannalta, joten tässä tutkimuksessa lähdettiin määrittämään sopivan pituista kanyyliä toimenpiteeseen. Meta-analyysiin haettiin tutkimuksia, joissa oli tuloksia rintakehänpaksuuksista. Toimenpiteen onnistuminen arvioitiin siten, että jos kanyylin pituus oli yhtä pitkä tai pidempi kuin rintakehän paksuus, toimenpide onnistuisi. Tutkimuksen koko otanta oli n=2558 ja keskiarvo rintakehänpaksuus oli 4,19 cm ja keskihajonta oli 1,37 cm. Tulosten perusteella 5 cm kanyyli on tarpeeksi pitkä 72 % koko otannan potilaille, kun 6,44 cm kanyyli olisi riittävän pitkä 95 % koko otannan potilaille 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohdasta. Tutkimuksen koko otannassa tarkasteltiin rintakehänpaksuutta vain 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohdasta. Tutkimuksen ennustettavasta onnistumisesta oletetaan, että neulatorakosenteesi tehdään täysin optimaalisesti, eli lyhintä mahdollista reittiä ihosta pleuraonteloon. Todellisuudessa toimenpiteen suorittamiseen liittyy paljon muuttujia, joten todellinen onnistumisprosentti on todennäköisesti pienempi. Tarpeeksi pitkä kanyyli on välttämätön onnistuneeseen toimenpiteeseen, mutta se ei silti takaa onnistumista. (Clemency, Tanski, Rosenberg, May, Consiglio & Lindstrom 2015, 249–253.)

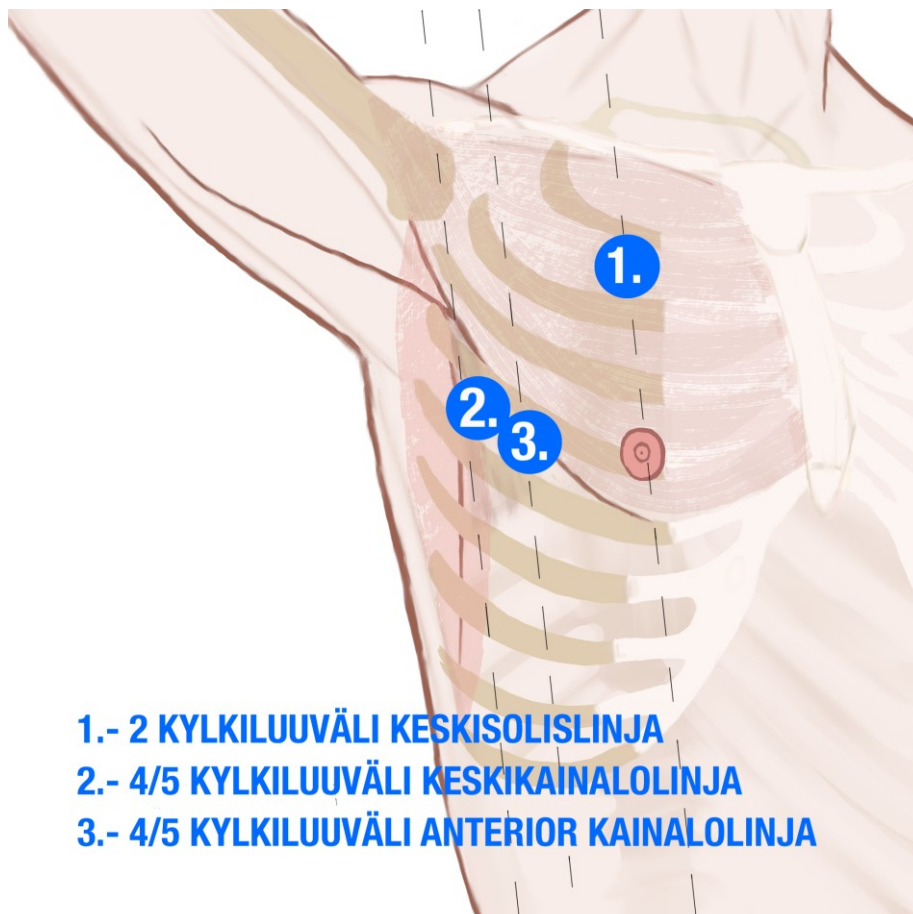
Pidemmän kanyylin käyttöön liittyy myös riskejä. Neulatorakosenteesin turvallisuudesta ei ole tarpeeksi näyttöön perustavaa tietoa, että voitaisiin määritellä jokin tietty toimintamalli kaikista turvallisimmaksi. (Laan ym. 2016, 797–804.) Laan ym. 2016 katsauksessa yhdessä tutkimuksessa tutkittiin retrospektiivisesti traumapotilaiden TT-kuvista rintakehänpaksuuksia ja eri pistopaikkojen lähellä olevia verisuonia ja elimiä. Niihin tietoihin perustuen ennustettiin mahdollisia pistotapaturmia verisuoniin tai sisäelimiin 5 cm ja 8 cm kanyyliä käyttäen. 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohdasta pistettäessä 5 cm kanyyllilla ennustettavissa oli ei yhtään pistotapaturmaa kummalta puolelta tahansa. 4. kylkiluuvälin anterior keskikainalolinjan pistokohdassa kohtisuoraan pistämällä ennustetaan pistotapaturmatonta pistämistä kummalla puolella tahansa 5 cm kanyyliä käyttämällä. Jos piston olisi tehnyt matalamassa kulmassa vasemmalta puolelta 4. kylkiluuvälin anterior keskikainalolinjan pistokohdasta 5 cm kanyyllilla oli pistotapaturman todennäköisyys 1 %. Käyttämällä 8 cm kanyyliä kumpaan pistokohtaan tahansa nousi pistotapaturman todennäköisyys korkeimmillaan 9 % kohtisuoraa pistämällä. Jos 8 cm kanyyliä pistetään matalamassa kulmassa eli tässä tapauksessa kanyyliä suunnataan enemmän päätä kohti, 4. kylkiluuvälin anterior keskikainalolinjan pistokohdasta pistotapaturman todennäköisyys nousi 32 %. Vaihtoehtoisten pistopaikkojen turvallisuutta ei ole juurikaan tutkittu, joten aihe tarvitsee lisätutkimuksia. (Laan ym. 2016, 797–804.)

Toisessa tutkimuksessa todettiin TT-kuvauksen perusteella, että tahaton pistotapaturma sydämeen oli mahdollista 42 % potilaista, 5. kylkiluuvälin anterior keskikainalolinjan pistokohdasta 8 cm kanyyliä käyttämällä. (Lesperance ym. 2018, 1750–1755)

8.1.3 Pistokohta

Neulatorakosenteesissä pistokohdalla on vaikutusta toimenpiteen onnistumiseen. Kirjallisuudessa on todettu toimenpiteen epäonnistuvan varsin usein, jos toimenpide tehdään perinteisestä 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdasta. Rintakehänpaksuutta pistokohdassa, pidetään yhtenä merkittävänä tekijänä toimenpiteen onnistumisen kannalta ja on todettu, että rintakehänpaksuus vaihtelee eri pistokohdissa. Pistokohdat on esitetty kuviossa 4. (KUVIO 4.) Pistokohdan valinnassa on hyvä ottaa huomioon muitakin seikkoja kuin rintakehänpaksuus, kuten pistokohdan lähellä olevat elimet ja verisuonet tai pistokohdan käytännöllisyys kuljetuksen aikana. (Laan ym. 2016, 797–804; Thomas ym. 2020, 1–3.)

KUVIO 4. Neulatorakosenteesin pistokohdat



Laanin ym. 2016 tutkimuksessa selvitettiin systemaattisella katsauksella ja meta-analyysillä rintakehänpaksuutta suositelluissa neulatorakosenteesein pistokohdissa. Samalla selvitettiin toimenpiteen onnistumisprosenttia samoista pistokohdista 5 cm kanyyliä käyttäen. Pistokohtien keskiarvo rintakehänpaksuudet olivat seuraavat: 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdassa 42,79 (38,78–46,81) mm, 4./5. kylkiluuvälin keskikainalolinja pistokohdassa 39,85 (28,70–51,00) mm ja 4./5. kylkiluuvälin anterior keskikainalolinjan pistokohdassa 34,33 (28,20–40,47) mm ($P=,08$). Rintakehänpaksuudessa oli myös eroa sukupuolten välillä ja 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdassa naisilla oli keskimäärin paksumpi rintakehä kuin miehillä 43,3 mm vs. 35,6 mm. Tulokset olivat samalaiset 4./5. kylkiluuvälin keskikainalolinja pistokohdassa, jossa naisten keskiarvo oli 38,3 mm vs. miesten 32,6 mm ($P=,02$). Tuloksissa oli paljon heterogeenisuutta, koska katsaukseen valitun aineiston maantieteelliset erot olivat suuria. Katsauksen oli valittu aineistoa ympäri maailmaa ja elintavat ja ruumiinrakenteet eroavat maiden välillä. Näillä asioilla on vaikutusta painoindeksiin. Painoindeksillä on taas vaikutusta rintakehän paksuuteen, eli korkeampi painoindeksi korreloi paksumpaa rintakehää. Heterogeenisuudesta huolimatta tutkijat saivat tilastollisesti merkittäviä tuloksia rintakehän paksuuksien eroista pelkän datan perusteella. (Laan ym. 2016, 797–804.)

Clemencyn ym. 2015 meta-analyysissä keskiarvo rintakehänpaksuus oli 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdassa 41,9 mm, 1,37 cm keskihajonnalla. Lesperancen ym. 2018 tutkimuksessa kaikki potilaat olivat vammapotilaita. Tutkimuksessa vertailtiin rintakehänpaksuuksia vammautuneella puolella ja vammautumattomalla puolella. Rintakehä oli keskimäärin 2,4 mm paksumpi vammautuneella puolella, joka oli myös tilastollisesti merkittävää. 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdassa vammautuneen puolen rintakehänpaksuus oli keskimäärin 45,1 (15–90) mm vs. ei vammautunut puoli 42,7 (15–88) mm. 5. kylkiluuvälin anterior keskikainalon pistokohdassa vastaavat luvut olivat seuraavat: vammautuneella puolella rintakehän paksuus oli keskimäärin 39,4 (13–100) mm ja ei vammautuneella puolella 35,7 (12–90) mm. (Clemency ym. 2015, 249–253; Lesperance ym. 2018, 1750–1755.)

