



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Marianne Jokinen, Henna Venäläinen

Tehohoitopotilaan fysioterapia

Fysioterapeuttiset menetelmät hengityslaittehoidosta
vieroittamisen tukena

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti (AMK)

Fysioterapian tutkinto-ohjelma

24.4.2021

Tekijät Otsikko	Marianne Jokinen, Henna Venäläinen Tehohoito potilaan fysioterapia Fysioterapeuttiset menetelmät hengityslaitteidosta vieroittamisen tukena
Sivumäärä Aika	37 sivua Kevät 2021
Tutkinto	Fysioterapeutti (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Fysioterapian tutkinto-ohjelma
Ohjaajat	Fysioterapian yliopettaja Anu Valtonen Fysioterapian lehtori Leena Piironen
<p>Teho-osastoilla hoidetaan kriittisesti sairaita potilaita. Yleinen syy tehohoidolle on vakavista sairauksista ja tiloista aiheutuva hengitysvajaus, jota hoidetaan usein hengityslaitteella. Nopea vieroittaminen hengityslaitteesta on kuitenkin tärkeää, sillä hoidon pitkittyminen altistaa potilaan hengityslaitteeseen liittyville komplikaatioille. Tehohoidossa fysioterapeuttiset menetelmät ovat osa potilaan moniammatillista hoitoa ja kuntoutusta, joilla pyritään muun muassa säilyttämään potilaan toimintakyky, ennaltaehkäisemään tehohoitoon liittyviä komplikaatioita ja lyhentämään hoitopäiviä sekä parantamaan hoidon jälkeistä elämänlaatua.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kirjallisuuskatsauksen elementtejä mukaillen selvittää, mitä fysioterapeuttisia menetelmiä käytetään hengityslaitteidosta vieroittamisen tukena. Lisäksi tarkoituksena oli selvittää menetelmien käyttö silloin, kun hengityslaittehoito on pitkittynyt. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Jorvin sairaalan fysioterapian osasto. Opinnäytetyön tavoitteena oli koota uusimpaan tutkimukseen pohjautuvaa tietoa osaston toiminnan kehittämiseen. Lisäksi tiedosta hyötyvät muut ammattilaiset. Kirjallisuushaku suoritettiin marraskuussa 2020 PubMed- ja Cinahl- tietokantoihin. Kirjallisuushaun myötä opinnäytetyöhön valittiin yhteensä 13 vertaisarvioitua tutkimusta, jotka käsittelevät fysioterapeuttisten menetelmien vaikutuksia hengityslaitteidosta vieroittamisessa.</p> <p>Tuloksista ilmeni, että varhaisella mobilisaatiolla on mahdollista lyhentää hengityslaitteidosta vieroittamisen kestoa. Yhä parempia tuloksia saadaan potilaan toiminnalliseen tasoon perustuvalla harjoittelun annostelulla. Sisäänhengityslihasten harjoittelulla voitaneen lyhentää vieroituksen kestoa, mutta tuloksissa on ristiriitaisuutta. Toiminnallinen sähköstimulaatio sen sijaan voi olla hyvä vaihtoehto potilaille, jotka ovat liian heikkokuntoisia osallistumaan harjoitteluun. Puristusvoimamittauksilla todettiin olevan yhteys vieroituksen lopputuloksen ennustamisessa.</p> <p>Tulosten perusteella voidaan todeta, että tutkimukset eri menetelmistä hengityslaitteidosta vieroittamisessa ovat keskittyneet harjoittelun intensiteetin ja frekvenssin tarkasteluun. Harjoittelun annostelulla vaikuttaisi olevan merkitystä hengityslaitteidosta vieroittamisessa. Myös akuutisti sairaiden tehohoito potilaiden ja pitkittynyttä hengityslaittehoitoa saavien potilaiden fysioterapian tulisi olla erilaista. Tulevaisuudessa olisi hyödyllistä selvittää fysioterapeuttisten menetelmien käytön yhteneväisyyksiä ja eroavaisuuksia Suomen teho-osastoilla sekä koostaa tutkittua tietoa kirjallisten työohjeiden muotoon fysioterapian yhtenäistämiseksi.</p>	
Avainsanat	Tehohoito, fysioterapia, hengityslaittehoito

Authors Title	Marianne Jokinen, Henna Venäläinen Physiotherapy for Intensive Care Patients Physiotherapeutic Interventions for Weaning from Mechanical Ventilator
Number of Pages Date	37 pages Spring 2021
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Specialisation option	Physiotherapy
Instructors	Anu Valtonen, Principal Lecturer Leena Piironen, Senior Lecturer
<p>Intensive care units treat critically ill patients. A common cause of intensive care is respiratory failure due to serious illnesses and conditions which are often treated with a mechanical ventilator. Prolonged treatment exposes the patient to respiratory complications, due to which quick weaning from the ventilator is important. Physiotherapy in intensive care is part of interprofessional cooperation and consists of interventions that aim, among other things, to maintain the patient's functional capacity and to prevent intensive care related complications.</p> <p>This thesis was commissioned by the physiotherapy department of Jorvi Hospital. The aim of this thesis was to summarize the latest research in physiotherapy interventions for weaning from a ventilator, and to identify patients at risk of prolonged mechanical ventilation. The literature search was conducted in November 2020 through the PubMed and Cinahl databases. A total of 13 peer-reviewed studies were selected for this thesis.</p> <p>The results show that early mobilisation may reduce mechanical ventilation time. However better results can be achieved when the intervention is based on the patient's functional level. Inspiratory muscle training may shorten weaning time, but the results are conflicting. For patients that are too weak to exercise, functional electrical stimulation could be an option. Handgrip strength was found to be related to predicting the outcome of weaning.</p> <p>The results lead to the conclusion that studies are mainly focused on examining the intensity and frequency of training, which appears to affect weaning from mechanical ventilation. In the future, it would be useful to study similarities and differences in physiotherapy interventions used in Finnish intensive care units, and to compile evidence-based information in the form of written work instructions to unify practices in the field.</p>	
Keywords	Intensive care, weaning, physiotherapy

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet	3
3	Tehohoito, hengitysvajaus ja hengityslaitehoito	5
3.1	Hengitysvajaus	6
3.2	Hengityslaitehoito ja siitä vieroittuminen	7
3.3	Hengityslaitehoidon pitkittyminen	8
4	Tehohoitopotilaan fysioterapia	9
4.1	Asentohoito	9
4.2	Varhainen mobilisaatio	10
4.3	Aerobinen harjoittelu ja voimaharjoittelu	11
4.4	Hengitysterveyden tukeminen	11
5	Opinnäytetyön toteutus	14
6	Kirjallisuuskatsauksen tulokset	22
7	Lopuksi	29
	Lähteet	32

1 Johdanto

Teho-osastoilla hoidetaan kriittisesti sairaita potilaita, joilla on tilapäiseksi arvioitu peruselintoiminnan häiriö, ja heistä noin 65 % saa hengityslaittehoitoa (Reinikainen & Varpula 2018: 162). Suomen teho-osastoilla on noin 300 potilaspaikkaa ja 150–200 tehovalvontapaikkaa (Toikkanen & Keränen 2020: 795). Jukaraisen ym. (2020) tutkimuksen mukaan tehohoidosta koituvat keskimääräiset kustannukset kolmen vuoden seuranta-ajalta olivat 44517 € potilasta kohden ja varsinaisen tehohoitojakson osuus on 21 % tästä summasta. (Jukarainen ym. 2020: 575–576.) Tyypillisesti tehohoitojakso kestää noin kolme vuorokautta (Reinikainen & Varpula 2018: 162). Suuri osa tehohoidon kustannuksista koostuu kuitenkin 10 %:n potilasjoukosta, joilla tehohoito pitkittyy yli 5 vuorokautta kestäväksi, ja heidän hoitopäivänsä muodostavat 47 % kaikista tehohoitopäivistä (Parviainen 2003: 165, 167).

Tässä opinnäytetyössä selvitetään fysioterapeuttisia menetelmiä hengityslaittehoidosta vieroittamisen tukena. Vieroittamisella tarkoitetaan prosessia, jossa potilas irrotetaan hengityslaitteesta ja hänen tulisi voida hengittää itsenäisesti (Worraphan ym. 2020: 2002). Potilaan nopea vieroittaminen hengityslaittehoidosta on tärkeää, sillä hengityslaittehoidon pitkittyminen altistaa potilaan komplikaatioille, kuten hengityslaittehoitoon liittyvälle keuhkokuumeelle ja hengitystietraumalle. Hengityslaittehoidon pitkittyminen myös lisää kuolleisuutta. (Cork ym. 2019: 1793.) Lisäksi joka neljännelle yli 5–7 vuorokautta tehohoitoa saaneelle potilaalle kehittyy tehohoitoon liittyvä yleinen tuki- ja liikuntaelimsitön heikkous ICUAW (Niittyvuopio & Pikkupeura 2017: 276). ICUAW muun muassa nostaa re-intubaation ja trakeostomian riskiä, pidentää tehohoidon kestoa ja vaikuttaa potilaiden tehohoidon jälkeiseen elämänlaatuun heikentävästi (Eggmann ym. 2016: 403). Sekä Moodie ym. (2011) että Varpula ja Valta (2003) toteavat, että 40 %:a hengitysvaikeuksien hoitoon käytetyistä päivistä menevät hengityslaittehoidosta vieroittumiseen (Moodie & Reeve & Elkins 2011: 213; Varpula & Valta 2003: 1541).

Aikaisemmissa opinnäytetöissä kuntoutusta tehohoidossa on tarkasteltu muun muassa kuntouttavan hoitotyön näkökulmasta, mutta fysioterapeuttien toimenkuva tehohoitoympäristössä on jäänyt pienemmälle huomiolle. Opinnäytetyöllä pyritäänkin vastaamaan työelämän tarpeeseen selvittämällä tuoretta tutkittua tietoa fysioterapeuttisista menetelmistä tehohoidossa. Myös COVID-19-pandemia on lisännyt tehohoidon tarvetta, jonka

myötä kiinnostus tehohoitopotilaiden kuntoutumista kohtaan on kasvanut, tehden opinnäytetyöstä ajankohtaisen (Suomen Fysioterapeutit 2020). COVID-19-potilaiden tehohoitajaksot ovatkin normaalia pidemmät. Suomessa COVID-19-potilaiden tehohoitajaksien keskimääräisen pituuden ollessa 14 vuorokautta ja 12 %:lla potilaista jopa 30 vuorokautta. (Kattainen ym. 2020.)

Tehohoidossa fysioterapialla pyritään ennaltaehkäisemään mm. pitkän vuodelevon aiheuttamat haitat, kuten lihasheikkous, neuropatiat ja parantamaan hengitys- ja verenkierron toimintaa sekä lyhentämään hengityslaittehoitoa ja tehohoidon kestoa (Lai ym. 2016: 931–932). Interventioiden tulee olla turvallisia ja toteutettavissa tehohoitoympäristössä (Connolly ym. 2019: 818). Fysioterapiassa keskeisiä käytettyjä menetelmiä tehohoitoympäristössä ovat muun muassa varhainen mobilisaatio ja hengitysterveyden ylläpito (Jang & Shin & Shin 2019: 1).

Interventioiden sisältö ja termistö ei ole vakiintunutta. Tässä opinnäytetyössä hengitysterveyden ylläpidolla tarkoitetaan menetelmiä, joilla tavoitellaan esimerkiksi eritteiden poistamista hengitysteistä ja hengitystoiminnan parantamista. Opinnäytetyössä puhutaan tehohoitopotilaista yhtenä potilasryhmänä. Tähän ryhmään laskettiin kuuluvaksi potilaat, jotka ovat saaneet tehohoidossa invasiivista hengityslaittehoitoa. Heidän tehohoitotarpeensa on saattanut väistyä, mutta hengityslaittehoito jatkaa jatkohoidossa.

Opinnäytetyön toimeksianto on saatu Jorvin sairaalan fysioterapiaoasastolta. Opinnäytetyö toteutetaan kirjallisuuskatsauksen menetelmiä mukaillen tarkastellen fysioterapeuttisia menetelmiä ja niiden vaikutuksia potilaan vieroittumiseen hengityslaittehoitosta. Työn menetelmäksi valittiin kirjallisuuskatsaus, sillä uusinta tutkittua tietoa haluttiin koota yhteen. Opinnäytetyössä käsitellään aluksi työn tavoitteita ja tarkoitusta. Myöhemmin tarkastellaan kirjallisuuteen pohjautuen fysioterapeuttisia menetelmiä tehohoitoympäristössä ja kootaan kirjallisuuskatsauksen menetelmin tutkittua tietoa eri fysioterapeuttisten menetelmien vaikutuksista hengityslaittehoitosta vieroittumisessa. Lopuksi pohditaan opinnäytetyön tavoitteiden täyttymistä sekä esitetään ideoita jatkotutkimuksille.