Pistokohdan toimivuuden ja turvallisuuden näkökulmasta, suositeltuun 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohtaan liittyy pistotapaturman riski, koska pistokohdan läheisyydessä on paljon verisuonia ja sisäelimiä joihin kanyylilla on mahdollista pistää. Toisaalta tahaton pistotapaturma sydämeen oli mahdollista 42 %–48 % potilaista, 5. kylkiluuvälin anterior keskikainalolinjan pistokohdasta

8 cm kanyyliä käyttämällä. Keskikainalolinjan pistokohdassa oleva kanyyli on myös alttiimpi tukautumaan tai siirtyä pois paikaltaan kuljetuksen aikana. (Wernick ym. 2015, 160–169; Laan ym. 2016, 797–804; Lesperance ym. 2018, 1750–1755.)

8.1.4 Potilasturvallisuus

Weichenthalin ym. 2015 retrospektiivissä tutkimuksessa oli tarkoituksena selvittää sairaalan ulkopuolisessa ensihoidossa tehtyjä neulatorakosenteesejä, millaisia lopputulemia potilaille tuli, millaisia komplikaatioita ja kuinka vaikuttava toimenpide oli. Tutkimuksessa kiinnitettiin myös huomiota, oliko tehtäväkoodilla, vammamekanismilla tai kuljetustavalla vaikutusta tuloksiin. Tutkimuksessa tutkittiin retrospektiivisesti ensihoitokertomuksista kuuden vuoden ajalta kaikki potilaat, joille oli tehty ensihoidossa sairaalan ulkopuolella neulatorakosenteesi. Lopullinen otanta oli 169 potilasta. Potilaista 103 oli tylppävamma ja 66 lävistävävamma. Potilaiden ikä oli keskimäärin 38 vuotta ja 87 % potilaista oli miehiä. Tutkimuksessa kokonaiskuolleisuus oli 79 % ja vammamekanismilla ei ollut merkittävää vaikutusta kuolleisuuteen. Potilaiden selviytymisessä oli selvää eroa, jos potilas oli luokiteltu hälytyksessä stat traumatica vs. traumaperäinen sydämenpysähdys 52 % vs. 99 %. Yhdysvalloissa stat traumatica tarkoittaa potilasta, jolla on vakavia ja henkeä uhkaavia peruselintoimintojen häiriöitä tai vammoja ja traumaperäinen sydämenpysähdys tarkoittaa potilasta, joka löytyy kohteesta elottomana, jossa trauman ajatellaan tapahtuneen, esimerkiksi potilas löydetään kolaripaikalta elottomana. Teoreettisessa mallinnuksessa selvisi, että neulatorakosenteesilla on vaikutusta selviytymiseen, jos ensihoito kohtaa potilaan, joka on vielä elossa huonolla hemodynamiikalla. Tässä tutkimuksessa ei raportoitu yhtään neulatorakosenteesiin liittyvää komplikaatiota. Myöskään Ahon ym. 2015 tutkimuksessa ei havaittu yhtään neulatorakosenteesiin liittyvää komplikaatiota. Tutkimuksessa otanta oli 91 neulatorakosenteesiä. (Aho ym. 2016, 272–277; Weichenthal ym. 2016, 399–403)

Thomasin ym. 2020 tapauskuvauksessa kerrottiin vakavasta pistotapaturmasta sydämeen, mutta kirjoittajat toivat artikkelissa esille muitakin pistovahinkoja, mitä oli sattunut. Tapauskuvauksessa kerrottiin useista muista tapauskuvauksista, joissa oli syntynyt vakavia verenvuotoja neulatorakosenteesin aiheuttamina. Potilaiden vahinkoja oli hoidettu korvaavilla nesteillä ja osassa tapauksia oli jouduttu korjaamaan vahinkoja kirurgisesti. Wernickin ym. 2015 kokonaisvaltaisessa kirjallisuuskatsauksessa selvitettiin mahdollisia komplikaatioita neulatorakosenteesiin liittyen ja katsauksessa

kerrottiin muutamista vastaavanlaisista vakavista pistotapaturmista. Tämän katsauksen aineistossa yleisesti ottaen on raportoitu tai kerrottu yksittäisistä pistotapaturmista toimenpiteeseen liittyen. Vaikka toimenpiteeseen liittyy vakava pistotapaturman vaara, sen todennäköisyys on varsin pieni. Toimenpiteen yleisin komplikaatio on toimenpiteen epäonnistuminen ja se johtuu yleensä neulanpituuden ja rintakehänpaksuuden epäsuhtaisuudesta, eli neula on liian lyhyt verrattuna rintakehänpaksuuteen. Toimenpiteen epäonnistumisprosentti voi olla jopa 80 % ja jänniteilmarinna on hoitamattomana kohtalokas potilaalle, joten kyse on vakavasta komplikaatiosta. (Thomas ym. 2020, 1–3; Wernick ym. 2015, 160–169; Lesperance ym. 2018, 1750–1755.)

Jänniteilmarintaa esiintyy todella harvoin. Sitä esiintyy 0,2 %–2 % traumapotilailla. Jossakin tutkimuksessa sitä on esiintynyt 30 % traumapotilaista, mutta tämän katsauksen aineistossa ilmoitetut esiintyvyydet luvut ovat 1,1 %, 1,6 %, 4,34 % ja noin 5 %. Tämän katsauksen artikkeleissa ei kerrottu muista kuin trauman yhteydessä esiintyvistä jänniteilmarinnoista. Spontaani ilmarinta voi muuttua jänniteilmarinnaa korkeimmillaan 40 % kerroista, mutta spontaani ilmarinnan esiintyvyys on itsessään varsin harvinaista. (Kaserer ym. 2017, 469–474; Lesperance ym. 2018, 1750–1755; Weichen-
thal ym. 2016, 399–403; Wernick ym. 2015, 160–169.)

Neulatorakosenteesiin liittyy paljon kuolleisuutta. Tämän katsauksen aineistossa se vaihteli 33 % ja 79 % välillä. Vammamekanismilla ei ollut vaikutusta kuolleisuuteen. Kuolleisuus oli pienempää, jos kuljetusaika sairaalaan oli pidentynyt (>60min) 66 % vs. 82 %. Toimenpiteellä on vaikutusta kuolleisuutta pienentävästi, jos ensihoito kohtaa potilaan, jolla on elintoimintoja. Jos potilas on traumaperäisesti eloton, oli kuolleisuus 99 %. Kuolleisuus on myös pienempää, jos toimenpide todetaan onnistuneeksi, eli hemodynamiikka tai kliininen tilanne paranee 20,6 % vs. 44,4 %. Pidempää 8 cm kanyyliä käytettäessä kuolleisuus oli pienempää 31 % vs. 16,7 %. (Kaserer ym. 2017, 469–474; Weichen-
thal ym. 2016, 399–403; Aho ym. 2016, 272–277.)

Tutkimusartikkeleissa tuotiin esille vaihtoehtoisten välineiden käyttöä jänniteilmarinnan purkamisessa, mutta tutkimuksia vaihtoehtoisten menetelmistä ja välineistä on tällä hetkellä vähän. Kirjallisuudesta on noussut esiin muutamia välineitä, joita voisi käyttää mahdollisesti jänniteilmarinnan purkuun. Varsin tuoreissa tutkimuksissa on tutkittu laparoskopiassa käytettävien välineiden soveltuvuutta jänniteilmarinnan purkamiseen. Tutkimuksissa tutkittiin eläimillä veressin neulan ja muokatun troakaaren käyttöä jänniteilmarinnan purkamiseen ja tulokset olivat lupaavia. (Wernick ym. 2015, 160; Lesperance ym. 2018, 1750–1755.) Veressin neulaa käytetään normaalisti laparo-

skooppisissa toimenpiteissä pneumoperitoneumin luomiseen, eli vatsaontelon kaasutäytön luomiseen. Neulan kärjessä on tylppä jousitoiminen kärki, joka suojaa sisäelimiä, kun neulan kärki on vatsaontelossa. Troakaaret ovat erilaisia ja erikokoisia pistimiä, jotka ovat onttoja sisältä. Yleisin käyttökohde on vatsanalueen tähystystoimenpiteet, joissa troakaaret pistetään vatsanpeitteiden läpi vatsaonteloon ja ne jäävät porteiksi instrumenteille ja optiikalle, joiden kautta kirurgi tekee tähystystoimenpiteen.

8.2 Neulatorakosenteesin komplikaatiot

Neulatorakosenteesi on onnistuessaan potilaan hengenpelastava toimenpide, mutta sen suorittamiseen liittyy useita mahdollisia komplikaatioita ja kirjallisuudessa on raportoitu myös vakavista komplikaatioista, jotka ovat olleet hengenvaarallisia tai kohtalokkaita potilaille. Joissakin tapauksissa potilas on tarvinnut leikkaushoitoa neulatorakosenteesistä aiheutuneen komplikaation takia. Neulatorakosenteesi tehdään yleensä traumapotilaalle sairaalan ulkopuolella ja henkeä pelastavana toimenpiteenä, joten on tärkeä, että toimenpiteen suorittaja tuntee toimenpiteeseen liittyvät riskit ja osaa varautua mahdollisiin komplikaatioihin. Komplikaatiot voidaan jakaa suoriin komplikaatioihin, jotka ovat komplikaatiota itse toimenpiteen suorittamisesta ja epäsuoriin komplikaatioihin, jotka esimerkiksi saattavat ilmetä myöhemmin. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

8.2.1 Suorat komplikaatiot

Suoriin komplikaatioihin voidaan luetella: atelektaasi, toimenpide epäonnistuu, neulan pituus ei riitä, pistämisessä tulee ongelmia, pistetään suoneen tai sisäelimeen ja aiheutetaan vakava verenvuoto tai potilaalle aiheutettu tahaton ilmarinta. (Wernick ym. 2015, 160–169; Thomas, Wilkinson, Young, Lenz & Theobald 2020, 1–3.)