2 Opinnäytetyön tarkoitus ja tavoitteet

Fysioterapeuttisten menetelmien ja käytäntöjen selvittäminen tehohoitopotilaiden kuntouttamiseksi vastaa työelämän kehittämistarpeisiin tarjoten fysioterapeuteille ajanmukaista ja näyttöön perustuvaa tietoa tehohoitopotilaan fysioterapiasta. Opinnäytetyö mahdollistaa myös tekijöiden monialaista oppimista mm. tehohoidon osalta ja tukee ammatillista kehittymistä auttamalla hahmottamaan fysioterapeutin toimenkuvaa sairaalan moniammatillisen tiimin osana.

Opinnäytetyön idea lähti kiinnostuksesta hengitysterveyden edistämisen mahdollisuuksista ja Jorvin sairaalan fysioterapiaosaston tarpeista kehittää tehohoitopotilaiden fysioterapiaa yksikössään. Opinnäytetyön tavoitteena on koota uusimpaan tutkimukseen pohjautuvaa tietoa osaston toiminnan kehittämiseksi. Opinnäytetyön tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi työohjeiden laatimiseen ja tehohoitopotilaiden fysioterapian suunnittelun apuna. Tehohoitopotilaan fysioterapia on aihealueeltaan laaja ja aihetta voidaan tarkastella useasta eri näkökulmasta. Varpulan ja Vallan (2003) mukaan hengityslaittehoito toteuttamistavalla on potilaan ennusteen kannalta merkitystä ja kuntoutusvaiheeseen tarvitaan lisäpanostusta potilaiden elämänlaadun parantamiseksi (Varpula & Valta 2003: 1537–1541).

Alustavilla kirjallisuushauilla selvisi, että tehohoitopotilaan fysioterapiasta on tehty useita tutkimuksia ja ne ovat pääasiassa keskittyneet sisäänhengitysilhasten vahvistamiseen ja varhaisen mobilisoinnin menetelmiin. Tulokset ovat osittain ristiriitaisia, ja tarve uusille tutkimuksille on olemassa. Alustavien kirjallisuushakujen ja kirjallisuuteen perehtymisen perusteella opinnäytetyön aihe rajattiin koskemaan hengityslaittehoitosta vieroittumista. Aiheen jäsentämiseen saatiin apua myös Jorvin sairaalan fysioterapian osaston fysioterapeuteilta ja tehohoidon ylilääkäri Tero Varpulalta.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää kirjallisuuskatsauksen elementtejä mukaillen, mitä fysioterapeuttisia menetelmiä viimeaikainen kirjallisuus esittää tehohoitopotilaan hengityslaittehoitoa vieroittamisen tukemiseksi. Opinnäytetyön pääkysymykseksi hahmottui: Mitä fysioterapeuttisia menetelmiä käytetään hengityslaittehoitosta vieroittamisen tukemiseksi? Alakysymykset ovat: Mitkä ovat fysioterapeuttiset menetelmät potilaan

hoidossa, jonka hengityslaitehoito on pitkittynyt, ja mistä tunnistaa potilaat, joilla on riski hengityslaitehoidon pitkittymiselle.

3 Tehohoito, hengitysvajaus ja hengityslaittehoito

Jotta fysioterapeuttiset menetelmät tehohoitopotilaille olisivat tehokkaita ja turvallisia to-
teuttaa, on hengityselimistön ja sen toiminnan tunteminen tärkeää (Mitchell & Nippins
2020: 57). Hengitystiet jaetaan ylähengitysteihin, joihin kuuluvat nenäontelot, suuntelo
ja nielu sekä alahengitysteihin, joihin kuuluvat kurkunpää, henkitorvi, keuhkoputket ja
ilmatiehyet. Rintakehän suojassa rintaontelossa sijaitsevat keuhkot. Oikea keuhko ja-
kautuu kolmeen lohkoon ja edelleen kymmeneen jaokkeeseen ja vasen kahteen lohkoon
ja kahdeksaan jaokkeeseen. (Rautiainen & Ala-Kokko 2018a; Sand & Sjaastad & Haug
& Bjålie & Toverud 2011: 356–358, 361–362.) Keuhkojaokkeet ovat toiminnallisesti ja
anatomisesti itsenäisiä yksiköitä, joilla on oma verenkierto ja keuhkoputket. Keuhkojaok-
keiden anatominen tuntemus auttaa suunnittelemaan mm. asentohoitoja paremmin.
(Jones & Harvey & Main 2016: 6–7.)

Sisään- ja uloshengityksen normaali ajallinen suhde on 1:2, sisäänhengityksen ollessa
lyhyempi. Hengitystaajuuden lisääntyessä lyhenee uloshengitys suhteessa enemmän.
(Rautiainen & Ala-Kokko 2018a.) Hengitystä säätelevät hermostolliset, kemialliset ja ei
kemialliset mekanismit (Mitchell & Nippins 2020: 57). Hengitykseen eli respiraatioon kuu-
luu keuhkotuuletus, kaasujenvaihto ilman ja veren välillä, kaasujen kuljetus veressä ja
kaasujen vaihto veren ja kudosten välillä (Jones ym. 2016: 2–3). Ventilaatio perustuu
paine-erojen tasoittumiseen, jossa ilma siirtyy korkeamman paineen puolelta matalan
paineen puolelle. Hengityslihasten toiminta saa aikaan keuhkojen laajenemisen ja supis-
tumisen ja tämän myötä paineenvaihtelut. Levossa uloshengitys tapahtuu passiivisesti.
(Sand ym.2011: 236–264, 362–363.)

Taulukko 1. Hengityslihakset Mitchellä ja Nippinsiä 2020: 58 mukaillen.

Pääasialliset sisäänhengityslihakset	Diaphragma, mm. intercostales externi
Avustavat sisäänhengityslihakset	M. trapezius, m. sternocleidomastoideus, mm. scalenii, m. pectoralis major, m. pectoralis minor, m. serratus anterior ja m. latissimus dorsi
Pääasialliset uloshengityslihakset	Mm. intercostales interni, m. rectus abdominis, m. obliquus externus abdominis ja m. obliquus internus abdominis
Avustavat uloshengityslihakset	M. latissimus dorsi, m. serratus posterior

Pallean alaspäin suuntautuva liikehdintä sisään hengittäessä vastaa n. 75 %:a rintakehän tilavuuden muutoksesta. Kylkiluulihakset, jotka liikuttavat kylkiluita ylös- ja ulospäin vastaavat lopusta 25 %:sta. Apuhengityslihakset m. sternocleidomastoideus ja m. scalenus aktivoituvat silloin, kun hengitystyö lisääntyy esimerkiksi hengästyessä. (Aittomäki 2020.)

3.1 Hengitysvajaus

Hapenkäytön yhteydessä tuotetaan aineenvaihdunnan jätettä mm. hiilidioksidia, joka on myrkyllistä, jos sitä kertyy elimistöön (Jones ym. 2016: 2). Keuhkotuuletuksen avulla pyritään pitämään valtimoveren happi, hiilidioksidi ja vetyionien pitoisuudet normaalitasolla. Valtimoveren suurentunut $p\text{CO}_2$ aiheuttaa hengityksen tihentymisen ja syvenemisen. Happiosapaineen $p\text{O}_2$:n lasku on kriisimekanismi ja aiheuttaa vasta radikaalisti laskiessaan (esimerkiksi hengitysvajauksen yhteydessä) keuhkotuuletuksen lisääntymistä, jolloin keuhkorakkuloihin virtaa enemmän happea (Mitchell & Nippins 2020: 57–58.) Hengitysvajauksessa onkin yleensä kyse kaasujenvaihdon häiriöstä, jossa happi ja hiilidioksidi eivät vaihdu normaalisti ulkoilman ja verenkierron välillä (Brander & Varpula 2014).

Tarve tehohoidolle johtuu tavallisimmin hengitysvajauksesta tai hoidon pitkittymisestä aiheutuneesta elintoimintahäiriöstä. Vaikka 80 %:lla tehohoidon potilaista on hengitysvajaus, se ei ole varsinaisesti itsenäinen sairaus vaan, seurausta vakavista sairauksista ja tiloista. (Varpula & Valta 2003.) Hengitysvajaus voidaan karkeasti jakaa kolmeen patofysiologialtaan erilaiseen tilaan: äkillinen ventilaatiovajaus, äkillinen alveolitason kaasujenvaihtohäiriö ja kroonisten keuhkosairauksien pahenemisvaihe (Rautiainen & Alakokko 2018d).

Äkilliseen ventilaatiovajaukseen voi johtaa riittämätön minuuttiventilaatio, jonka heikkenemistä voi aiheuttaa mm. hengityslihakvoiman heikkous, keskushermoston toimintahäiriöt, rintakehän ja keuhkojen vammat ja sairaudet sekä sairauksiin kuten infektioihin liittyvä aineenvaihdunnan kiihtyminen, joka lisää hiilidioksidin tuotantoa. (Rautiainen & Alakokko 2018b.) Häiriö ventilaatiossa johtaa hiilidioksidin kertymiseen kohottaen valtimoveren hiilidioksidiosapainetta. Akuutti ventilaatiovajaus ja hiilidioksidin kertyminen aiheuttaa respiratorisen asidoosin eli elimistön happamuuden lisääntymisen. (Brander & Varpula 2014.) Alveoli-ilman kohonnut hiilidioksidiosapaine laskee alveoli-ilman happiosapainetta. Hapenpuute aiheutuukin kaasujenvaihtohäiriöstä keuhkorakkuloissa ja tätä

kutsutaan hypoksemiaksi. (Rautiainen & Ala-Kokko 2018b.) Äkillisestä hengitysvajausoireyhtymästä (ARDS) toipuneiden potilaiden keuhkojen toiminta miltei normalisoituu 6–12 kuukaudessa, mutta heidän elämänlaatunsa on usein tyydyttävällä tasolla lihaskipujen, liikerajoitusten, huonon suorituskyvyn ja mahdollisen masennuksen vuoksi. (Varpula & Valta 2003: 1541.)

3.2 Hengityslaitehoito ja siitä vieroittuminen

Yleinen tehohoidossa annettava hoito on hengitysvajauksen hoito hengityskoneessa (Walter & Corbridge & Singer 2018: 746). Hengityslaitehoito jaetaan yleisesti kahteen osaan, invasiiviseen ja noninvasiiviseen (Collins & Paz 2020: 409–410; Walter ym. 2018: 476.) Noninvasiivinen ventilointi (NIV) on hengityksen avustamista ilman tekoilmätietä. Invasiivisessa hengityslaitehoidossa sen sijaan hengitystä avustetaan tekoilmätien avulla ventilaattorissa eli hengityskoneessa (Brander & Varpula 2014; Walter ym. 2018: 476–477.) Hengityslaitehoito on epäfysiologinen tapahtuma ja spontaanihengitys on aina tavoiteltava hengitystapa. Spontaanihengityksen mahdollistaminen osittainkin hengityslaitehoidon aikana on eduksi, sillä kaasujen ja verenkierron jakautuminen keuhkoissa muuttuu hengityslaitehoidon ja makuuasennon myötä. Normaalisti sisäänhengityksessä rintaontelon paine on negatiivinen. Sen sijaan hengityslaitehoidossa rintaontelon paine on positiivinen ja ilma pakotetaan keuhkoihin ja rintaonteloon. (Rautiainen & Ala-Kokko 2018c.)

Ventilaatiotuen vähentäminen asteittain tai spontaanihengityskokeet ovat tavallisimmat keinot mekaanisen ventilaation lopettamiselle. Spontaanihengityskokeen perusteella voidaan harkita ekstubaatiota eli hengityspotken poistoa. Perustaudin korjaantuminen sellaiselle tasolle, että hengitystukea voidaan asteittain pienentää, on kuitenkin edellytys vieroitukselle. (Varpula & Valta 2003.) Sekä Moodie ym. (2011) että Varpula ja Valta (2003) toteavat, että 40 %:a hengitysvajauksen hoitoon käytetyistä päivistä on hengityslaitehoidosta vieroittumiseen käytettäviä hoitopäiviä (Moodie & Reeve & Elkins 2011: 213; Varpula & Valta 2003: 1541). Sprague ja Hopkins (2003) toteavat potilaan onnistuneen ventilaatiosta vieroittumisessa, kun hengittäminen on onnistunut ilman avustusta vähintään 48 tunnin ajan (Sprague & Hopkins 2003). Vieroituksen epäonnistuminen sen

sijaan voi johtaa pidentyneeseen hengityslaittehoitoon, johon liittyy kohonnut sairaalabakteerien riski, hengitysteiden trauma sekä lihasheikkoutta raajoissa ja hengityslihak-sissa. (Moodie ym. 2011: 213).