Atelektaasia eli keuhkon kokoon painumista, aiheuttaa todennäköisesti itse toimenpiteestä johtuva rintakipu tai rintakehävamman aiheuttama rintakipu. Potilas saattaa hengittää liian pinnallisesti kivun takia ja liian pinnallinen tai heikko hengittäminen aiheuttaa atelektaasia. Tutkijat toteavat, että tämä voi olla spekulaatiota, koska asiaa ei ole juurikaan tutkittu. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

Yksi yleisimpiä neulatorakosenteesin komplikaatioita on toimenpiteen epäonnistuminen, eli toimenpiteen perimmäinen tarkoitus purkaa jänniteilmainta, ei toteudu. Viimeisellä vuosikymmenellä on

tehty paljon tutkimuksia ja katsauksia toimenpiteen onnistumisesta. Toimenpiteen epäonnistumisprosentti on ollut korkeimmillaan 80 % luokkaa. Toimenpiteen epäonnistumiseen liittyy monia seikkoja, kuten esimerkiksi neulanpituus, väärä tekniikka toimenpiteen suorittamisessa, kanyylin tukkeutuminen, kanyylin taittuminen tai kanyylin kautta ei purkaudu tarpeeksi ilmaa ulos verrattuna ilmarinnan ilmavuotoon. Yhdessä tutkimuksessa toimenpide epäonnistui 50 % kerroista, vaikka toimenpiteessä käytetty kanyyli on ollut ilmeisesti riittävän pitkä. (Kaserer ym. 2017, 469–474; Thomas ym. 2020, 1–3; Wernick ym. 2015, 160–169)

Toimenpiteessä käytettävän kanyylin tai neulan pituudella on merkitystä toimenpiteen onnistumisen kannalta. Toimenpide epäonnistuu todennäköisemmin lyhyempää neulaa käyttämällä. Yhdessä tutkimuksessa varmistettiin, että neulanpituus vaikuttaa toimenpiteen onnistumiseen. Kun käytettiin 3,2 cm pitkää laskimokanyyliä toimenpiteessä, epäonnistuttiin yltämään pleuraonteloon 65 % kerroista ultraäänellä tai tietokonetomografialla varmistettuna, kun taas 4,5 cm laskimokanyyliä käyttämällä epäonnistumisprosentti oli vain 4 %. Ahon ym. 2016 tutkimuksessa toimenpiteen vaikuttavuus parani käyttämällä 8 cm kanyyliä vs. 5 cm kanyyliä 83 % vs. 41 %, $p = 0.01$. (Wernick ym. 2015, 160–169; Aho ym. 2016, 272–277.)

Itse kanyylin laittamisessa voi tulla virheitä ja näihin virheisiin liittyy pistokohta, rintakehän paksuus, neulan pituus tai itse potilaaseen liittyvät asiat. Tähän komplikaatioon liittyen toimenpiteet epäonnistuvat 22–50 % kerroista. Kanyylin laittamiseen liittyvä virhe voi johtua siitä, että valittu kanyyli ei yllä pleuraonteloon 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohdasta, koska potilas on ylipainoinen ja rintakehänpaksuus on sen takia suurentunut. (Wernick ym. 2015, 160–169.) Neulatorakosten teesin pystyy tekemään teoriassa kaikista kylkiluuväleistä, mutta suositeltuja pistopaikkoja on kolme eri paikkaa. (KUVIO 4.)

Pistokohdalla ja sen kohdan rintakehän paksuudella on vaikutusta toimenpiteen onnistumiseen. Rintakehän paksuudella tarkoitetaan tässä katsauksessa ihon ja pleuraontelon välistä matkaa. Rintakehä on paksuimmillaan 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohdassa ja ohuimmillaan 4./5. kylkiluuvälin anteriorisessa kainalolinjan pistokohdassa. Myös sukupuolella on vaikutusta rintakehän paksuuteen, eli miehillä on ohuempi rintakehä kuin naisilla. Pistokohdalla on merkitystä myös toimenpiteen epäonnistumisprosenttiin. Suurin epäonnistumisprosentti oli 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohdassa ja pienin 4./5. kylkiluuvälin anteriorisessa kainalolinjan pistokohdassa. (Laan, Vu, Thiels, Pandian, Schiller, Murad & Aho 2016, 797–804.)

Neulatorakosenteesiin liittyviä vakavia komplikaatioita on raportoitu kirjallisuudessa muutamia tapauksia. Tällainen vakava komplikaatio on esimerkiksi neulan pistäminen verisuoneen tai sisäelimeen ja pistämisestä aiheutuu verenvuotoa. Toimenpiteen ollessa invasiivinen, liittyy toimenpiteen suorittamiseen aina verenvuodon vaara, mutta neulatorakosenteesissa tätä tapahtuu harvoin. 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdan läheisyydessä on sydän ja paljon isoja verisuonia, kuten rintakehän sisävaltimot, kylkivälien verisuonihermopunokset, solisvaltimot, aorta ja keuhkovaltimot. Neulatorakosenteesin yrityksessä tapahtuneita pistovaurioita on raportoitu tapahtuneen esimerkiksi solisvaltimoihin, sydämeen ja keuhkovaltimoihin. Näihin pistovaurioihin on liittynyt postoperatiivisiä elvytyksiä, veririnnan muodostumista ja verisuonivaurioita on jouduttu korjaamaan kirurgisesti. Yhdessä tapauksessa nuorelle naiselle tehtiin neulatorakosenteesi vasemmalle puolelle 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdasta ja kanyylin kautta tuli kovalla virtauksella 300 ml veristä nestettä, jonka jälkeen potilas meni hypotensiiviseksi ja tarvitsi korvaavaa nesteytystä. Rintakehän TT-kuvissa näkyi nestettä sydänpussissa ja neulatorakosenteesissä käytetyn kanyylin kärki oli lähellä keuhkovaltimoa. Potilaalle suoritettiin leikkaus ja löytönä 3 mm puhkeama pääkeuhkovaltimossa lähellä sydämen oikeaa kammiota. Tässä tapauksessa neula oli pistetty sentraaliin suuntaan eli kehon keskustaa kohti. Optimaalisin pistosuunta on kohtisuoraa. Toisessa raportoidussa tapauksessa nuoren naispotilaan alustavissa keuhkokuvissa näkyi vasemmalla puolella jänniteilmarinta ja potilaalle tehtiin neulatorakosenteesi 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdasta vasemmalle puolelle 14-G laskimokanyyliä käyttäen. Toistetussa keuhkokuvassa jänniteilmarinta purettu ja potilas siirtyi toiseen hoitolaitokseen. Potilas saapui toiseen hoitolaitokseen ja potilaalla oli rintakipua, hengitysvaikeutta, iho kalpeana ja alhaiset verenpaineet 95/59 mmHg. Potilaalle tehtiin torakostomia ja asetettiin pleuradreeni. Dreenistä tuli 1100 ml verta, joten potilaan huonoa terveydentilaa korjattiin verituotteilla. Rintaontelon täyhystyksessä verenvuodon syyksi paljastui puhjennut solisvaltimo. Jotkut asiantuntijat suosivat maamerkinä rintalastan kulman lovea ja siitä rintakehän keskilinjassa lateraalisesti verrattuna totuttuun keskisolisinjan mukaan paikantamiseen. Rintalastan kulma on maamerkinä helpompi paikallistaa ja sen käyttö ohjaa pistokohdan kauemmaksi sentraaleista elimistä kuin keskisolisinjan käyttäminen maamerkinä. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

Neulatorakosenteesin komplikaatio voi olla myös se, että toimenpiteellä aiheutetaan tahattomasti ilmarinta potilaalle. Se voi tapahtua siten, että potilaalla diagnosoidaan jänniteilmarinta, vaikka potilaalla ei ole oikeasti jänniteilmarintaa ja potilaalle tehdään neulatorakosenteesi tarpeettomasti. Väärään diagnoosiin voidaan päätyä, jos hengityssäännet ovat hiljentyneet, koska potilaalla on hen-

gitystie tukossa esimerkiksi vierasesineen takia tai intubaatio putki on liian syvällä toisessa pää-
keuhkoputkessa. Väärä diagnoosi voi syntyä myös auskultaativirheen seurauksena. Ympäristö,
jossa neulatorakosenteesi yleensä tehdään, on sairaalan ulkopuolella meluisassa ja häiriöisessä
ympäristössä, joten oikeaan diagnoosiin pääseminen on kuulemisen perusteella vaikeaa. Neulan
pisto voi aiheuttaa normaalin ilmarinnan ja se voi parantua itsestään tai sitä joudutaan hoitamaan
dreenillä, kuten spontaania ilmarintaa hoidetaan. Neulatorakosenteesin seurauksena syntyvä ilma-
rinta muuttuu harvemmin jänniteilmarinnaksi, mutta joissakin tutkimuksissa on todettu, että spon-
taani ilmarinta voi muuttua jänniteilmarinnaksi jopa 40 % kerroista. (Wernick ym. 2015, 160–169.)
Kirjallisuudessa on myös todettu, että keuhkobiopsian yhteydessä potilaille muodostuu ilmarinta
40–50 % kerroista. Keuhkobiopsiassa käytetään 1,1 mm paksua neulaa ja se tehdään kontrol-
loidussa ympäristössä, kun taas ensihoidossa neulatorakosenteesi tehdään 2,2 mm paksulla ka-
nyyllilla. Kirjallisuudessa on todettu keuhkobiopsiaan liittyen, että postoperatiivisen ilmarinnan esiin-
tyvyys lisääntyy mitä paksumpaa neulaa käytetään. (Lesperance ym. 2018, 1750–1755.)

Neulatorakosenteesin tekemiseen keuhkohtaumatautia sairastavalle, liittyy omat haasteensa ja
riskinsä. Spontaania ilmarintaa esiintyy COPD potilailla hieman normaalia enemmän. Tautiin liittyy
keuhkojen tilavuuden kasvua, joten neulatorakosenteesin aiheuttaman keuhkovaurion riski on suu-
rempi. Riski korostuu, jos tautia sairastava potilas on hengityskoneessa. Kohonneet hengitystie-
paineet saattavat puhkaista reiän keuhkoihin. Keuhkohtaumatautia sairastavilla on usein keuhko
bullia, eli keuhkon pinnassa olevia ilmarakkuloita ja neulatorakosenteesillä saatetaan puhkaista
tällainen. Bullan puhkaisu saattaa pahentaa olemassa olevaa ilmarintaa tai hyvin varmasti luoda
sellaisen. Yhdessä tapauksessa luultiin, että neulatorakosenteesilla oli onnistunut purkamaan jän-
niteilmarinta, kun kanyylista tuli ilmaa ulos, mutta potilas sairasti keuhkohtaumatautia ja neulalla
oli puhkaistu vain keuhkon bulla. Ruumiinavauksessa varmistettiin, että kanyyli ei missään vai-
heessa päätnyt plauraonteloon. Potilas kuoli jänniteilmarintaan. Keuhkohtaumatautia sairasta-
vien kohdalla kannattaa olla erityisen varovainen neulatorakosenteesin suhteen. Jos tilanne sallii,
olisi suositeltavaa tarkistaa keuhkojen tilanne kuvantamisella tai ultraäänellä, ettei toimenpidettä
tehdä turhaan COPD potilaalle. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

Tämän katsauksen ainoa tapauskuvaus on esimerkki vakavasta suorasta komplikaatiosta. Tapauk-
sessa normaali painoinen aikuinen mies ajoi moottoripyörällä ilman kypärää moottoritie vauhtia.
Mies ajoi tiellä olevaan irtotavaraan ja lensi pyörän selästä maahan. Ambulanssin tullessa kohtee-
seen, potilas oli reagoimaton ja hetken päästä eloton. Maayksikkö aloitti elvytyksen ja kahden ad-

renaliini annoksen ja kahden defibrillaatio iskun jälkeen, potilaan spontaani verenkierto saatiin palautettua. Samalla lääkärihelikopteri, eli HEMS-yksikkö saapui kohteeseen. Potilaan hengitystie varmistettiin supraglottisella hengitystievälineellä. Potilaan hengitysänet kuuluivat selkeästi oikealta puolelta, mutta vasemmalta puolelta ne olivat hiljentyneet. Potilas oli hypotensiivinen. Potilaalle annettiin pussi punasoluja ja potilasta nesteytettiin kristalloidi liuoksella, mutta näillä ei ollut vaikutusta mataliin verenpaineisiin. HEMS suoritti neulorakosenteesin 4,5 cm laskimokanyylilla 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohdasta vasemmalle puolelle. Toimenpiteen jälkeen potilaan hengitysänet kuuluivat vasemmalta puolelta, mutta heikosti. Oikeanpuolen hengitysänet kuuluivat yhtä hyvin kuin ennen toimenpidettä. Potilas saapui sairaalaan täysin reagoimattomana (GCS 3), raajoissa ei ollut lihasjäykkyyttä, sulkijalihas oli pettänyt ja verenpaineet olivat 56/32. Potilas sai lisää nesteytystä ja punasoluja. Rintakehän TT-kuvissa nähdään, että neulorakosenteesissä käytetyn laskimokanyylinkärki, on potilaan sydämessä. Kirurgia oli konsultoitu ja kanyyli oli jätetty paikalleen ja kanyylin päähän oli laitettu korkki. Pään TT-kuvissa löydettiin verenvuotoja ympäri kalloa ja pään varjoainekuvassa todettiin, että päässä ei ollut enää juurikaan verenkiertoa, joten potilas todettiin aivokuolleeksi ja mahdolliseksi elintenluovuttajaksi. Potilaan tila heikkeni kuitenkin sen verran nopeasti, että hän ei ollut enää elinluovuttaja kelpoinen ja potilas kuoli. Tämän potilaan tapauksessa, kanyylin pistämiseltä sydämeen olisi voitu välttyä, jos kanyyli olisi pistetty 4.–5. kylkiluuvälin anterior keskikainalolinjan pistokohdasta. Pistotapaturmalta olisi voitu ehkä välttyä käytystä pistokohdasta, jos pisto olisi tehty oikein, eli kohtisuoraan pistokohdasta. Tässä tapauksessa on todennäköisesti käynyt niin, että pistokulma on ollut sentraaliin suuntaan ja on sen takia osuttu sydämeen. (Thomas ym. 2020, 1–3.)

8.2.2 Epäsuorat komplikaatiot

Neulorakosenteesiin liittyviä mahdollisia epäsuoria komplikaatioita on, että ilmarinta jää diagnosoimatta, voidaan tehdä väärä diagnoosi, kanyylin tukkeutuminen, toimenpiteen jälkeinen infektio, kanyyli lähtee pois paikoiltaan tai ilmarinta uusiutuu. (Wernick ym. 2015, 160–169)

Ilmarinta tai jänniteilmarinta voi jäädä diagnosoimatta kokonaan, diagnosoidaan väärin tai olla saavuttamattomissa neulorakosenteesilla hoidettavaksi. Yleensä ilmarinta jää diagnosoimatta, kun lääkäriä tai radiologilla ei ole tarpeeksi osaamista tai kokemusta tunnistaa ilmarintaa. Ensihoidossa tarkka diagnosointi auskultoiden voi olla vaikeaa meluisan tai häiriöisen ympäristön ta-

kie. On myös mahdollista, että ilmarinta muodostuu vain tietylle alueelle plauraontelossa, esimerkiksi keuhkon mediaanille puolelle ja se on siten neulatorakosenteesin ulottumattomissa. Tällaisesta komplikaatiosta on raportoitu yksi kuoleman tapaus. Sekin on mahdollista, että neulatorakosenteesin luullaan onnistuneen, kun kanyylista on tullut ilmaa ulos, mutta todellisuudessa kanyyli on mennyt keuhko bullaan ja meneillään oleva jänniteilmarinta on jäänyt purkamatta. (Wernick ym. 2015, 160–169.) Keuhko bulla on keuhkopussin viskeraalisen lehden ja keuhkon sisäpinnan välissä oleva ilmarakkula, joka sijaitsee yleensä keuhkon kärjessä (Baylor Medicine 2021. viitattu 17.04.2021). Väärä diagnoosi voi syntyä myös palleatyrän takia. Palleatyrässä vatsaontelon elin työntyy rintaonteloon pallealihaksen syntyneen aukon kautta. Aukko voi syntyä vamman seurauksena tai se voi olla synnynnäinen tai ajan kanssa tuleva väljentymä. Palleatyrä voi aiheuttaa samoja oireita kuin ilmarintaan, kuten hengenahdistusta ja rintakipua. Jos epäilee potilaalla ilmarintaa tai jänniteilmarintaa, mutta potilas on hemodynaamisesti vakaa, olisi järkevää varmistaa ilmarinnan olemassaolo ultraäänellä tai TT-kuvauksella ennen toimenpiteen suorittamista. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

Kanyylin tukkeutuminen on mahdollista onnistuneen toimenpiteen jälkeen. Se voi tukkeutua verestä, kudostesteestä tai kanyylin kärki voi uida pois pleuraontelosta. Kanyyli voi myös tukkeutua, jos kanyyli pääsee taittumaan tai painumaan kasaan. Tämä komplikaatio liittyy erityisesti potilaan kuljettamiseen ja liikkeluun. Kanyyli saattaa olla huonosti kiinnitettynä ja se saattaa lähteä paikoiltaan tai kinkata johonkin, kun potilasta siirretään paareille tai kun potilasta tuetaan esimerkiksi tyhjiöpatjalle tai rankalaudalle. Kanyyli saattaa jäädä rankalaudan tai tyhjiöpatjan kiristysliinojen alle 2.–3. kylkiluuvälin keskisolislinjan pistokohdassa tai 4./5. kylkiluuvälin keskikainalonlinjan pistokohdassa kanyyli saattaa jäädä puristukseen käden alle, jos kädet tuetaan vartalonmyötäisesti tyhjiöpatjalla. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

Neulatorakosenteesin aiheuttamasta keuhkokuumeesta tai empyeemasta eli keuhkopussin märkärkertymästä on kirjallisuuden mukaan hyvin vähän viitteitä. Muutamasta keuhkokuumeesta on raportoitu neulatorakosenteesin epäsuorana ja harvinaisena komplikaationa. Neulatorakosenteesi on toimenpiteenä invasiivinen toimenpide ja se tehdään yleensä sairaalan ulkopuolella epästeriileissä olosuhteissa, joten toimenpiteestä johtuva myöhemmin ilmenevä infektio on täysin mahdollinen, mutta tällaiset tapahtumat voivat jäädä vähälle raportoinnille. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

Meneillään oleva jänniteilmarinta saattaa uusiutua tai tilaan ei saada muutosta onnistuneesta kanyloinnista huolimatta. Tämä voi johtua siitä, että kanyylin kautta purkautuva ilmamäärä on pienempi kuin pleuraonteloon vuotava ilmanmäärä, joten kanyylin ilman poisto kapasiteetti ei riitä. Jänniteilmarinnan uusiutuminen voi myös johtua kanyylin tukkeutumisesta. Kanyylin kärki voi tunnetoitua pleuraontelon ulkopuolelle ja ilmarinta pääsee uusiutumaan. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

9 TULOKSIEN TARKASTELUA

Jänniteilmarinta on harvinainen henkeä uhkaava terveydentila, joka hoitamattomana johtaa kuolemaan. Suomessa ensihoitajat voivat vaikuttaa tähän tilanteeseen neulatorakosenteesillä, joka on henkeä pelastava toimenpide. Suomen tämänhetkisten suositusten mukaan, se opetetaan ja suositellaan suorittamaan 2.–3. kylkiluuvälistä keskisolislinjassa epäillyn jänniteilmarinnan puolelle. Toimenpidevälineenä suositellaan käytettäväksi suurta laskimokanyyliä tai jänniteilmarinnan purkamiseen tarkoitettua kanyyliä. Tämänhetkisen tiedon mukaan, 2.–3. kylkiluuvälin keskisolislinjan pistokohtaan ja 5 cm pituista laskimokanyyliä käyttämällä toimenpide epäonnistuu varsin usein. Toimenpiteen epäonnistumisprosentti oli Kasererin ym. 2017 tutkimuksessa jopa 82 %. Toimenpiteen suorittamiseen liittyy myös mahdollisia komplikaatioita, jotka saattavat olla potilaalle hengenvaarallisia. (Wernick ym. 2015, 160–169; Kaserer ym. 2017, 469–474; Lesperance ym. 2018, 1750–1755; Silfvast, Castrén, Kurola, Lund & Martikainen 2016, 397–398; Naarajärvi ym. 2019, 189.)