3.3 Hengityslaittehoidon pitkittyminen

Yleinen oire tehohoidossa on lihasheikkous, joka on pitkittyneen hengityslaittehoidon syy ja seuraus (Moodie ym. 2011: 213; Toppila & Karlsson 2017: 205). Tehohoidon alussa lihasheikkous selittyy usein potilaan perussairauden kuten mm. sepsiksen aiheuttamista keskushermostovaikutuksista (Salmi 1999). Kuitenkin kahden viikon tehohoidon jälkeen jopa 40 %:lla potilaista kehittyy tehohoitopolyneuropatia (CIP) tai -myopatia (CIM), usein nämä kaksi ilmenevät yhdessä (CIMP). CIMP on äkillisesti kehittyvä ääreishermostojen vaurio, joka aiheuttaa raajavelttoutta ja hengityshalvausta. CIMP kehittyy äkillisesti päi-vissä, mutta korjaantuu yleensä kuukausien kuluessa, eikä välttämättä huononna poti-laan ennustetta itsestään, mutta pidentää hengityslaittehoidon tarvetta. (Hermans ym. 2014; Salmi 1999.)

ICUAW (*intensive care acquired weakness*) on yleisin tehohoidosta toipumista heiken-tävä vaiva, joka koskee joka neljättä yli 5–7 vuorokautta hengityslaittehoitoa saanutta te-hohoitopotilasta. ICUAW:lla tarkoitetaan tehohoitajakson aikana kehittyvää tuki- ja liikun-taelimistön sekä hengityselimistön yleistä lihasheikkoutta. (Niittyvuopio & Pikkupou-ra 2017: 276.)

4 Tehohoitopotilaan fysioterapia

Tehohoidossa fysioterapian tulisi aina olla osa moniammatillista toimintaa (Blomster ym. 2001: 109—111). Moniammatillinen työ on tiimityötä, jossa jäsenet ovat toisistaan riippuvaisia ja heidän taitonsa täydentävät toisiaan (Jeglinsky-Kankainen & Kukkonen 2016). Etenkin tehohoidossa moniammatillinen toiminta on suuressa roolissa potilaan laadukkaan hoidon takaamiseksi (Uusaro 2020). Moniammatillinen tiimi koostuu eri alojen ammattilaisista tehohoitoympäristössä. Tiimi on yhteisesti vastuussa hoidettavasta potilaasta huomioon ottaen potilasturvallisuuden sekä hoidon laadun. Moniammatillisessa työskentelyssä korostuu myös tärkeät ei- tekniset taidot kuten johtajuus ja kommunikointi. (Hyvämäki & Vanhanen 2017.) Tärkeä tekijä tehohoitopotilaan fysioterapiassa onkin hoitotavoitteiden ja suunnitelmien jakaminen muiden ammattilaisten kesken sekä kuntouttavan työotteen ja kulttuurin omaksuminen (Jang ym. 2019: 4–5).

Tehohoidon aikana toteutettavat fysioterapeuttiset menetelmät ovat interventioita, jotka pyrkivät säilyttämään potilaan toimintakyvyn tavoilla, jotka ovat turvallisia ja toteutettavissa tehohoitoympäristössä (Connolly ym. 2019: 818). Fyysisellä harjoittelulla kuten varhaisella mobilisaatiolla pyritään ehkäisemään lihasheikkoutta (Jang ym. 2019: 1, 5). Lihaksia vahvistavat harjoitukset ovat osaltaan myös hengitystä parantavia menetelmiä (Chen ym. 2019: 263). Varhaisen mobilisaation lisäksi hengitysterveyden tukeminen on osa tehohoidossa toteutettavia fysioterapeuttisia menetelmiä. Menetelmissä tavoitellaan mm. hengitysteiden eritteiden poistamista ja hengitystoiminnan parantamista. Tehohoidon jälkeinen kotiutuminen voi olla merkittävästi nopeampaa, mitä aikaisemmassa vaiheessa tehohoitoa lähdetään liikkeelle. Varhaisen mobilisaation on todettu olevan turvallista ja toteutettavissa myös hengityslaittehoitoa saavilla potilailla. Potilaan yleiskuntoa tulee kuitenkin tarkkailla terapian aikana. Huomioon tulisi ottaa mm. verenpaine, happisaturaatio ja kaatumisten ehkäisy. (Jang ym. 2019: 4–5.)

4.1 Asentohoito

Asentohoitoa tulisi toteuttaa, jotta tehohoitopotilaan keuhkot pääsevät tuulettumaan riittävästi (Blomster ym. 2001: 109). Asentohoidoilla vaikutetaankin ventilaation ja perfuusion jakautumiseen keuhkoissa. Selinmakuulla spontaanihengityksessä pallean toi-

minta mahdollistaa hengitysilman suuntautumisen keuhkojen ala- ja takaosiin painovoiman mukaisesti. Hengityslaittehdossa sen sijaan sisäänhengitysilma kulkee pienimmän vastuksen suuntaan eli tässä tapauksessa keuhkojen ylä- ja etuosiin. Tämä voi pahentaa hypoksemiaa tai lisätä hukkaventilaatiota. (Rautiainen & Ala-Kokko 2018c.)

Asentohoidoilla voidaan myös ehkäistä nivelten jäykistymistä, hermojen puristumista ja painehaavojen syntyä, mikäli vuodelepo on pitkäaikaista (Jang ym. 2019: 8–9). Asentohoitoina toimivat kylkiasento, istuva asento sekä vatsa-asento. Asentohoidossa potilaan ylävartalo asetetaan 30–45° kulmaan, ellei tähän ilmene kontraindikaatioita. (Uusaro 2017: 35–36). Pystyasentoa voidaan käyttää keuhkotilavuuden lisäämiseksi ja kaasujenvaihdon parantamiseksi. Apuvälineiden kuten kippilautojen avulla voidaan potilas nostaa pystyasentoon, jolloin pystyasentoa pystytään harjoittamaan asteittain. (Jang ym. 2019: 9.)

4.2 Varhainen mobilisaatio

Tehohoitopotilaalle voidaan toteuttaa passiivisia liikeharjoituksia potilaan nivelten ja lihasten liikkuvuuden ylläpitämiseksi. Passiivista harjoittelua käytetään silloin, kun potilas ei itse kykene liikuttamaan liikeratoja läpi. (Blomster ym. 2001: 109–111; Jang ym. 2019: 8.) Lihaskunto on useimmiten tehohoitopotilailla heikkoa, joten on lähdettävä pienin askelin etenemään passiivisista aktiivisiin harjoitteisiin (Blomster ym. 2001: 109–111). Varhainen mobilisaatio koostuu tyypillisesti erilaisista toiminnallisista tehtävistä kuten sängyn laidalla istumisesta, sängystä tuoliin siirtymisestä, seisomaannousuharjoitteista, sängyn vierellä seisomisesta, paikallaan kävelemisestä ja itsenäisesti tai apuvälineitä käyttäen kävelemisestä (Jang ym. 2019: 9–10; Taito ym. 2018: 175).

Alkutaipaleella jo sängyn vierelle nouseminenkin on melko raskas harjoite, jolloin fysioterapeutin on hyvä olla potilaan vieressä ja tukena kannustamassa häntä liikkumaan. Liikkumisen hyödyt kerrotaan niin potilaalle kuin hänen omaisilleen. (Blomster ym. 2001: 109–111.) Connolly ym. (2019) totesivat tutkimuksessaan, että fyysisen aktiivisuuden lisääminen on potilaille hyödyksi. Heidän mukaansa fyysisen aktiivisuuden tasoja tulisi tehohoitopotilailla nostaa (Connolly ym. 2019: 821.)

4.3 Aerobinen harjoittelu ja voimaharjoittelu

Tehohoitopotilaat voivat tehdä myös aerobista harjoittelua ja lihasvoimaharjoittelua. Lihasvoimaharjoittelua voidaan toteuttaa esimerkiksi kuminauhaharjoitteilla. Aerobista liiketarjoittelua voidaan toteuttaa passiivisella tai aktiivisella polkuharjoittelulla, joka ylläpitää myös raajojen liikeratoja. (Jang ym 2019: 10.) Nickels ym. (2020) totesivat tehohoitosten vuodepotilaiden polkemisharjoittelun olevan turvallista ja toteutettavissa (Nickels ym. 2020). Polkuharjoittelua voidaan toteuttaa myös sedatoiduilla vuodepotilailla. Polkuharjoitteluun voidaan lisätä vastusta, jolloin sillä voidaan harjoitella lihasvoimaa esimerkiksi ylä- tai alaraajoihin. (Jang ym. 2019: 10).

Vuodelevossa olevien potilaiden harjoittaminen jää usein alhaiselle kuormittavuustasolle. Medrinal ym. (2018) vertasivat raajojen passiivisen liikuttelun, passiivisen polkemisharjoittelun ja quadriceps-lihasten sähköisen stimulaation sekä passiivisen polkemisharjoitteen yhdistelmän vaikutuksia sydämen minuuttitilavuuteen. Vain passiivisen polkemisharjoitteen yhdistäminen lihasten sähköiseen stimulaatioon lisäsi sydämen minuuttitilavuutta ja tuotti riittävän voimakasta lihastyötä. (Medrinal ym. 2018.) Elektronista sähköstimulaatiota voidaankin käyttää samanaikaisesti polkuharjoittelun aikana (Jang ym. 2019: 9). Elektroninen sähköstimulaatio luo sähköisiä ärsykejä, jotka laukaisevat lihaspistuksen ja sitä voidaan käyttää lihasmassan ja lihasvoiman ylläpitoon tai palauttamiseen esimerkiksi pitkäaikaisen liikkumattomuuden aikana. Sähköstimulaatio voi myös parantaa verenkiertoa. (Chen ym. 2019: 263; Jang ym. 2019: 9.)

4.4 Hengitysterveyden tukeminen

Tehohoidossa hengitysterveyden tukemisen tavoitteena on potilaan spontaanin hengityksen palauttaminen puhdistamalla hengitystiet eritteistä, optimoimalla ilmanvaihto ja hapetus sekä vähentämällä hengityksen kuormittavuutta. Hengitysteiden puhdistamisen tavoitteena on myös estää atelektaasiksi kutsutun tilan ja keuhkokuumeen syntymistä sekä riippuvuutta hengityslaitteesta. (Jang ym. 2019: 8.) Riittävän keuhkoventilaation ylläpitoon voidaan hyödyntää vastapainepuhalluksia (PEP) sekä potilaan yskittämistä (Volsko 2013: 1670). Erilaisten hengitystekniikoiden kuten hengityksen ohjaamisen ja rentouttamisen, rintakehähengityksen ja huffauksen ohjaaminen voi myös olla tarpeen (Draper & Ritson 2020: 108–109; Volsko 2013: 1670).

Yskimiskonetta käytetään liiallisen eritteen poistamiseksi potilailta, joilla on esimerkiksi neuromuskulaarisia heikkouksia (Jang ym. 2019: 7). Menetelmä toimii samoin kuin yskiminen perinteisessä muodossa. Keuhkot täytetään positiivisella paineella, jotta tilavuus kasvaa suuremmaksi. Tämän jälkeen alipaine kohdistetaan nopeasti aikaansaaden yskä. Kyseisellä menetelmällä voidaan myös ylläpitää esimerkiksi rintakehän liikkuvuutta. (Volsko 2013: 1670.)

Hengitysterveyttä voidaan tukea useilla eri menetelmillä, joista käytetään kirjallisuuslähteissä eri termejä. Hengityslaittehoitoa saavien potilaiden osalta näitä menetelmiä ovat muun muassa manuaalinen ventilaatio, asentotyhjennushoidot, rintakehän täristelyt ja taputtelut (perkuusio) sekä liman imut. Menetelmien avulla pyritään estämään esimerkiksi hengityslaittehoitoon liittyvä keuhkokuume edistämällä hengitysteiden puhtaana pysymistä kuten liman irtoamista. (Spapen & De Regt & Honoré 2017: E44.) Manuaalisella ventilaatiolla voidaan estää keuhkoja lyyhistymästä kasaan sekä jo lyyhistyneiden alveolien uudelleen laajentumista parantamalla kaasujenvaihtoa. Rintakehän taputtelussa kuppimaiseksi asetetuilla kämmenillä taputellaan manuaalisesti potilaan selkään. Menetelmän tarkoituksena on puhdistaa keuhkorakkuloita eritteestä. Taputtelun aiheuttama tärinä yhdistettynä uloshengitykseen voi parantaa uloshengityksen huippuvirtausta jopa 50 %:lla. (Jang ym. 2019: 7.)