9.1 Neulatorakosenteesin turvallisuus

Tämä kirjallisuuskatsaus tuottaa uutta tietoa ja näkemyksiä neulatorakosenteesin turvallisuudesta ja tehokkuudesta jänniteilmarinnan purkamisessa. Suomessa toimenpide opetetaan ensihoitajille henkeä pelastavana toimenpiteenä. Tällä hetkellä ensihoito-oppaassa ja käypähoitosuosituksessa, toimenpide suositellaan tekemään 2.–3. kylkiluuvälistä keskisolislinjassa kohtisuorana pistona mahdollisimman suurella tai paksulla laskimokanyyllilla. Sairaanhoidopiireillä, joissa tämän katsauksen kirjoittaja on ollut opintoihin kuuluvassa työharjoittelussa tai töissä, on ollut käytössä jänniteilmarinnan purkuun tarkoitettuja 8 cm kanyyleja. Ne ovat olleet käytössä muutamia vuosia. Sairaanhoidopiireillä saattaa olla omia hoito-ohjeita toimenpiteen suorittamiseen, mutta katsauksen kirjoittajalla ei ole tietoa kansallisesta suosituksesta poikkeavista toimintavoista sairaanhoidopiireissä 8 cm neuloja käyttöä lukuun ottamatta. (Silfvast ym. 2016, 397–398; Duodecim kuvatietokanta, Jänniteilmarinnan neulatorakosenteesi 2005. viitattu 28.03.2021.)

Katsauksen tuloksena voidaan todeta, että neulatorakosenteesin suorittaminen nykyisellä suositella toimintatavalla, ei ole potilasturvallisin toimintatapa suorittaa toimenpidettä. Kirjallisuudessa on todettu, että neulatorakosenteesin suorittaminen 2.–3. kylkiluuvälistä keskisolislinjassa 5 cm

laskimokanyyllilla epäonnistuu jopa 80 % kerroista. Jänniteilmarinta on potilaalle henkeä uhkaava tilanne ja voi hoitamattomana olla kohtalokas, joten tällaiseen toimenpiteen epäonnistumisprosenttiin tulisi suhtautua kriittisesti ja Suomen nykyisen ohjeen ajantasaisuus tulisi tarkistaa. (Kaserer ym. 2017, 469–474; Lesperance ym. 2018, 1750–1755.)

Toimenpiteen epäonnistumisprosentissa on suurta vaihtelua kirjallisuudessa ja yksi syy siihen on todennäköisesti tutkimustekniset asiat, eli tutkimuksissa on eri määritelmä onnistumiselle. Osassa tutkimuksia mitataan radiologisesti kanyylin sijaintia rintaontelossa, että onko kanyyli pleuraontelossa vai ei. Toisissa onnistumisen määritelmänä on, että paraneeko potilaan hemodynamiikka toimenpiteen jälkeen vai ei. Radiologisen määritelmän tutkimuksissa ongelma on siinä, että toimenpide on voinut onnistua kentällä, mutta kanyyli on voinut liikkua pois pleuraontelosta kuljetuksen aikana. Kuvantaminen tehdään vasta sairaalassa ja siellä todetaan, että toimenpide on epäonnistunut. Kliinisen tilan paranemisen määritelmään liittyy myös omat heikkoutensa. Kentällä ei voida varmistaa toimenpiteen onnistumista, koska ei ole kuvantamisvälineitä millä voitaisiin varmistaa toimenpiteen onnistuminen. Lesperancen ym. 2018 tutkimuksessa todettiin, että 39 % potilaista ei ollut mitään merkkejä ilmarinnasta, eli potilaalla ei ollut ilmarintaa alkuunkaan tai neulatorakosenteesi neula ei ole yltänyt pleuraonteloon asti. Eli kentällä ei voida olla täysin varmoja toimenpiteen onnistumisesta, koska voi olla, että potilaalla ei ole ilmarintaa ollenkaan ja potilaan kliininen tila voi parantua toimenpiteen jälkeen muiden hoitojen seurauksena. Neulatorakosenteesi neulalla voidaan pistää myös keuhko bullaan ja ilmaa purkautuu kanyylistä, mutta oikeasti ilma purkautuu vain ilmarakkulasta ja meneillään olevaa jänniteilmarintaa ei saada purettua ja potilas saattaa kuolla. (Lesperance ym. 2018, 1750–1755.) Nämä seikat huomioon ottaen ja kirjallisuuteen nojaten, 5 cm kanyyllilla ylletään potilaiden pleuraonteloihin noin 50 % kerroista. Kun taas 8 cm neulalla, ylletään pleuraonteloon noin 90 % kerroista. (Aho ym. 2016, 272–277; Kaserer ym. 2017, 469–474; Lesperance ym. 2018, 1750–1755.)

Kirjallisuudesta nousi esiin kaksi merkittävää seikkaa, joilla näyttäisi olevan eniten vaikutusta toimenpiteen onnistumiseen. Käytettävän neulan pituus ja rintakehänpaksuus ovat merkittävimpiä tekijöitä onnistumisen kannalta. Tutkimuksissa on tutkittu 5 cm laskimokanyylin toimintavarmuutta ja on todettu, että sen pituisella neulalla ei käytännössä ylletty 76 % tapauksista pleuraonteloon. Luku saattaa olla hieman liian korkea, koska mittaukset tehtiin sairaalassa ja kanyyli on voinut liikkua kuljetuksen aikana. Meta-analyysissä määriteltiin, että tarvitaan vähintään 6,44 cm pitkä neula, jolla ylletään teoriassa 95 % 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinjan pistokohdasta pleuraonteloon. On myös

todettu, että 8 cm kanyylilla toimenpide onnistuu useammin kuin 5 cm neulalla (Aho ym. 2016, 272–277; Clemency ym. 2015, 249–253; Lesperance ym. 2018, 1750–1755)

Rintakehän paksuudella tarkoitetaan tässä katsauksessa ihon ja pleuraontelon välistä matkaan. Sukupuolella on vaikutusta rintakehän paksuuteen. Naisilla on keskimäärin paksumpi rintakehä kuin miehillä. Painoindeksillä on myös vaikutusta rintakehän paksuuteen ja ylipainoisilla ihmisillä on paksumpi rintakehä. Rintakehän paksuus vaihtelee myös maantieteellisesti, koska esimerkiksi länsimaita vaivaava lihavuusepidemia kasvattaa rintakehän paksuutta. Neulatorakosenteesin onnistuminen vaatii sen, että neulalla ylletään pleuraonteloon asti, eli neulan täytyy olla tarpeeksi pitkä. (Laan ym. 2016, 797–804.)

Kirjallisuudessa on tutkittu kolmen eri pistokohdan toimivuutta neulatorakosenteesin suorittamiseen. (KUVIO 4.) Ne ovat 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohta, joka on tällä hetkellä suositelluin pistokohta ja vaihtoehtoisina pidetyt pistokohdat 4.–5. kylkiluuvälin anterior aksillaarinen pistokohta ja 4.–5. kylkiluuvälin aksillaarinen pistokohta. Aksillaari tarkoittaa keskikainalolinjaa. Rintakehän paksuudet vaihtelevat näiden kohtien välillä merkittävästi ja perinteisessä 2.–3. kylkiluuvälin pistokohdassa rintakehä on keskimäärin paksuimmillaan ja ohuimmillaan se on anterior aksillaarisessa pistokohdassa, eli keskikainalolinjasta hieman ylöspäin. Keskikainalolinjassa rintakehän paksuus jää keskimäärin näiden kahden edellä mainitun pistokohdan väliin. Kirjallisuudessa ehdotetaan, että vaihtoehtoisina pidetyt kainalonalueen pistokohdat voisivat olla parempi vaihtoehto pistämiselle, koska rintakehä on ohuempi siellä, joten neulalla on niistä pistokohdista anatomisesti lyhyempi matka pleuraonteloon. Keskisolisinlinjan pistokohdan läheisyydessä on paljon isoja verisuonia ja sisäelimiä, joihin mahdollista pistää ja aiheuttaa potilaalle vakava verenvuoto. Keskikainalon pistokohdissa ei ole niin paljoa merkittäviä verisuonia tai sisäelimiä, joten toimenpiteen suorittaminen sieltä voi olla tässäkin mielessä turvallisempaa. (Laan ym. 2016, 797–804; Lesperance ym. 2018, 1750–1755; Wernick ym. 2015, 160–169.)

Pidemmän 8 cm neulan käyttöön vaihtoehtoisessa keskikainalolinjan pistokohdassa liittyy kuitenkin riskejä. Pidemmän 8 cm neulan käyttäminen todettiin turvalliseksi 2.–3. kylkiluuvälin keskisolisinlinjan pistokohdasta ja tutkimusartikkelissa ei havaittu komplikaatioita 8 cm käytöllä. Useammassa tutkimusartikkelissa todettiin kuitenkin, että pidemmän neulan käyttöön liittyy riskejä. Pidemmällä 8 cm teoreettiset riskit kasvavat pistotapaturmille, koska pidemmällä neulalla yltää pidemmälle rintaontelossa, joten sisäelimet ovat enemmän vaarassa pistokulma ollessa väärä. Esimerkiksi Lesperancen ym. 2018 tutkimuksessa mitattiin rintakehän paksuuksia radiologisesti ja TT-kuvista kävi

ilmi, että 8 cm neulaa käyttämällä, neulan kärki olisi teoriassa yltänyt sydämeen asti 48 % potilaista vasemman puolen anterior aksillaarisesta pistokohdasta. Lisäksi kainalonpuolen pistokohdissa, kanyyli on alttiimpi tukkeutumaan tai kinkkaamaan esimerkiksi kuljetuksen aikana. Pidemmän neulan turvallisuutta vaihtoehtoisissa pistopaikoissa, ei ole tutkittu vielä tarpeeksi, joten turvallisuushuolet näiden pistokohtien käyttöön, perustuvat pitkälti teoreettiseen mallinukseen tässä vaiheessa. (Laan ym. 797–804; Lesperance ym. 2018, 1750–1755; Wernick ym. 2015, 160–169.)

Toimenpiteen turvallisuudesta on vähemmän tutkittua tietoa. Tällä hetkellä kirjallisuuden perusteella näyttää siltä, että toimenpide on turvallinen ensihoitajien suorittamana ja vakavat komplikaatiot ovat harvinaisia. Tämän katsauksen aineistosta kolmessa tutkimuksessa todettiin, ettei potilaille tullut yhtään komplikaatiota neulatorakosenteesiin liittyen. Vakavista komplikaatioista on tehty taustakuvaus artikkeleita, mutta vaikuttaa siltä, että vakavat pistovauriot ja verenvuodot ovat harvinaisia komplikaatiota neulatorakosenteesin suorittamisessa. Toimenpiteen merkittävin heikkous on korkea epäonnistumisprosentti, joka on itsessään vakava komplikaatio toimenpiteessä, jolla hoidetaan henkeä uhkaavaa tilannetta. (Aho ym. 2016, 272–277; Kaserer ym. 2017, 469–474; Lesperance ym. 2018, 1750–1755; Weichenthal ym. 2016, 399–403)

Tuloksien perusteella on huolestuttavaa, että toimenpide epäonnistuu hyvin suurella todennäköisyydellä, joten se on vakava potilasturvallisuutta heikentävä tekijä. Potilas on kuitenkin oikeutettu saamaan tarpeenmukaista ja oikeaa hoitoa, josta koituu mahdollisimman vähän haittaa potilaalle. Jos toimenpide epäonnistuu nykyisillä ohjeistuksilla hyvin todennäköisesti, niin potilasturvallisuuden määritelmä ei täyty. Potilas jää hyvin mahdollisesti ilman tarvittavaa hoitoa ja kokee tästä vakavaa haittaa eli pahimmillaan potilas menehtyy. (Terveiden ja hyvinvoinninlaitos 2019.)

9.2 Neulatorakosenteesin komplikaatiot

Yhdessä tutkimusartikkelissa selvitettiin kokonaisvaltaisella kirjallisuuskatsauksella, mitä komplikaatioita neulatorakosenteesiin liittyy. Toimenpiteen yhteydessä esiintyvät erilaiset komplikaatiot voidaan jakaa suoriin ja epäsuoriin komplikaatioihin. Suoriin komplikaatioihin voidaan luetella: atelektaasi, toimenpiteen epäonnistuminen, neulan pituus ei riitä, pistämisessä tulee ongelmia, pistetään suoneen tai sisäelimeen ja aiheutetaan vakava verenvuoto tai potilaalle aiheutettu taha-ton ilmarinta. Neulatorakosenteesiin liittyviä mahdollisia epäsuoria komplikaatioita on, että ilmarinta jää diagnosoimatta, voidaan tehdä väärä diagnoosi, kanyylin tukkeutuminen, toimenpiteen

jälkeinen infektio, kanyyli lähtee pois paikoiltaan tai ilmarinta uusiutuu. (Wernick ym. 2015, 160–169; Thomas, Wilkinson, Young, Lenz & Theobald 2020, 1–3.)

Tämän katsauksen kolmessa tutkimusartikkelissa otannoissa ei todettu yhtään toimenpiteisiin liittyvää komplikaatiota. Wernickin ym. 2015 kirjallisuuskatsauksessa tutkittiin kaikkia mahdollisia neulatorakosenteesiin liittyviä komplikaatioita ja todettiin, että yleisin komplikaatio on toimenpiteen epäonnistuminen. Muut komplikaatiot eivät ole niin yleisiä ja osa ajatelluista komplikaatioista pohjautuu pleuradreenin laittamisessa esiintyviin komplikaatioihin, jotka ovat siten teoriassa mahdollisia myös neulatorakosenteesin yhteydessä. Vakavia komplikaatiota esiintyy ajoittain ja niistä on kirjoitettu erikseen tapauskuvauksia. Tässä katsauksessa on yksi tapauskuvaus mukana, jossa esiteltiin pistovaurio sydämeen. Tutkimusartikkeleissa oli myös mainintoja pistovaurioista ja verenvuodoista, kun on pistetty solisvaltimeen ja muihin keskeisiin verisuoniin neulalla. Tällaiset tapahtumat on kuitenkin raportoitu yksittäisinä tapauksina. On hyvä kuitenkin tiedostaa, tällaiset komplikaatiot ovat mahdollisia ja niitä joudutaan hoitamaan mahdollisesti ylimääräisillä leikkauksilla ja tehohoidolla. (Aho ym. 2016, 272–277; Kaserer ym. 2017, 469–474; Lesperance ym. 2018, 1750–1755; Weichenthal ym. 2016, 399–403)

Muita huomioitavia komplikaatioita, joita toimenpiteeseen liittyy, ovat väärin diagnosointi ja tahatoman ilmarinnan aiheuttaminen. Vaikka toimenpiteen epäonnistuminen on se merkittävin komplikaatio, niin se on kuitenkin eniten riippuvainen suoritustekniikasta ja välineestä. Oli yllättävää, että noin 40 % ensihoitajista ei löydä oikeaa pistokohtaa. Tai, että 40 % potilaista ei missään vaiheessa ole ollut ilmarintaa, eli on pistetty turhaan. Jos potilaalla ei ole ilmarintaa ja hänelle tehdään neulatorakosenteesi, aiheuttaa toimenpide hyvin todennäköisesti ilmarinnan potilaalle, jos neula yltää pleuraonteloon asti. Normaali ilmarinta voi joidenkin tutkimusten mukaan muuntua jänniteilmarinnaksi 40 % kerroista, joten tahaton ilmarintakaan ei ole täysin riskitön. (Lesperance ym. 2018, 1750–1755; Weichenthal ym. 2016, 399–403.)

Sydämeen pistämisen tapauskuvauksessa 5 cm neulalla pistettiin keskisolisinjan pistokohdasta sydämeen, mutta kuvauksen perusteella toimenpiteellä ei ollut vaikutusta potilaan selviytymisen kannalta. Potilaan aivovauriot olivat liian massiivisia selviytymisen kannalta. Tässä tapauksessa oli mielestäni kuitenkin hyvää esimerkkiä siitä, että tarvitaan vaihtoehtoisia toimintamalleja ja nykyiset toimintamallit pitäisi hallita paremmin. Pistolta sydämeen olisi välttytty, jos olisi pistetty vaihtoehtoisesta pistokohdasta tai pistokulma olisi ollut oikea, eli kohtisuoraan. Toimenpiteen tekemiseen liit-

tyy paljon eri virheiden mahdollisuutta, mutta uskon tulosten perusteella, että toimenpiteeseen liittyviltä komplikaatioilta voidaan tehokkaasti välttää, kun hallitsee toimenpiteen suorittamiseen liittyvät tekniset asiat ja tiedostaa mahdolliset riskit. Tuloksien perusteella toimenpiteen yleisimpään komplikaation on myös parannuskeinoja eli pidemmän neulan käyttäminen ja vaihtoehtoisen pistokohdan käyttäminen. (Wernick ym. 2015, 160–169; Thomas ym. 2020, 1–3.)

9.3 Johtopäätökset

Ensihoito-opas on Suomessa ensihoidossa käytössä oleva kansallinen ensihoidon ohjekirja. ”Ensihoito-opas auttaa määrittämään ne oikeudet ja velvoitteet, jotka hoitolaitosten ulkopuolella vastuullisessa ja usein yksinäisessä ensihoitotyössä toimivalla henkilöllä on. Ohjeet perustuvat kirjoittajien vankkaan kokemukseen ensihoidon kenttätöystä ja ohjauksesta.” (Terveysportti 2021.) Ensihoito-oppaan viimeisin kirjapainos on vuodelta 2016 ja siitä on myös verkkoversio Terveysportissa. Tämän katsauksen kirjoitus hetkellä terveysportin ensihoito-oppaan verkkoversiossa toimenpideohjeena jänniteilmannan hätäkanavointi neulalla, vastaa vuoden 2016 ensihoito-oppaan toimenpideohjetta neulatorakosenteesin tekemiseen. Ensihoito-oppaan neulatorakosenteesin toimenpideohje vastaa vuonna 2016 voimassa ollutta ATLS suositusta. ATLS tulee sanoista Advanced Trauma Life Support ja se on yhdysvaltalainen harjoitusohjelma terveydenhuollon ammattilaisille traumapotilaiden hoitoon. Harjoitusohjelma on laajasti kansainvälisessä käytössä. Harjoitusohjelmassa on käytössä kurssi kirja, jossa on kattavat tutkittuun tietoon perustuvat protokollat traumapotilaiden hoitoon. Tuoreimmat ATLS suositukset ovat vuodelta 2018. Ensihoito-opas on päivittymässä vuoden 2021 aikana, mutta tämän katsauksen kirjoitushetkellä verkkoversiossa neulatorakosenteesin toimenpideohje ei ole päivittynyt. Tämän katsauksen tulosten perusteella, nykyisiä suosituksia toimenpiteen suorittamisesta voitaisiin harkita päivitettäväksi. Suomessakin voitaisiin siirtyä tuoreimman Yhdysvaltalaisen ATLS protokollan mukaiseen toimintamalliin. Tuoreimmassa ATLS kurssikirjan suosituksissa, neulatorakosenteesissa käytettävä kanyylin pituus valitaan potilaan koon mukaan. Pienemmille aikuisille suositellaan 5 cm kanyylin käyttöä ja isokokoiselle aikuiselle 8 cm pituista kanyyliä. Myös pistokohdassa on kaksi valintaa. Lapsille ja pienille aikuisille suositellaan 2.–3. kylkiluuvälin keskisolislinjan pistokohtaa ja aikuisille suositellaan 4.–5. kylkiluuvälin keskikainalolinjan pistokohtaa ja erityisesti isokokoisille aikuisille. Muuten protokolla vastaa Suomen nykyistä protokollaa. ATLS-kurssikirjasta löytyi myös kiinnostava seikka, että tutkimuksissa on todettu, että ensihoitajat pistävät neulan liian mediaanista pistokohdasta 44 % tapauksista. Eli neula pistetään liian keskeisestä kohdasta. (American College of Surgeons. Committee on

Trauma. 2018; Laan ym. 2016, 797–804. Silfvast ym. 2016, 397–398; Kurola 2016. viitattu 01.05.2021.)