High-frequency chest wall oscillation (HFCWO) on apuvälineen avulla suoritettava fysioterapeuttinen menetelmä, jota käytetään perinteisesti tehohoitoympäristön ulkopuolella. Menetelmässä potilaalle puetaan rintakehän ympärille liivi, joka aaltoilevasti puristaa ja rentouttaa rintakehää simuloiden ”pientä yskäisyä” ja avustaen näin ilmäteiden eritteiden irtoamisessa. Chuang ym. (2017) tutkivat menetelmän käytettävyyttä tehohoitopotilaille ja totesivat, että liivi vaikuttaa hengitysmalliin ja happisaturaatioon, mutta ei hengityslaitteen laiteasetuksiin. Liivin käyttöä olisikin täten mahdollista laajentaa myös pneumoniaa sairastavien tehohoitopotilaiden käyttöön. (Chuang 2017.)

Yksi tehohoidossa toteutettavista hengityslihasten voimaa parantavista fysioterapeuttisista menetelmistä on sisäänhengityslihasten harjoittelu. Sisäänhengitysliaharjoittelulla pyritään parantamaan niin sisäänhengitys- kuin uloshengitysliahasvoimaa (Jang ym. 2019: 6). Bisset ym. (2020) viittaavat tutkimuksiin, joissa todetaan, että sisäänhengitys-

lihasten harjoittelua (IMT) voidaan toteuttaa tehohoitopotilailla joko säätämällä hengityslaitteen asetuksia tai käyttämällä mekaanista jousikuormitteista yksisuuntaista venttiiliä (Treshold-laite). (Bisset ym. 2020.)

Bisset ym. (2020) suosittavat laitteen sopivaksi vastukseksi 30 %:n maksimaalisesta hengityspaineesta. Tässä lähestymistavassa potilas poistetaan hetkellisesti ventilaattorista, jolloin sisäänhengityslihaksia harjoittava laite liitetään hengitysenttiin läpi. Harjoitteen kuormittavuutta lisätään kierittämällä jouta asteittain tiukemmalle. Laitteen on todettu olevan turvallinen sisäänhengitysliehasharjoittelulle ja haittavaikutukset vähäisiä. (Bisset ym. 2020.) Puolestaan Jangin ym. (2019) tutkimuksen mukaan Treshold- laitteen harjoitusvastus voidaan määrittää esimerkiksi hengityslaitteella mitatun maksimaalisen hengityspaineen (MIP) perusteella. Heidän tutkimuksensa mukaan sopiva asetus on 20 %–50 %:n maksimaalisesta hengityspaineesta. (Jang ym. 2019: 6.)

5 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyössä mukaillaan kirjallisuuskatsauksen elementtejä. Opinnäytetyön taustaineistoksi kerättiin tietoa hengityselimistön fysiologiasta ja anatomiasta sekä tehohoitopotilaan fysioterapeuttisista menetelmistä. Nämä tiedot eivät ole systemoiduilla menetelmillä koottuja. (Mäkelä ym. 1996.) Opinnäytetyössä edettiin vaiheittain aloittaen opinnäytetyön suunnittelulla ja pääkysymyksen määrittämisellä, jota suunnitellessa otettiin huomioon käytettävissä olevat resurssit ja aika sekä pyrittiin rajaamaan aihe riittävän fokuksoiduksi, mutta ei liian suppeaksi. (Niela-Vilén & Hamari 2016: 24–25; Salminen 2011: 4, 9–10.)

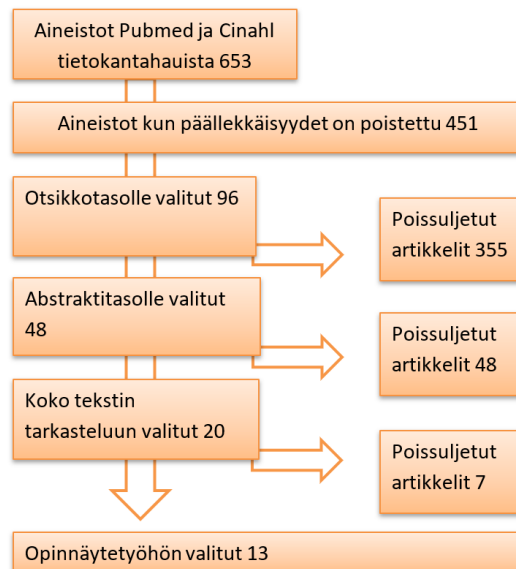
Kirjallisuushaku aloitettiin keskeisten käsitteiden määrittelyllä, joita käytettiin myöhemmin hakusanoina. Tämän jälkeen laadittiin artikkeleille sisäänotto- ja poissulkukriteerit. Sisäänotto- ja poissulkukriteerejä hyödynnettiin otsikkotasolta abstraktitasolle ja myöhemmin kokotekstien tarkastelussa.

Taulukko 2. Sisäänotto- ja poissulkukriteerit

Sisäänottokriteerit	Poissulkukriteerit
Enintään 5 vuotta vanhat tutkimukset (1.1.2015-31.10.2020)	Yli 5 vuotta vanhat tutkimukset
Englanninkieliset tutkimukset	Muut kuin englanninkieliset tutkimukset
Saatavilla koulun ja kirjastojen palveluita hyödyntäen. Tai löydettävissä ilman maksua internetistä.	Maksullinen
Kokonainen tutkimus saatavilla	Vain abstrakti
Yli 18-vuotiaat potilaat	Alle 18-vuotiaat potilaat
Tehohoitoiset invasiivista hengityslaittehoitoa saavat/saaneet potilaat ja jatkohoidossa olevat potilaat, joiden hengityslaittehoito on pitkitynyt.	Pelkästään NIV-hoitoa saaneet potilaat
Tutkimus käsittelee fysioterapian menetelmiä tai fysioterapeutin roolia hengityslaittehoidosta vieroittamisessa.	Hengityslaittehoidosta vieroittamista käsittelevät tutkimukset, jotka eivät sisällä fysioterapeuttisia menetelmiä.

Kirjallisuushaku suoritettiin 28.11.-29.11.20 Cinahl ja PubMed tietokantoja käyttäen. Hakulausekkeiden muotoiluun käytettiin Boolean operaattoreita AND ja OR. OR-operaattorilla yhdistetään toisiinsa samaa tarkoittavat sanat ja AND-operaattorilla eri hakukokonaisuuudet. OR-operaattorilla yhdistetyt sanat laitettiin hakulausekkeissa sulkeisiin. Hakulausekkeista muodostui seuraavat hakusanat ja lausekkeet: *(physical therapy or physiotherapy or rehabilitation) AND weaning from mechanical ventilation, (physiotherapy or physical therapy or rehabilitation or exercise or intervention) AND weaning from mechanical ventilation. (physiotherapist or physical therapy or therapist) AND weaning from mechanical ventilation. (physiotherapy or physical therapy or rehabilitation or exercise or intervention) AND prolonged mechanical ventilation. (“Intensive care unit” OR ICU OR “intensive care” OR “critical care”) AND (“Physical Therapy Techniques” OR “Physical Therapy” OR physiotherapy OR “Exercise therapy” OR “Physical therapy intervention” OR “physiotherapy intervention” OR physiotherapy protocol OR “Physical therapy protocol” OR “physiotherapy method” OR exercise OR training OR rehabilitation) AND “mechanical ventilation” AND (weaning OR liberation)*

Hakutuloksia syntyi yhteensä 653 kappaletta. Otsikkotasaisen tarkastelun jälkeen valittuja tutkimuksia oli 96 kappaletta ja abstraktitasaisen tarkastelun jälkeen niitä oli 48 kappaletta. Kokotekstin tarkasteltuun valittiin mukaan 20 tutkimusta, joista 13 valittiin opinnäytetyöhön mukaan.



Kuvio 1. Aineiston valinnan eteneminen Prisma 2009 Flow diagrammia mukailten (Valkeapää 2016: 62–63).

Molemmat tekijät valitsivat ensin itsenäisesti mukaan valittavat tutkimukset ja tämän jälkeen työskenneltiin yhdessä. Tutkimukset, jotka eivät otsikko- tai abstraktitasolla vastanneet opinnäytetyön pääkysymykseen tai muilta osin eivät täyttäneet sisäänottokriteereitä, jäivät tutkimuksen ulkopuolelle. Aineiston kuvailun rakentuminen alkoi jo aineiston valinnan yhteydessä, eikä aineiston valinta rajoittunut vain hakusanoihin, aikarajauksiin tai menetelmällisiin samankaltaisuuksiin. Aineiston valinnassa kiinnitettiin huomiota mm. siihen, kuinka hyvin ne vastaavat, täsmentävät ja jäsentävät opinnäytetyön pääkysymystä ja miten aineisto ja sen sisältö on suhteessa muuhun valittuun aineistoon sekä kuinka hyvin aihetta voidaan tarkastella ilmiölähtöisesti suhteessa pääkysymykseen. (Kangasniemi ym. 2013.)

Opinnäytetyöhön valitut tutkimukset ovat kaikki vertaisarvioituja ja niistä tehtiin taulukko-muotoinen kooste (ks. taulukko 3). Tutkimuksia valittiin mukaan yhteensä 13 kappaletta, joista viisi on satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia sisältyen yksi pilottitutkimus. Retrospektiivisiä tutkimuksia oli yhteensä neljä, joihin lukeutui tutkimus satunnaistetusta kontrolloidusta tutkimuksesta, kohorttitutkimus, havainnointitutkimus ja retrospektiivinen analyysi. Katsauksessa on lisäksi mukana yksi vertaileva tutkimus, yksi prospektiivinen analyysi ja yksi systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi sekä yksi kuvaileva kirjallisuuskatsaus.

Opinnäytetyössä käsiteltävät tutkimukset ovat melko tuoreita. Vuodelle 2015 sijoittui yksi tutkimus, vuosille 2016 ja 2018 sijoittui yhteensä neljä tutkimusta ja vuosille 2019 ja 2020 puolestaan sijoittui yhteensä kahdeksan tutkimusta. Kaikkien tutkimusten yhteenlaskettu potilasmäärä on 33872. Yagin ym. (2020) tutkimuksen potilasmäärän osuus on suuri (29982 potilasta), sillä tutkimuksessa on käytetty potilastietokannan aineistoa. Käsitellyissä tutkimuksissa potilasjoukoissa ei havaittu merkittäviä eroja. Kaikissa tutkimuksissa suurin osa potilaista oli yli 60-vuotiaita. Suuressa osassa tutkimuksia potilaista n. 60 % oli miehiä.

Valituissa tutkimuksissa potilasryhmät oli rajattu usein hengityslaittehoidon keston mukaan, ei niinkään ensisijaisen diagnoosin perusteella. Potilasryhmien yhteneväisyyksiä tehohoidolle oli muun muassa sydän- ja verisuonitaudit, vatsaelinsairaudet, hengityselinsairaudet, postoperatiiviset komplikaatiot, sepsis, pneumonia ja neuromuskulaariset sairaudet. Yleisesti esiintyviä poissulkukriteereitä oli yleinen heikkous tai kykenemättömyys

noudattaa yksinkertaisia ohjeita, raskaus, neurologiset sairaudet tai vammat, aikaisempi tehohoito ja ihovauriot. Hengityslaittehoidon kesto toimi tutkimuksissa sekä sisäänotto- että poissulkukriteerinä. Seitsemässä tutkimuksessa hengityslaittehoidon vaihe sijoittui 24 h – 72 h aikavälille ennen tutkimuksen aloittamista. Neljässä tutkimuksessa hengityslaittehoito oli kestänyt seitsemän päivää tai enemmän ennen tutkimuksen aloittamista.