Huomioitavia asioita neulatorakosenteesiä tehtäessä, joilla voidaan mahdollisesti parantaa toimenpiteen onnistumismahdollisuuksia ja turvallisuutta nykyisten suositusten mukaan. On suotavaa käyttää 8 cm neulaa aikuisille potilaille ja 5 cm laskimokanyylin käyttäminen on suositellumpaa lapsille ja pienikokoisille aikuisille. Neulan kokoa kannattaa siis suhteuttaa potilaan kokoon, koska pidemmällä neulalla yltää todennäköisemmin pleuraonteloon. Pidemmän neulan ollessa käytössä, on huomioitava riski, joka liittyy siihen, että pidempi neula voi vahingoittaa helpommin muita sisäelimiä. Jos sairaanhoitopiirin omissa hoito-ohjeissa sallitaan pistämään vaihtoehtoisesti keskikainalolinjan pistokohdasta, voi toimenpide olla tehokkaampi sieltä pistokohdasta ja se näyttäisi olevan myös potilasturvallisuuden kannalta suotuisampaa. Tässä tosin kannattaa ottaa huomioon, jos potilas joudutaan tukemaan esimerkiksi tyhjiöpatjalle tai rankalaudalle, eli kädet tuetaan vartalonmyötäisesti. Silloin kanyyli voi jäädä käden alle piiloon ja tukkeutua. Tällaisessa tilanteessa keskisolisinjan pistokohta on todennäköisesti järkevämpi valinta. Neulan optimaalisin pistokulma on kohtisuoraan, jotta neulalla on lyhin mahdollinen matka pleuraonteloon. Pistokulman suuntautuksessa proksimaalisesti eli keskustaa kohti, voi pistäminen suuntautua helpommin sydämeen. Pistokulman ollessa distaaliin suuntaan eli keskivartalosta pois päin, voi neulan matka pidentyä pleuraonteloon ja neulalla ei välttämättä yletä pleuraonteloon. Keskisolisinjan pistokohdassa, on suotuisampaa pistää keskisolisviivan distaaliselle puolelle, että pistokohta on kauempana sydäimestä. (ATLS 2018.; Wernick ym. 2015, 160–169.)

9.4 Luotettavuus ja tutkimusetiikka

Tieteen tekemiseen ja tutkimusprosessin kaikkiin vaiheisiin liittyy aina virheiden tekemistä ja ne voivat olla tietoisia tai tiedostamattomia. Virheet voivat johtua tutkijasta tai aineistosta. Tutkimuksen luotettavuudentarkastelulla pyritään ehkäisemään ja poistamaan osa näistä virheistä. Tutkimusprosessissa itse tutkija pystyy vaikuttamaan eniten työn luotettavuuteen. Erilaiset valinnat tuottavat erilaisia tutkimustuloksia. Tämän työn ollessa laadullinen tutkimus, joten olen itse tutkijana tutkimusinstrumentti tutkittavalle aiheelle. Tutkijana vastaan valittavasta aineistosta, joten tiedonke-

ruussa tutkija virheenä saattaa syntyä tulkinta- ja havainnointivirheitä. Tutkija tulkitsee ympäristöön aina oman viitekehýksensä kautta ja sovittaa tutkittavana olevan ilmiön omaan näkemykseensä. (Kananen 2015, 337–340.)

Luotettavuustarkastelu tarkoittaa sitä, että tutkimusprosessin kaikissa vaiheissa on tehty oikeita ja perusteltuja ratkaisuja. Laadullisen eli kvalitatiivisen tutkimuksen luotettavuuden tarkastelussa käytetään viittä eri luotettavuuskriteeriä: luotettavuus/totuudellisuus, siirrettävyys/sovellettavuus, riippuvuus, vahvistettavuus ja saturaatio. (Kananen 2015, 343, 352.)

Luotettavuus on sitä, että tulokset vastaavat tutkittavaa ilmiötä eli ovat totuudenmukaisia. Totuudellisuuden arvioinnin peruspilarina on tarkka dokumentaatio, jotta lukija pystyy arvioimaan päätelypolun, teemoituksen ja tulkinnan, eli pystyvät tekemään vertaisarviota. Aineiston pohjalta lukijan pitäisi pystyä pääsemään samaan lopputulokseen. Tutkimusprosessi pitää olla hyvin dokumentoitu, jotta luotettavuutta voidaan arvioida. Siirrettävyys tarkoittaa laadullisen tutkimuksen yhteydessä sitä, että tutkimustulokset siirrettävissä johonkin toiseen tapahtumaan tai tilanteeseen. Riippuvuus on melkein sama asia, kuin totuudellisuus. Se tarkoittaa, että tutkimustulokset on johdettu oikein aineistossa. Jos lukija tekee saman tulkinnan ja päätyy samaan lopputulokseen, voidaan tulkintaa pitää oikeana. Vahvistettavuus tarkoittaa sitä, että luetaan aineiston ja tulkinnan sillä, jota asia koskee. Tutkittavat lukevat tekstin ja vahvistavat tutkijan tulkinnan ja tutkimustuloksen, jolloin tutkimus voidaan todeta olevan luotettava tutkittavan kannalta ja siltä osin, että tulokset eivät ole tutkijan itse keksimiä. (Kananen 2015, 353–355.)

Katsauksen luotettavuutta heikentää se, että tutkijoita oli yksi. Jos tutkijoita olisi ollut useampia, vertaisarvioinnin avulla olisi katsaukseen saanut enemmän luotettavuutta, kun aineistoa olisi arvioinut useampi henkilö. Nyt aineisto ja niistä tulleet tulokset ovat yhden tutkijan ja mielipiteen varassa, joten on voinut syntyä havainnointi- ja tulkintavirheitä. Lisäksi kaikki tutkimukseen valittu aineisto oli englannin kielellä, joka ei ole tutkijan äidinkieli, joten käännösvirheitä on voinut syntyä. Katsauksen luotettavuuden merkittävin heikentäjä oli itse tutkija ja se, että kyseessä on laadullinen tutkimus.

Pyrin tekemään koko katsauksen kriittisellä ja arvioivalla työasenteella. Pidin tutkimusongelman mielessä katsauksen jokaisessa vaiheessa, että tekemäni valinnat kohdistuivat tutkimuskysymyk-

sien vastausten selvittämiseen. Oli tärkeää tiedostaa varhaisessa vaiheessa tutkimuksen tekemiseen liittyviä virhemahdollisuuksia, että niitä osasi välttää parhaansa mukaan tutkimuksen edetessä.

Noudatin tätä katsausta tehdessä hyviä tieteellisiä käytäntöjä eli noudatin tiedeyhteisön tunnustamia toimintatapoja eli rehellisyyttä, yleistä huolellisuutta ja tarkkuutta, tulosten tallentamisessa ja esittämisessä sekä tutkimuksen ja sen tuloksien arvioinnissa. Sovelsin katsauksen tekemiseen tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia ja eettisesti kestäviä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä. Toteutin katsauksessa avointa ja vastuullista tiedeviestintää tuloksia julkistaessa. Otin muiden tutkijoiden työn ja saavutukset asianmukaisella tavalla huomioon eli kunnioitin ja viittasin toisten tutkijoiden julkaisuja asianmukaisella tavalla. Tallensin ja raportoin syntyneen tietoaistieiston tieteelliselle tiedolle asetettujen vaatimusten edellyttämällä tavalla. (Tutkimuseettinen Neuvottelukunta 2012. viitattu 09.04.2021.)

9.5 Jatkotutkimushaasteet

Suomessa ei ole tehty tutkimuksia neulatorakosenteesiin liittyen, joten aiheesta löytyy paljon tutkittavaa. Neulatorakosenteesistä on tehty kansainvälisiä tutkimuksia jonkin verran ja niiden pohjalta on päädytty suosittelemaan pidempää neulan pituutta ja on suositeltu vaihtoehtoisia pistokohtia, mutta näistä uudistuksista on kuitenkin vielä niin lyhyt aika, että niiden vaikutuksia ei ole keritty vielä kunnolla tutkimaan. Itse toimenpiteen tutkimiseen liittyy myös omat haasteensa, koska jänniteilmariinta on henkeä uhkaava terveydentila, ei toimenpidettä voida tutkia satunais-kontrolloiduilla tutkimuksilla. Tutkimustieto rajoittuu tapauskuvauksiin, retrospektiivisiin tutkimuksiin ja asiantuntija arvioihin. Lisäksi toimenpiteen harvinaisuuden takia tutkimuksien otannat voivat jäädä pieneksi tai vaihtoehtoisesti tutkimusdatan kertymistä voidaan joutua odottamaan hyvinkin pitkiä aikoja.

Tällä hetkellä olisi hyödyllistä tutkia toimenpiteen onnistumisprosenttia, kun 8 cm neula on ollut käytössä. Toinen hyvä tutkimuskohde olisi keskikainalolinjan pistokohtien potilasturvallisuus eri neulan pituuksilla. Yhdysvalloissa on markkinoilla jänniteilmariinnan purkuun tarkoitettuja spesifejä välineitä, mutta julkaistuissa tutkimuksissa ei ole huomioitu niiden käyttöä. Myös laparoskopiassa käytettäviä veressin neuloja ja troakaaria on pohdittu käytettäväksi jänniteilmariinnan purkuun ja alustavissa eläinkokeissa on saatu lupaavia tuloksia. (Wernick ym. 2015, 160–169.)

9.6 Opinnäytetyöprosessin pohdinta

Kirjallisuuskatsauksen kirjoittaminen oli todella opettavaista. Katsauksen kirjoittaminen oli mielenkiintoinen prosessi ja se vaati suunnitelmallista ja järjestelmällistä työtettä jokaisessa työn vaiheessa. Työn tekeminen oli haastavaa, koska tämän katsauksen kirjoittajalla ei ole aikaisempaa kokemusta kirjallisuuskatsauksen kirjoittamisesta tai muutenkaan tutkimuksen tekemisestä. Opinnäytetyön tekeminen kirjallisuuskatsauksena oli lopulta todella hieno prosessi. Kun aloitin kirjoittamaan katsausta, minulla oli jonkinlainen käsitys kirjallisuuskatsauksen kirjoittamisesta, mutta jouduin tukeutumaan paljon menetelmäkirjallisuuteen ja sitä oppi löytämään lisää tutkimuksen edetessä. Oli hienoa huomata, miten olen oppinut kirjoittamaan tieteellistä tekstiä. Tutkimuksen tekeminen itsessään oli myös todella mielenkiintoista. Pidin katsauksen analyysivaihetta kaikista mielenkiintoisimpana, koska siinä vaiheessa tutustui hyvin aineistoon ja silti jokaisella lukukerralla löysi jotain uutta ja miten se vaikutti omaan ajatteluun ja johtopäätösten muodostumiseen. Tuntuu, että oma asiantuntijuus kasvoi prosessin myötä merkittävästi.

Neulatorakosenteesi ja jänniteilmairinta oli aiheena hyvin mielenkiintoinen. Se oli minulle aiheena varsin vieras, ennen katsauksen kirjoittamista. Aihe oli myös perusteltu, koska neulatorakosenteesistä ja sen mahdollisista komplikaatioista on suomenkielistä materiaalia todella vähän saatavilla. Kuvaileva katsaus aiheesta oli hyvä vaihtoehto, koska aiheesta on vähän kokonaisvaltaista tietoa. Katsausta kirjoittaessa tutustuin syvällisesti neulatorakosenteesiin toimenpiteenä ja siihen liittyviin ongelmiin ja muuttujiin. Rintakehän anatomia tuli myös hyvin tutuksi. Opin myös suhtautumaan löytyneeseen tietoon kriittisesti ja koen, että oma päättelykykykin on kehittynyt roimasti tämän prosessin aikana.

Tällä opinnäytetyöllä ei ollut tilaajaa. Sain työn aiheesta ehdotuksen Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiiriin Apulaisylilääkäri Lasse Raatiniemeltä, koska hän oli kohdannut työtehtävällä tilanteen, jossa potilaalle aiheutui toimenpiteen seurauksena vakavaa haittaa ja hän tiesi, että aihetta ei ole tutkittu Suomessa. Aihe oli todella hyvä, koska se koskettaa kaikkia ensihoidossa työskenteleviä henkilöitä, sillä toimenpide opetetaan kaikille ensihoitajille henkeä pelastavana toimenpiteenä. Neulatorakosenteesi on teoriassa tuttu toimenpide kaikille ensihoitajille, mutta käytännön kokemuksia toimenpiteen tekemisestä on todella harvalla jänniteilmairinnan harvinaisuuden vuoksi. Tämä on niitä harvoja henkeä pelastavia toimenpiteitä, joita ensihoitajat voivat tehdä kentällä ja toimenpiteestä on hyötyä potilaalle onnistuessaan. Tästä syystä, kaikilla ensihoitajilla tulisi olla hyvä ja

laaja käsitys toimenpiteestä ja sen mahdollisista ongelmista, että tositalanteessa voimme tarjota potilaalle sitä tarkoituksen mukaista ja turvallista hoitoa, johon potilas on oikeutettu.

LÄHTEET

Aho, Johnathon M., Thiels, Cornelius A., El Khatib, Moustafa, M., Ubl, Daniel S., Laan, Danuel V., Berns, Kathleen S., Habermann, Elizabeth B., Zietlow, Scott P. & Zielinski, Martin D. 2016. Needle thoracostomy: Clinical effectiveness is improved using a longer angiocatheter. The journal of trauma and acute care surgery 80 (2), 272–277.

American College of Surgeons., Committee on Trauma. 2018. Advanced trauma life support : student course manual. Hakupäivä 20.04.2021 <https://viaaerearcp.files.wordpress.com/2018/02/atls-2018.pdf>

Baylor Medicine. 2021. Pulmonary Blebs and Bullae. Hakupäivä 17.04.2021. <https://www.bcm.edu/healthcare/specialties/respiratory-lung-care-pulmonology/thoracic-surgery/pulmonary-blebs-and-bullae>

Clemency, Brian M., Tanski, Christopher T., Rosenberg, Michael, May, Paul R., Consiglio, Joseph D. & Lindstrom, Heather A. 2015. Sufficient Catheter Length for Pneumothorax Needle Decompression: A Meta-Analysis. Prehospital and Disaster Medicine 30 (3), 249–253.

Erikoissairaanhoitolaki 1062/1989

Hotus. 2021. Tutkimustiedon hakeminen. Hakupäivä 28.03.2021. <https://www.hotus.fi/tutkimustiedon-hakeminen/>

Jenni Airaksinen 2021. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Hakupäivä 19.04.2021. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/>

Jouni Kurola. 2016. Jänniteilmarinnan hätäkanavointi neulalla. Hakupäivä 1.5.2021

Duodecim kuvatietokanta 2005. Jänniteilmarinnan neulatorakosenteesi. Hakupäivä 28.03.2021. <https://www.kaypahoito.fi/ima01800>

Kananen, Jorma 2015. Opinnäytetyön kirjoittajan opas: näin kirjoitan opinnäytetyön tai pro gradun alusta loppuun. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

Kaserer, Alexander, Stein, Philipp, Simmen, Hans-Peter, Spahn, Donat R. & Neuhaus, Valentin 2017. Failure rate of prehospital chest decompression after severe thoracic trauma. *The American Journal of Emergency Medicine* 35 (3), 469–474.

Klaus Olkkola, Kai Kiviluoma, Teijo Saari, Minna Tallgren, Ari Uusaro & Arvi Yli-Hakala 2021. *Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito*. 4. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Kuisma, Markku, Holmström, Peter, Nurmi, Jouni, Porthan, Kari, Taskinen, Tuomas & Ahlskog-Karhu, Marian 2018. *Ensihoito*. [7. painos]. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Laan, Danuel V., Vu, Trang D. N., Thiels, Cornelius A., Pandian, T. K., Schiller, Henry J., Murad, M. H. & Aho, Johnathon M. 2016. Chest wall thickness and decompression failure: A systematic review and meta-analysis comparing anatomic locations in needle thoracostomy. *Injury* 47 (4), 797–804.

Lesperance, Richard N., Carroll, Colin M., Aden, James K., Young, Jason B. & Nunez, Timothy C. 2018. Failure Rate of Prehospital Needle Decompression for Tension Pneumothorax in Trauma Patients. *The American Surgeon* 84 (11), 1750–1755.

Naarajärvi, Saija, Telkki, Tuomas, Müller, Eduard, Sinivuori, Eila & Lätti, Sole 2019. *Perustason ensihoito*. 1. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Niela-Vilén, Hannakaisa & Hamari, L. 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Turku: Turun Yliopisto, 23–34.

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasa: Vaasan yliopiston julkaisuja. Hakupäivä 28.03.2021. https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Salomaa Eija-Riitta. 2019. Ilmarinta (pneumothorax). Hakupäivä 28.03.2021. <https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00816/ilmarinta-pneumothorax>

Sand, Olav, Sjaastad, Øystein V., Haug, Egil, Toverud, Kari C., Bjålie, Jan G. & Hekkanen, Raila 2012. Ihminen: fysiologia ja anatomia. 9. Helsinki: Sanoma Pro.

Silfvast, Tom, Castrén, Maaret, Kurola, Jouni, Lund, Vesa & Martikainen, Matti 2016. Ensihoito-opas. 8. uudistettu painos. Helsinki: Duodecim.

Sosiaali- ja terveysministeri. 2021. Potilasturvallisuus. Hakupäivä 28.03.2021. <https://stm.fi/potilasturvallisuus>

Stolt, Minna, Axelin, Anna & Suhonen, Riitta 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. 2. korjattu painos. Turku: Turun yliopisto.

Terveyden ja hyvinvoinninlaitos. 2019. Potilasturvallisuus. Hakupäivä 28.03.2021. <https://thl.fi/fi/web/sote-uudistus/palvelujen-tuottaminen/potilasturvallisuus>

Terveydenhuoltolaki 1326/2010

Thomas, Arielle, Wilkinson, K. H., Young, Kevin, Lenz, Timothy & Theobald, Jillian 2020. Complications from Needle Thoracostomy: Penetration of the Myocardium. 1–3.

Tom Silfvast, Sanna Hoppu, Jouni Kurola, Vesa Lund & Matti Martikainen 2020. Ensihoito-opas – uudet toimintaohjeet! Hakupäivä 1.5.2021. <https://www.terveysportti.fi/dtk/aho/koti>

Tutkimuseettinen Neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Hakupäivä 17.04.2021 <https://tenk.fi/fi/tiedetilppi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk>

Valkeapää, Kirsi 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Vaasa: Vaasan yliopiston julkaisuja, 56–79.

Weichenthal, Lori, Crane, Desiree & Rond, Luke 2016. Needle Thoracostomy in the Prehospital Setting: A Retrospective Observational Study. null 20 (3), 399–403.

Wernick, Brian, Hon, Heidi, Mubang, Ronnie, Cipriano, Anthony, Hughes, Ronson, Rankin, Demicha, Evans, David, Burfeind, William, Hoey, Brian, Cipolla, James, Galwankar, Sagar, Papadimos,

Thomas, Stawicki, Stanislaw & Firstenberg, Michael 2015. Complications of needle thoracostomy: A comprehensive clinical review. *Int J Crit Illn Inj Sci* (3), 160–169.