Taulukko 3. Kooste opinnäytetyöhön valituista tutkimuksista

Tekijät, vuosi ja tutkimustyyppi	Tutkimuksen tarkoitus	Tutkimusryhmä	Fysioterapiamenetelmät	Tutkimustulokset / vaikutus vieroittumiseen
Bisset ym. 2019. Retrospektiivinen analyysi satunnaistetusta kontrolloidusta tutkimuksesta.	Tunnistaa, ketkä hengityslai-tehoittoa saaneet potilaat hyötyvät eniten sisäänhengityslihasten harjoittelusta (IMT) vieroituksen jälkeen.	70 potilasta, mediaani-ikä 59 vuotta	Retrospektiivinen analyysi. Sisäänhengityslihasten voima analysoitiin tutkimuksen alussa ja 2 viikon jälkeen aloittamisesta.	Tehohoitopotilaat, joilla on kohtalainen sisäänhengityksen lihasheikkous (MIP \geq 28 cmH ₂ O) ja kohtalainen tai korkea elämänlaatu (EQ5D > 40), tulisi saada hengityslihasharjoittelua 48 h kuluttua vieroittamisesta.
Bisset ym. 2020. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus.	Yleiskuva hengityslihasharjoittelun vaikutuksista. Näytön tiivistäminen hengityslihasharjoittelun vaikutuksista.	Potilaat, joiden hengityslai-tehoito on pitkittynyt.	Hengityselinten heikkouden tunnistaminen ja käytännöllinen lähestymistapa yksilöllisen hengityslihasten harjoittelun toteuttamiseen.	Sisäänhengityslihasharjoittelu voi helpottaa hengityslaitteesta vieroittumista ja parantaa potilaan elämänlaatua. Menetelmää on tutkimuksen mukaan pidettävä prioriteettina tehohoitopotilaiden hengityslihasten harjoittelussa.
Chen ym. 2019. Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus.	Sähköstimulaation (EMS) vaikutukset lihastoimintaan ja fyysiseen toimintakykyyn sekä potilaiden kotiutumiseen, kun hengityslaittehoito on pitkittynyt.	37 potilasta, joilla taustalla mm. epäonnistunut vieroitus tehohoidossa.	EMS 2x30 min/pvä, 5 p/vko, 2vko:n ajan. M. vastus lateralis, ja rectus femoris 50Hz taajuudella, 400ms pulssilla 2 s on, 4 s off. Intensiteetin nosto, kunnes havaittiin näkyvä lihassupistus. Kontrolliryhmällä sama asetelu, mutta laite pois päältä.	Loppumittauksissa toimintakyvyssä, keuhkojen toiminnassa tai kotiutumisessa ei eroja. EMS:tä voi olla hyötyä pitkittynyttä hengityslaittehoitoa saavilla potilailla. Lihassoiman kasvu voi pienentää kuolleisuutta 5 %.
Cottureau ym. 2015. Prospektiivinen tutkimus.	Käden puristusvoimamittauksen käyttö hengityslaittehoitosta vieroittamisen ennustetyökaluna.	Väh. 48 h hengityslaittehoitoa saaneet yli 18-vuotiaat potilaat (84kpl)	Dominoivaa kättä mitattiin ennen spontaania hengityskoetta, paras tulos kolmesta merkittiin tulokseksi.	Puristusvoimamittauksilla todettu lihasheikkous voi ennustaa vieroituksen lopputulosta ja tehohoidon kestoa, mutta ei ekstubaation onnistumisen todennäköisyyttä.

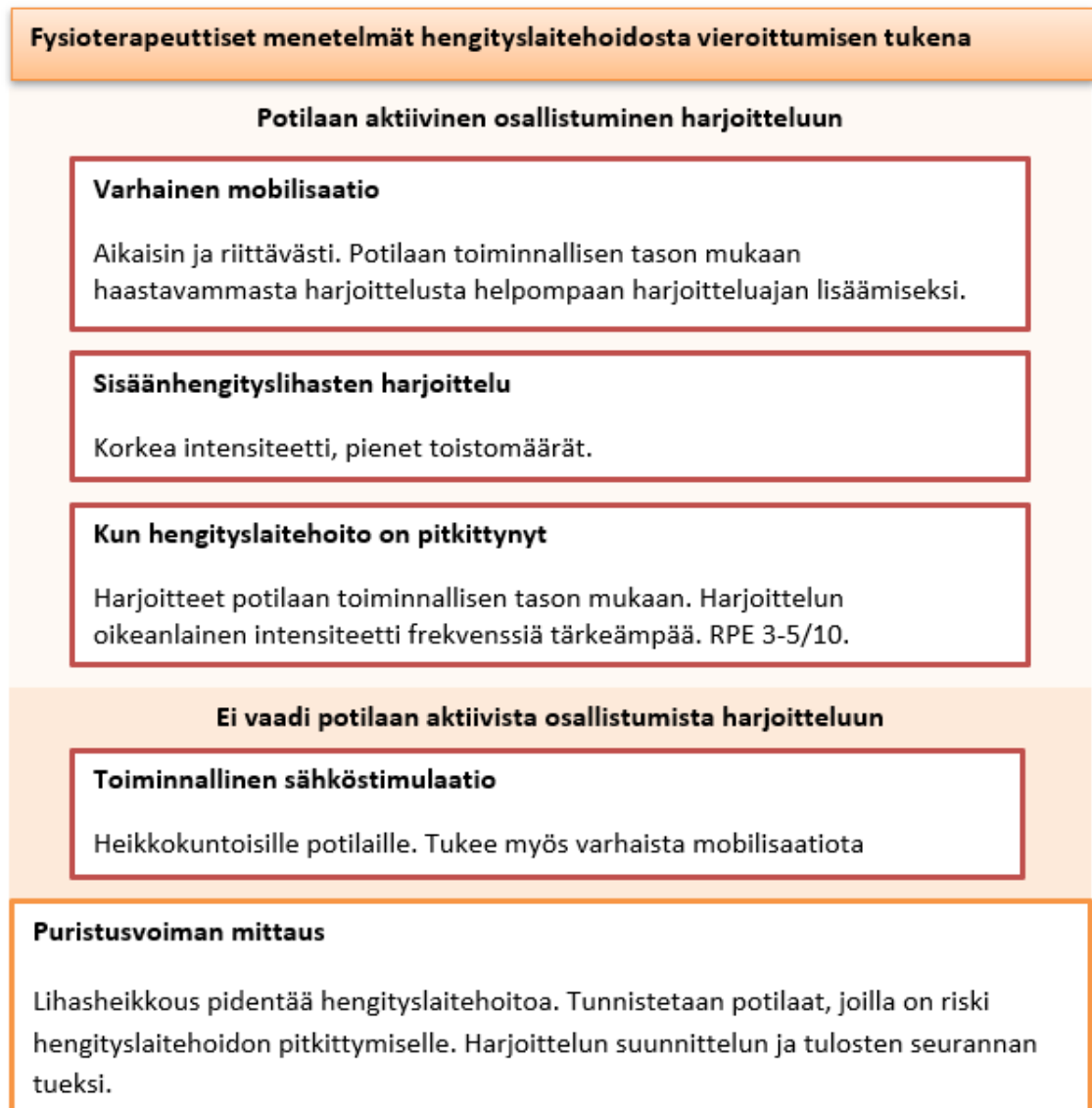
<p>Hodgson ym. 2016.</p> <p>Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus</p>	<p>Tavoitteellisen varhaisen mobilisaation soveltuvuus ja maks. aktiivisuustason toteuttavuus ja vaikutukset mm. hengityslaittehoiton keston.</p>	<p>Yli 48 h hengityslaittehoitoa saaneet yli 18-vuotiaat.</p> <p>Satunnaistettuna 21 hlö kontrolliryhmä ja 29 hlö koeryhmä.</p>	<p>Toiminnallisia harjoituksia: kävelyä, seisoamista, istumista ja asennon vaihtamista. Potilas sai avustusta, mutta hänen täytyi itse osallistua.</p> <p>Harjoittelun aloitus maksimaalisesta aktiivisuudesta ICU mobility scalen mukaan. Kontrolliryhmälle tavanomaista hoitoa, joka sisältää fysioterapiaa.</p>	<p>Koeryhmällä korkeampi maksimaalinen aktiivisuustaso, pidentynyt aktiivisuuden kesto min/päivä, useampi nousi seisomaan ja käveli, hengityslaittehoitoaika oli lyhyempi ja suurempi osa ekstuboitiin 5 päivän sisällä.</p> <p>Menetelmä toteutettavissa ja turvallinen. Pidemmän aikavälin seurannassa ei suuria eroja ryhmien välillä.</p>
<p>Lai ym. 2016.</p> <p>Retrospektiivinen havainnointitutkimus</p>	<p>Varhaisen mobilisaatio-ohjelman lisäämisen vaikutukset hengityslaittehoitoa saavien potilaiden hengityslaittehoiton ja tehohoidon keston sekä vieroittumisen onnistumisprosenttiin.</p>	<p>Teho- ja hengityslaittehoitoa 48 h saaneet aikuiset.</p> <p>63 potilasta ennen protokollan aloittamista ja 90 potilasta protokollan aikana ja sen jälkeen.</p> <p>1 vuoden aikana kerätty data.</p>	<p>72 h tunnin sisällä protokollan mukainen harjoittelu moniammatillisessa tiimissä 2x/pvä 5p/vko. Mahdollisuuksien mukaan potilaan omaiset mukana.</p> <p>Protokolla jaettu 4-tasoon:</p> <p>1. passiivista raajojen liikuttelua tajuttomille potilaille 2. Aktiivisia raajojen liikkeitä potilaille, jotka tajuissaan, pystyvät noudattamaan yksinkertaisia ohjeita. 3. Sama kuin 2, lisäksi potilas istui sängyn laidalla. 4. Potilas avustettuna siirtyi sängystä tuoliin.</p>	<p>Varhaisen mobilisaatioprotokollan lisääminen vähensi hengityslaittehoiton (7,5 p vs 4,7 p) ja tehohoidon kesto (9,9 p vs. 6,9 p).</p> <p>Osittain harjoittelussa mukana perheenjäseniä, mikä paransi kommunikaatiota perheiden ja terveydenhuollon välillä.</p>
<p>McCaughey ym. 2019.</p> <p>Satunnaistettu kontrolloitu tutkimus.</p>	<p>Vatsalihasten toiminnallisen sähköstimulaation vaikutukset hengityslihasten lihasatrofiaan sekä hengityslaitte- ja tehohoidon keston.</p>	<p>6kk aikana, yli 24 h mutta alle 72 h hengityslaittehoitoa saaneet yli 18-vuotiaat. Yht. 20 potilasta koe- ja kontrolliryhmässä.</p>	<p>Stimulaatiota 30min, 2x/pvä, 5pvä/vko kunnes tehohoitajakso päättyi.</p> <p>Aktivointiin: m. transversus abdominis, m. obliquus internal & external. Stimulaatio uloshengityksen aikana.</p> <p>Koeryhmälle intensiteetillä: näkyvä lihassupistus (mediaani 60mA, 30Hz taajuudella, 350us pulssituksella). Kontrolliryhmälle 10mA, 10 Hz, 350us (mahdollinen tuntemus, mutta ei lihassupistusta).</p>	<p>Koeryhmässä hengityslaittehoiton ja tehohoidon kesto oli lyhyempi.</p> <p>Ei havaittu pallean tai vastalihasten paksuudessa eroja UÄ mitattuna. 6 ja 15 päivän kohdalla hengitysvoimassa ei eroja.</p>

Sandoval ym. 2019. Satunnaistettu kontrolloitu tutki- mus	Sisäänhengityslivasharjoitte- lun tehokkuus vieroitettaessa hengityslaitehoidosta ja vai- kutukset hengityslivasharjoite- voimaan.	Vähintään 48 h hengityslai- tehoitoa saaneet, 126 poti- lasta.	Koeryhmälle päivittäin hengityslivasharjoitte- lua, joka säädetty 50%: iin maksimaalisesta sisäänhengityspaineesta tavanomaisen hoi- don lisäksi.	Hengityslivasharjoittelulla ei vaikutusta hengityslaitehoidon vieroitusjakson lyhen- tämiseen eikä hengityselinten livasharjoite- voiman kasvussa.
Schreibe ym. 2019. Retrospektii- vinen analyysi	Fysioterapian vaikutukset hengityslaitehoidosta vieroit- tumiseen, kun hengityslaite- hoito on pitkittynyt.	15 vuoden aikana 1313 po- tilasta, joiden hengityslaite- hoito oli pitkittynyt.	Intensiivinen 4-vaiheinen fysioterapiaohjelma 6 p/vko. 1. Passiiviset ylä- ja alaraajojen liikuttelut. 2. Aktiivinen-avustettu liikuttelu ja tuolissa istu- minen 20 min/pvä, istumasta seisomaan- nousu. 3. Lisäksi aktiivinen siirtyminen tuoliin, kaksi kävelyharjoitusta päivässä. 4. Kävely- kepin avulla kävelyharjoituksia. 5 viimeisen tutkimusvuoden aikana manuaali- nen liikeratojen harjoittelu korvattiin polkuhar- joitteilla, passiivista 20 min/pvä tai aktiivista 2x10 min/pvä.	349 (62,3 %) potilasta vieroitettiin onnistu- neesti. Vieroituksen onnistuminen merkittävästi suurempi potilailla, jotka saavuttivat >2 vaihetta (72,1 % vs. 55,9 %). Fysioterapiaa tulisi sisällyttää pitkäaikaista hengityslaitehoitoa tarvitsevien potilaiden hoitoon.
Vercelles ym. 2018. Satunnaistettu pilottitutkimus	Multimodaalisen harjoitusoh- jelman vaikutukset toiminnal- liseen liikkuvuuteen, voi- maan, kestävyteen ja hengi- tyslaitehoidosta vieroittumi- seen.	Koe- ja kontrolliryhmät. Yh- teensä 18 miestä ja 15 naista, joiden hengityslaite- hoito oli kestänyt ≥14 päi- vän ajan ja heillä oli ICUAW.	Progressiivinen potilaan toiminnallisen tason mukaan säädetty ohjelma 3 kertaa / vko, 45– 60 min/kerta. Luokittelu: vuodepotilaisiin, istuviin ja itsenäi- siin ryhmiin. Harjoittelun rasittavuus säädettiin RPE-as- teikolla 3–5/ (10). Harjoitteet sisälsivät livasharjoite- voima- ja kestävyysharjoitteita, aerobista har- joittelua ja toiminnallisia harjoitteita. Mm. pol- kuharjoittelu, juoksumatolla kävely, terapiava- han puristelu, istumasta seisomaan nousut, kykyt ja steppiaskeleet.	Koeryhmän hengityslaitehoidon kesto oli lyhyempi (mediaani 17 vs. 56 päivää), isompi prosentti vieroitettiin (87 % vs. 41 %), suurempi osa kotiutui. Koeryhmällä käden puristusvoima ja kä- velynopeus kasvoi merkittävästi.

Wang ym. 2018. Vertaileva tutkimus	Fysioterapeuttisten menetelmien vaikutus ekstubaation epäonnistumisen vähentämisessä.	Mekaaninen kontrolliryhmä (data rajatusta potilasryhmästä 2012–2013). Interventiotutkimus 2014–2015, vähintään 48 h hengityslaittehoitoa saaneet, yht. 274 potilasta.	Koeryhmälle fysioterapiaa 1x/pvä 30–40 min. Kontrolliryhmä ei saanut fysioterapiaa. Menetelmät: sisäänhengityslihasten harjoittelu, manuaalinen ventilaatio, rintakehän mobilisaatio ja kompressio, asentotyhjennys-hoito, liman poistaminen, yskimisen harjoittaminen, raajojen liikkuvuusharjoittelu ja varhainen mobilisaatio	Tehohoidon ajassa ei eroja. Koeryhmällä alhaisempi RSBI-indeksi ja heistä pienempi prosentti jouduttiin re-intuboimaan.
Worraphan ym. 2020. Systemaattinen kirjallisuuskat- saus ja meta- analyysi.	Eri fysioterapia menetelmien (tavanomainen FT, sisäänhengityslihastenharjoittelu ja varhainen mobilisaatio) vaikutukset hengityslaittehoidon ja vieroituksen kestoon.	RCT:t, jotka käsittelevät invasiivista hengityslaittehoitoa saavia yli 18 v potilaita. 18 RCT tutkimusta, yhteensä 934 osallistujaa ja 5 eri interventiota.	Menetelminä sisäänhengityslihasharjoittelu (IMT), aikainen mobilisaatio (EM) tai tavanomainen fysioterapia (CPT)	EM lyhentää hengityslaittehoidon ja IMT vieroituksen kestoa. EM oli tehokkaampi kuin CPT lyhentämään hengityslaittehoidon kestoa. IMT+CPT vähensi vieroittumisaikaa merkittävästi enemmän kuin pelkkä CPT. Yhdessä IMT ja EM parantavat hengityslihasten voimaa. Vain EM paransi raajojen lihasvoimaa, jolloin yhdistelmänä EM+IMT tuovat etuja hengityslaittehoidon ja vieroituksen kestoon.
Yagi ym. 2020. Retrospektiivinen kohortti- tutkimus	Intensiivisen kuntoutuksen vaikutus kuolleisuuteen ja hengityslaittehoidosta vieroittumiseen tehohoitopotilailla.	Tehohoitopotilaat, 20 v tai yli. Kuntoutuksen aloitus 3 päivän sisällä hengityslaittehoidon alkamisesta. Potilastiedot kerätty arkistosta, yhteensä 29982 potilasta.	Tutkimuksessa ei eritellä menetelmiä varhaisesta mobilisoinnista. Interventiot voivat vaihdella eri potilaiden kohdalla.	Intensiivisesti kuntoutusta fysio- tai toimintaterapeuteilta saaneilla sairaalakuolleisuus vähentyi ja heillä oli suurempi todennäköisyys vieroittua hengityslaittehoidosta.

6 Kirjallisuuskatsauksen tulokset

Tarkastelluissa tutkimuksissa pohdittiin varhaisen mobilisaation mahdollisia vaikutuksia hengityslaitteiden keston sekä sisäänhengityslivasharjoittelua ja sen vaikutusta hengityslaitteiden vieroittamiseen. Harjoittelun intensiteetin merkitystä korostettiin niin varhaisessa mobilisaatiossa kuin sisäänhengityslivasharjoittelussa (Bisset ym. 2020; Worrapphan ym. 2020). Kuviossa 2 on koottuna kirjallisuuskatsauksen tuloksia.



Kuvio 2. Kooste tutkimustuloksista (Worrapphanin 2020; McCaughey ym. 2019; Chenin ym. 2019; Hodgsonin ym. 2016; Yagin ym. 2020; Vercelesin ym. 2018; Cottreaun ym. 2015) tutkimuksia mukailien.

Sisäänhengityslihasten harjoittelu (IMT). Worraphanin ym. (2020) tutkimuksen tarkoituksena oli verrata eri fysioterapian menetelmien vaikuttavuutta hengityslaittehoidon ja siitä vieroittumisen kestoon. Pelkkä hengitysharjoittelu ei osoittautunut tehokkaaksi hengityslaittehoidon vieroitusjakson lyhentämisessä eikä hengityselinten lihasvoiman kasvussa. Puolestaan varhaisella mobilisaatiolla (EM) ja sisäänhengityslihasten harjoittelulla (IMT) yhdistettynä tavanomaiseen fysioterapiaan (CPT) oli havaittu merkitystä. Tutkimuksessa todettiin, että varhainen mobilisaatio oli tehokkaampi kuin tavanomainen fysioterapia vähentämään hengityslaittehoidon kestoa. Sisäänhengityslihasten harjoittaminen ja tavanomainen fysioterapia puolestaan vähensi vieroittumisaikaa merkittävästi enemmän kuin pelkkä tavanomainen fysioterapia. (Worraphan ym. 2020.)

Sandovalin ym. (2019) tutkimuksessa todettiin, ettei hengitysliaharjoittelulla ole vaikutusta hengityslaittehoidon vieroitusjakson lyhentämisessä eikä hengityselinten lihasvoiman kasvussa. Tutkimuksen kesto oli kuitenkin vain kaksi viikkoa, mikä voi heidän mukaansa vaikuttaa tuloksiin. Hengityslihasten harjoittelun tehokkuutta mittaavassa tutkimuksessa koeryhmä suoritti tavanomaisen hoidon lisäksi päivittäin hengitysliaharjoitusohjelmaa, joka oli säädetty 50 %:n maksimaalisesta sisäänhengityspaineesta. (Sandoval ym. 2019.)

Bisset ym. (2020) katsauksessaan antavat yleiskuvan hengityslihasten heikkouden vaikutuksista tehohoitopotilailla (sekä fysiologisissa että potilaan tasolla) ja tiivistävät nykyisen näytön hengitysliaharjoittamisen vaikutuksista. Toistaiseksi ei ole näyttöä siitä, että valmennetut syvähengitysharjoitukset (ilman vastustusta) vaikuttavat hengityselinten lihasvoimaan tai vieroitustuloksiin tehohoitopotilailla. Kuitenkin on tutkimustuloksia siitä, että sisäänhengitysliaharjoittelu voi lisätä sisäänhengityslihasten vahvuutta hengityslaitteesta riippuvaisilla tehohoitopotilailla mitattuna hengityspaineen muutoksina. Katsauksessa todettiin, että tehohoitopotilaan sisäänhengitysliaharjoituksen eri vaiheissa voidaan vahvistaa ja sillä voidaan nopeuttaa hengityslaittehoidosta vieroittamista. Harjoittelussa korkeampi intensiteetti ja pienet toistomäärät vaikuttaisivat olevan tehokkaimpia, mutta jatkotutkimuksia tarvitaan. (Bisset ym. 2020.)

Bisset ym. (2019) tutkivat hyötyisivätkö pitkittänyt hengityslaittehoitoa saaneet potilaat sisäänhengitysliaharjoittelusta (IMT) hengityslaittehoidosta vieroittumisen jälkeen. Tuloksena he totesivat, että tehohoitopotilaat, joilla on kohtalainen sisäänhengityksen lihasheikkous (MIP ≥ 28 cmH₂O) ja kohtalainen tai korkea elämänlaatu (EQ5D > 40), tulisi

saada 48 tunnin kuluessa hengityslaittevieroituksesta IMT:ä, jolloin he hyötyisivät siitä parhaiten. Tutkimuksessaan he määrittivät IMT:n toistot kuuteen hengitykseen ja viiteen sarjaan. Harjoituksen rasittavuuden tulisi olla vähintään 50 % MIP:sta. Tällöin he saisivat isoimman vasteen hengitysharjoittelulle. (Bisset ym. 2019). Verceles ym. (2018) kyseenalaistavat tutkimuksessaan kohdistetun hengityslihasten harjoittelun merkityksen pitkittynyttä hengityslaittehoitoa saaneilla potilailla, joilla on tehohoitoon liittyvä yleinen lihasheikkous (ICUAW). Heidän mukaansa harjoittelun muut elementit liittyvät mahdollisesti enemmän potilaiden vieroittamisen onnistumiseen. (Verceles ym. 2018.)

Toiminnallinen sähköinen lihasstimulaatio. McCaughey ym. (2019) toteavat, että menetelmät, jotka vähentävät hengityslihasten lihasatrofiaa tai lisäävät hengityslihasten voimaa voivat lyhentää hengityslaittehoidon kestoa vähentäen suoraan sairastavuutta ja kuolleisuutta sekä terveydenhuollon kustannuksia. He tutkivat vatsanalueen toiminnallisen sähköisen stimulaation toteutettavuutta ja vaikutuksia hengityslihasten lihasatrofiaan sekä hengityslaittehoidon ja tehohoidon kestoon potilailla, jotka saavat hengityslaittehoitoa. Heidän mukaansa aikaisempi tutkimusnäyttö antaa viitteitä siitä, että sähköinen lihasstimulaatio voisi parantaa hengitystoimintaa. Heidän tuloksissaan suoria vaikutuksia hengitystoimintaan ei havaittu. Sen sijaan potilaiden hengityslaittehoidon ja tehohoidon kesto oli lyhyempi kuin verrokkiryhmällä. (McCaughey ym. 2019.)

Parannuksia hengitystoiminnassa eivät havainneet niin ikään Chen ym. (2019), joiden tutkimusasetelma ja potilasryhmä erosi suuresti McCaughey ym. (2019) tutkimuksesta. Chenin ym. (2019) tutkimuksen tuloksissa ei havaittu eroja koe- ja kontrolliryhmien välillä vieroittumisessa tai kotiutumisessa. Kyseessä oli pitkittynyttä hengityslaittehoitoa saava potilasryhmä, joiden vieroitus oli kerran epäonnistunut. Tutkimuksessa käytettiin ainoastaan 2 viikon ajan sähköistä lihasstimulaatiota. Kuten sisäänhengitysliaharjoittelua tutkineet Sandoval ym. (2019) myös Chen ym. (2019) arvioivat harjoittelun lyhyen keston voineen aliarvioida hyödyllisiä vaikutuksia tuloksissa. Sähköinen lihasstimulaatio oli hyvin siedetty ja se näytti lupaavalta ennaltaehkäisevältä menettelytavalta lihasheikkoutteen pitkittynyttä hengityslaittehoitoa saaneilla henkilöillä. Tulevaisuudessa aikaisempi tai pidempikestoisempi interventiotutkimus saattaisi tuoda esiin suotuisempia tuloksia sähköisestä lihasstimulaatiosta. (Chen ym. 2019.)

Toisin kuin IMT-menetelmässä sähköisen lihasstimulaation toteuttaminen ei vaadi potilaan osallistumista tai vuorovaikutusta, jolloin se on toteutettavissa myös potilaille, jotka

ovat liian heikossa kunnossa itse harjoittelemaan (Chen ym. 2019; McCaughey ym. 2019). Chen ym. (2019) näkevät menetelmän myös mahdollisuutena helpottaa varhaista mobilisaatiota (Chen ym. 2019). Potilaan osallistumisen tärkeyttä IMT-harjoittelussa kuvaakin hyvin se, että harjoittelusta todettuja hyötyjä on saatu aikaan tutkimuksissa, jossa potilas on ollut harjoittelussa aktiivinen toimija, sen sijaan pelkillä ventilaattoriasetuksilla toteutetulla IMT-harjoittelulla ei ole saavutettu yhtä hyviä tuloksia (Bisset ym. 2020). Myös Verceles ym. (2018) toteavat harjoittelun olevan ajoittain hankalaa tehohoidon aikana sairauden vakavuuden, sedaation, lihasatrofian ja heikkouden vuoksi (Verceles ym. 2018).

Varhainen mobilisaatio. Worraphanin ym. (2020) mukaan varhainen mobilisaatio on tehokasta hengityslaittehoidon keston lyhentämisessä, kun ohjelma on suunniteltu potilaan kykyjen mukaan. Heidän johtopäätöksensä mukaan varhainen mobilisaatio vaiheistetaan usein kevyemmästä harjoittelusta rasittavampaan alkaen passiivisista liikeharjoittelusta, vartalon hallinnasta, aktiivisista avustetuista liikeharjoitteista, jonka jälkeen aktiivisuutta lisätään toiminnallisempaan suuntaan kuten asennon vaihtamiseen ja seisomiseen sekä kävelyn harjoitteluun. (Worraphan ym. 2020.)

Lai ym. (2016) lisäsivät tutkimuksessaan varhaisen mobilisaation 4-vaiheisen ohjelman potilaille yksikössä, jossa varhaista mobilisaatiota ei aikaisemmin ollut toteutettu. Harjoittelu oli modifikaatio Morrisin ym. (2008) protokollasta ja sisälsi Worraphanin ym. (2020) mainitsemia elementtejä kuten raajojen passiivista liikuttelua, raajojen aktiivista liikuttelua, sängynlaidalla harjoittelua ja tuoliin siirtymistä. Harjoittelua annosteltiin ensin potilaan tajunnantason mukaan 1. ja 2. vaiheessa ja tämän jälkeen manuaalisen lihasvoimatestin mukaisesti. Interventio lyhensi hengityslaittehoidon ja tehohoidossa vietettyä aikaa sekä nosti ekstubaation onnistumisprosenttia. (Lai ym. 2016.)

Worraphaninin ym. (2020) tutkimuksen mukaan varhaista mobilisaatiota annetaan potilaille usein 1 x päivässä (Worraphan ym. 2020). Lai ym. (2016) sen sijaan annostelivat harjoittelua 2 kertaa päivässä 30 min ajan 5 päivänä viikossa (Lai ym. 2016). Hodgson ym. (2016) eivät perustaneet harjoittelun määrää harjoituskertoihin, vaan aikaan, jonka potilas harjoittelisi päivässä. Annosteltava aika määräytyi ICU mobility scale (IMS) pohjalta laadittujen 5 aktiivisuustason mukaan. Ajan sai jakaa useampaan eri osaan tai tehdä kerralla. Heidän tutkimustulostensa mukaan menetelmä EGDM (*Early Goal-Directed Mobilization*), jossa pyrittiin maksimoimaan potilaan turvallinen fyysinen aktiivisuus, on

turvallista toteuttaa tehohoitopotilaille. Harjoittelumenetelmä poikkeaa muista varhaisen mobilisaation menetelmistä, sillä EGDM-ohjelmassa harjoittelu alkaa potilaan maksimaalisesta aktiivisuustasosta edeten matalatehoisempaan aktiivisuuteen. Kontrolliryhmään verrattuna koeryhmän hengityslaitehoitoaika oli lyhyempi ja suurempi osa heistä ekstuboitiin 5 päivän sisällä. Koeryhmän mediaaniaktiivisuusaika oli 20min/päivä ja kontrolliryhmän 7min/päivä. (Hodgson ym. 2016.)

Harjoittelun suurempien annosteluiden hyötyjen puolesta puhuvat myös intensiivisen kuntoutuksen vaikutuksia kuolleisuuteen ja hengityslaitehoidosta vieroittumiseen tutkineet Yagi ym. (2020). Tutkimuksessaan he toteavat, että varhaista mobilisaatiota tulisi annostella aikaisin ja riittävästi, sillä heidän tutkimustulostensa mukaan tehohoitoa saaneet potilaat, jotka saivat intensiivistä kuntoutusta 20 min tai enemmän / päivä, sairaalakuolleisuus vähentyi ja heillä oli suurempi todennäköisyys vieroittua hengityslaitehoidosta. (Yagi ym. 2020.) Myös Hodgsonin ym. (2016) tuloksien mukaan EGDM myötä saavutettu korkeampi aktiivisuustaso vaikutti lyhentyneeseen hengityslaitehoitoon ja suurempaan prosenttiin ekstubaation onnistumisessa (Hodgson ym. 2016).

Pitkittynyt hengityslaitehoito. Sen sijaan pitkittynyttä hengityslaitehoitoa saavilla potilailla, joilla on tehohoitoon liittyvä yleinen lihasheikkous (ICUAW), tilanne on Vercelesin ym. (2018) mukaan toinen, sillä heidän tutkimuksensa mukaan harjoittelun frekvenssillä ei ole niin suurta merkitystä kuin sen oikeanlaisella intensiteetillä. He käyttivät rasituksen arviointiin muun muassa RPE-asteikkoa ja harjoittelu pyrittiin asettamaan tasolle 3–5 (/10). Potilaat harjoittelivat 3 kertaa viikossa 45–60 min. Kuten Hodgson ym. (2016) myös Verceles ym. (2018) suunnittelivat harjoitteet potilaan toiminnallisen tason mukaan jakaen potilaat kolmeen ryhmään: 1. vuodepotilaat, 2. istuvat potilaat, 3. itsenäisesti kävelevät potilaat. Ohjelma sisälsi kunkin ryhmän tason mukaisia harjoitteita lihasvoiman ja -kestävyyden sekä aerobisen kunnan osalta. (Verceles ym. 2018.)

Pitkittynyttä hengityslaitehoitoa saavien potilaiden fysioterapiaohjelman vaikutuksia tutkineet Schreiber ym. (2019) käyttivät tehohoitopotilaille suunnattua varhaisen mobilisaation 4-tasoista ohjelmaa, jossa tasot määriteltiin seuraavanlaisesti: 1) kyky pitää istuma-asento sängyn reunalla ja suorittaa pyöräilyä vastusta vastaan sängyssä, 2) kyky säilyttää istuma-asento tuolissa ja nousta seisomaan, 3) kyky siirtyä sängystä tuoliin ja kävellä rollaattorilla fysioterapeutin avustuksella ja 4) itsenäisen kävelykyvyn saavuttaminen

joko ilman apuvälineen ja / tai fysioterapeutin apua. Kutakin harjoitetta suoritettiin 2 kertaa päivässä ja 6 kertaa viikossa. Schreiber ym. (2019) totesivat, että niiden koehenkilöiden vieroittumisen onnistuminen oli merkittävästi suurempaa, jotka pääsivät vähintään toiselle tasolle nelitasoisessa intensiivisessä fysioterapiaohjelmassa. Tutkimuksessa 15-vuotinen tarkkailujakso jaettiin kolmeen peräkkäiseen 5-vuotiseen jaksoon, jonka aikana 62,3 % (349) koehenkilöistä vieroitettiin onnistuneesti (Schreiber ym. 2019.)

Harjoittelun progressiivisuus, frekvenssi ja intensiteetti. Vaikka tutkimuksissa potilaat ovat hoidon eri vaiheissa, progressiivisuuden ja intensiteetin oikeanlaisen annostelun tärkeydestä Verceles ym. (2018) ja Hodgson ym. (2016) ovat samoilla linjoilla ja tätä teoriaa vahvistaa useiden eri fysioterapeuttisten menetelmien vaikutuksia ekstubaation epäonnistumisen vähentämiseksi tutkineet Wang ja Wu sekä Wang (2018). Wang ym. (2018) käyttivät tutkimuksessaan eri menetelmiä kuten IMT, manuaalinen ventilaatio, rintakehän mobilisaatio ja kompressio, asentotyhjennyshoito, liman poistaminen, yskimisen harjoittaminen, raajojen liikelaajuuksia ylläpitävä harjoittelu ja varhainen mobilisaatio. (Wang ym. 2018.)

Wangin ym. (2018) tutkimuksessa tehohoidon tai hengityslaittehoidon kestossa ei todettu eroavaisuuksia ryhmien välillä, mutta koeryhmästä pienempi prosentti kuoli ja merkittävästi pienempi prosentti jouduttiin re-intuboimaan, mikä parantaa potilaiden ennustetta. Myös RSBI-indeksi (hengitystaajuuden suhde kertahengityksentilavuuteen), jota käytetään ekstubaation onnistumisen arviointiin, oli matalampi koeryhmällä. Harjoittelussa otettiin huomioon potilaan vointi, mutta mainintaa progressiivisuudesta tai intensiteetin mittaamisesta ei ole. Tutkimuksessa kaikkia menetelmiä ei käytetty joka päivä, mutta potilaat saivat fysioterapiaa kerran päivässä 30–40 min tehohoitojakson loppuun asti. Retrospektiivinen kontrolliryhmä ei saanut fysioterapiaa olleenkaan tehohoitojakson aikana. (Wang ym. 2018.)

Vieroittumista ennustavat tekijät. Wangin ym. (2018) tutkimuksessa sekä koe- että kontrolliryhmissä korkeampi ikä, huono yskimisvoima, neurologinen sairaus ja korkeat RSBI-pisteet ennustivat ekstubaation epäonnistumista. Ekstubaation epäonnistuminen pidensi hengityslaittehoidon ja tehohoidon kestoja. (Wang ym. 2018.) Vercelesin ym. (2018) tutkimuksessa vieroituksen onnistumista koe- ja kontrolliryhmissä yhdisti merkit-

tävät parannukset lihasvoimassa, itsenäisessä kävelykyvyssä ja liikkuvuudessa (Vercelles ym. 2018). Myös Schreiberin ym. (2019) tutkimuksen tuloksissa koehenkilöiden kohdalla, joilla oli suurempi lihasvoiman kasvu, vieroitus onnistui (Schreiber ym. 2019).

Lihasseikkouden on todettu pidentävän hengityslaittehoidosta vieroittumisen aikaa. Lihasseikkouden arvioimista puristusvoimamittauksilla ja sen kykyä ennustaa vieroittumisen ja ekstubaation onnistumista tutkineiden Cottereaun ym. (2015) mukaan heikko puristusvoima merkitsi pidempää aikaa hengityslaittehoidossa. Lihasseikkoutta todettiin 31 % tutkimukseen osallistuneista potilaista ja dominoivan käden heikko puristusvoima oli yhteydessä vaikeaan tai pidentyneeseen vieroitukseen. Ensimmäisen spontaanin hengityskokeen yhteydessä tehtyjen puristusvoimamittausten tulokset liittyivät myös tehohoidon keston. Ekstubaation onnistumista puristusvoimamittauksilla ei pystytty ennustamaan. (Cottereau ym. 2015.) Vercelesin ym. (2018) tutkimuksessa puristusvoimaa mittaamalla pystyttiin seuraamaan harjoittelun tuloksia pitkittynyttä hengityslaittehoitoa saaneilla potilailla, joilla on tehohoitoon liittyvä yleinen lihasheikkous (ICUAW). Tutkimusryhmällä puristusvoima parani kolme kertaa enemmän kuin kontrolliryhmällä. (Vercelles ym. 2018.)

7 Lopuksi

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kirjallisuuskatsauksen elementtejä mukaillen selvittää, mitä menetelmiä hengityslaittehoitoa saaneen tehohoitopotilaan fysioterapiassa käytetään hengityslaittehoidosta vieroittamisen tukena. Kuntoutumista tehohoidossa ei ole viime aikoina käsitelty fysioterapian näkökulmasta opinnäytetöissä, mikä loi yhdessä Jorvin sairaalan fysioterapian osaston kanssa tarpeen työlle. Opinnäytetyössä noudatettiin hyvää tieteellistä käytäntöä ja siinä sovellettiin tieteellisen tutkimuksen kriteerien mukaisia sekä eettisesti hyväksytyjä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmiä (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012). Opinnäytetyön tausta-aineistoksi kerättiin tietoa hengityselimistön fysiologiasta ja anatomiasta sekä tehohoitopotilaan fysioterapeuttisista menetelmistä. Opinnäytetyössä edettiin vaiheittain ja työskentely alkoi aiheen suunnittelulla ja pääkysymyksen hahmottamisella resurssit sekä aika huomioon ottaen. Alustavassa kirjallisuushaussa käytetyt keskeiset käsitteet hyödynnettiin myöhemmin hakusanoina. Tämän jälkeen määriteltiin sisäänotto- ja poissulkukriteerit, joita hyödynnettiin puolestaan otsikko- ja abstraktitasolla sekä lopulta koko tekstin tarkastelussa. Hakutuloksien 653 tutkimuksesta opinnäytetyöhön valittiin yhteensä 13 tutkimusta.

Opinnäytetyöhön valituissa tutkimuksissa käsiteltiin varhaista mobilisaatiota, sisäänhengityslihasten harjoittelua ja toiminnallista sähköistä lihasstimulaatiota sekä näiden vaikutuksia hengityslaittehoidosta vieroittumiseen. Varhaisella mobilisaatiolla voitaneen lyhentää hengityslaittehoidon kestoa (Hodgson ym. 2016; Lai ym. 2016; Worraphan ym. 2020). Lihasheikkous pidentää hengityslaittehoidon kestoa, jolloin sisäänhengityslihasten vahvistaminen saattaa lyhentää vieroittumisaikaa (Worraphan ym. 2020). Heikkokuntoiset potilaat voisivat hyötyä sisäänhengityslihasten harjoittelun asemesta toiminnallisesta sähköisestä lihasstimulaatiosta, sillä se ei vaadi potilaan aktiivista osallistumista harjoitteluun (Chen ym. 2019; McCaughey ym. 2019). Tutkimustuloksissa ilmeni kuitenkin osittain ristiriitaisuuksia ja täten uusia satunnaistettuja kontrolloituja tutkimuksia tarvitaan lisää.

Vercelesin ym. (2018), Hodgsonin ym. (2016) ja Wangin ym. (2018) tuloksista voitaneen päätellä, että harjoittelun oikeanlaisella annostelulla saataisiin parempia tuloksia potilaiden hengityslaittehoidosta vieroittamisessa. (Hodgson ym. 2016; Verceles ym. 2018; Wang ym. 2018). Puolestaan Schreiberin ym. (2019) ja Vercelesin ym. (2018) tutkimus-

tulokset voisivat viitata siihen, että pitkittynyttä hengityslaittehoitoa saavien potilaiden harjoittelun tulisi olla erilaista kuin akuutisti sairaiden tehohoitopotilaiden, sillä Vercelesin ym. (2018) tutkimuksessa koeryhmän vieroittumisen onnistumisprosentti oli 87 % ja Schreiberin ym. (2019) tutkimuksessa 62,3 %. (Schreiber ym. 2019; Verceles ym. 2018.)

Myös potilaiden toiminnallinen taso ja hoidon sekä kuntoutumisen vaihe tulee ottaa huomioon harjoitteita suunniteltaessa ja annosteltaessa (Hodgson ym. 2016; Verceles ym. 2018; Worrapham 2020). Yksinään varhaisen mobilisaation protokollan lisääminen tehohoitopotilaiden hoitoon on kuitenkin hyödyllistä, mikäli sitä annetaan riittävästi kuten Lai ym. (2016) ja Wang ym. (2018) osoittivat tutkimuksissaan (Lai ym. 2016; Wang ym. 2018). Puristusvoimalla todettiin olevan yhteys hengityslaittehoiton keston ennustamisessa. Heikko puristusvoima merkitsi pidempää aikaa hengityslaittehoitossa (Cottreau ym. 2015.) Heidän tutkimuksestansa herääkin kysymys, voisiko tehohoidossa puristusvoimamittaus olla yksi keino potilaan harjoittelun rasittavuutta suunniteltaessa ja apuna tunnistamaan ne potilaat, joilla on riski hengityslaittehoiton pitkittymiselle.

Opinnäytetyöhön valituista tutkimuksista ilmeni, että tällä hetkellä tutkimukset fysioterapeuttisista menetelmistä hengityslaittehoitosta vieroittamisessa ovat keskittyneet harjoittelun intensiteetin ja frekvenssin tarkasteluun. Huomioitavaa on, että samalla termillä kutsutut menetelmät ovat sisällöltään toisistaan eroavia. Menetelmät kehittyvät jatkuvasti juuri harjoittelun oikeanlaisen soveltuvuuden ja annostelun kautta. Parhaimpia tuloksia varhaisesta mobilisaatiosta onkin saatu, kun harjoitteet on suunniteltu potilaan toiminnallisen tason mukaan (Worraphan ym. 2020). Harjoittelun intensiteetin merkitystä korostettiin niin varhaisessa mobilisaatiossa kuin sisäänhengitysliaharjoittelussa (Bisset ym. 2020; Hodgson ym. 2016; Worraphan ym. 2020). Yllättävää tutkimustuloksissa olikin, että tehohoidossa harjoittelun suurempi ajallinen määrä ja varhainen aloitus vähentää sairaalakuolleisuutta ja parantaa todennäköisyyksiä vieroittua hengityslaittehoitosta, vaikka menetelmissä olisikin eroavaisuuksia (Yagi ym. 2020).

Opinnäytetyöhön valituista tutkimuksista ilmeni tulosten saturoitumista, mikä viittaa siihen, että mukaan valikoitui riittävä otanta yleiskuvan saamiseksi. On kuitenkin todennäköistä, että kaikkia hengityslaittehoitosta vieroittumista edistäviä fysioterapeuttisia menetelmiä ei valikoitunut opinnäytetyöhön mukaan. Tulosten perusteella voitaneen tehdä varovaisia johtopäätöksiä fysioterapeuttisista menetelmistä hengityslaittehoitosta vieroittamisen tukena. On otettava huomioon, että opinnäytetyön pääkysymys on keskittynyt

hengityslaittehoidosta vieroittamiseen, eikä esimerkiksi varhaisen mobilisoinnin muita vaikutuksia muun muassa pitkittyneen vuodelevon osalta käsitellä tässä opinnäytetyössä. Opinnäytetyössä käsitellyissä tutkimuksissa potilasjoukoissa oli yhteneväisyyksiä. Syitä tehohoidolle on kuitenkin lukuisia ja potilasjoukko on yleisesti heterogeenistä, mikä vaikeuttaa tarkan ja yleistettävän yhteenvedon tekemistä.

Opinnäytetyössä pystyttiin vastaamaan hyvin työn tavoitteisiin sekä tarkoitukseen. Opinnäytetyöhön saatiin koostettua ajanmukainen ja tutkimustietoon perustuva yleiskuva tehohoitopotilaan fysioterapeuttisista menetelmistä, jonka pohjalta voidaan fysioterapeuttien käytännön työtä tehohoito-osastoilla kehittää edelleen. Tekijöilleen opinnäytetyö tarjosi uutta tietoa tehohoitoympäristöstä ja moniammatillisen tiimin toiminnan tärkeydestä. Opinnäytetyössä tartuttiin ajankohtaiseen aiheeseen COVID-19-pandemian lisätessä tehohoidon tarvetta sekä kiinnostusta tehohoitoa kohtaan. Pandemia on myös luonut tarpeen perehdyttää lisää fysioterapeutteja tehohoitotyöhön. Opinnäytetyö valmistui ennen pandemian päättymistä, luoden mahdollisuuden hyödyntää sen tuloksia, kun tehohoidon tarve Suomessa on edelleen korkea.

Opinnäytetyöprosessin myötä ilmeni, että eri maiden, kaupunkien ja sairaaloiden käytännöt teho- ja jatkohoidon kannalta vaihtelevat. Opinnäytetyöhön valituissa tutkimuksissa verrokkiryhmät ovat saaneet erilaista hoitoa ja harjoittelua. Vaikuttaakin siltä, ettei tehohoidossa suoritettavalle fysioterapialle ole toistaiseksi löydetty yhtenevää hoitolinjaa. Näin ollen jatkossa olisi hyödyllistä selvittää, mitä fysioterapeuttisia menetelmiä Suomessa käytetään tehohoidossa sekä ilmeneekö eroavaisuuksia eri tehohoitoyksiköiden ja sairaanhoitopiirien välillä. Myös fysioterapeutin roolia tehohoitopotilaan hoitopolussa Suomessa olisi hyödyllistä tarkastella. Lisäksi uutta tutkittua tietoa tarvitaan lisää, ja fysioterapeuttien käytännön työn tukemiseksi sitä olisi hyödyllistä koostaa myös kirjallisten työohjeiden muotoon.

Lähteet

Aittomäki, Juha 2020. Anestesiologia, teho- ensi- ja kivunhoito. Hengityselimistön rakenne ja toiminta. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <Oppiportti.fi/op/ajt00083.> Luettu 20.12.2020.

Bissett, Bernie & Gosselink, Rik & van Haren, Frank M. P. 2020. Respiratory Muscle Rehabilitation in Patients with Prolonged Mechanical Ventilation: A Targeted Approach. *Critical Care*. 24(1). 103.

Bissett, Bernie M & Wang, Jiali & Neeman, Teresa & Leditschke, Anne & Boots, Robert & Paratz, Jennifer 2019. Which ICU patients benefit most from inspiratory muscle training? Retrospective analysis of a randomized trial. *Physiotherapy Theory and Practice* 36(12). 1316–1321.

Blomster, Marika & Mäkelä, Merja & Ritmala-Castren, Marita & Säämänen, Jari & Varjus, Sirkka-Liisa 2001. Tehohoitotyö. Tampere: Tammi. 109–111.

Brander, Pirkko & Varpula, Tero 2014. Äkillinen hengitysvajaus. Keuhkosairaudet. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <www.oppiportti.fi/op/kes00223>. Luettu 1.12.2020.

Chen, Yen-Huey & Hsiao, Hsiu-Feng & Li, Li-Fu & Chen, Ning-Hung & Huang, Chung-Chi 2019. Effects of Electrical Muscle Stimulation in Subjects Undergoing Prolonged Mechanical Ventilation. *Respir Care*. 64(3). 262–271.

Chuang, Ming-Lung & Chou, Yi-Ling & Lee, Chai-Yuan & Huang, Shih-Feng 2017. Instantaneous responses to high-frequency chest wall oscillation in patients with acute pneumonic respiratory failure receiving mechanical ventilation: A randomized controlled study. *Medicine (Baltimore)*. 96(9). e5912.

Collins, Sean M. & Paz, Jaime 2020. Mechanical ventilation. Teoksessa Paz, Jaime C. & West, Michele & Panasci, Kathryn & Greenwood, Kristin C. (toim.): *Acute care handbook for physical therapists*, fifth edition. Missouri: Elsevier. 409–410.

Connolly, Bronwen A. & Mortimore, Jessica L. & Douiri, Abdel & Rose, Joleen W. & Hart, Nicholas & Berney, Susan C. 2019. Low Levels of Physical Activity During Critical Illness and Weaning: The Evidence-Reality Gap. *Journal of Intensive Care Medicine* 34(10). 818–827.

Cork, Gabriella & Camporota, Luigi & Osman, Leyla & Shannon, Harriet 2019. Physiotherapist prediction of extubation outcome in the adult intensive care unit. *Physiotherapy research international*. 24 (4) e1793.

Cottureau, Guillaume & Dres, Martin & Avenel, Alexandre & Fichet, Jérôme & Jacobs, Frédéric M. & Prat, Dominique & Hamzaoui, Olfa & Richard, Christian & Antonello,

Draper, Alison & Ritson, Paul 2020. Respiratory physiotherapy treatments. Teoksessa Cross, Jane & Broad, Mary-Ann & Quint, Matthew & Ritson, Paul & Thomas, Sandy (toim.): Respiratory physiotherapy pocketbook. An on-call survival guide. Edinburgh: Elsevier. 108–109.

Eggmann, Sabrina & Verra, Martin L. & Luder, Gere & Takala, Jukka & Jakob, Stephan M. 2016. Effects of early, combined endurance and resistance training in mechanically ventilated, critically ill patients: a study protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 15 (17) 403.

Elkins, Mark & Dentice, Ruth 2015. Inspiratory muscle training facilitates weaning from mechanical ventilation among patients in the intensive care unit: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 61 (3). 125–134.

Hermans, Greet & De Jonghe, Bernard De & Bruyninckx, Frans & Van den Berghe, Greet 2014. Interventions for preventing critical illness polyneuropathy and critical illness myopathy. *Cochrane Systematic Reviews*. 2014(1). CD006832.

Hodgson, Carol L. & Bailey, Michael & Bellomo, Rinaldo & Berney, Susan & Buhr, Heidi & Denehy, Linda & Gabbe, Belinda & Harrold, Megan & Higgins, Alisa & Iwashyna, Theodore J. & Papworth, Rebecca & Parke, Rachael & Patman, Shane & Presneill, Jeffrey & Saxena, Manoj & Skinner, Elizabeth & Tipping, Claire & Young, Paul & Webb, Steven 2016. Trial of Early Activity and Mobilization Study Investigators. A Binational Multicenter Pilot Feasibility Randomized Controlled Trial of Early Goal-Directed Mobilization in the ICU. *Critical Care Medicine*. 44(6).1145–1152.

Hyvämäki, Piia & Vanhanen, Minna 2017. Tehohoidon simulaatiossa oppii työelämässä vaadittavia taitoja. *EPookki* 43/2017. Oulun ammattikorkeakoulu. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/137236/Tehohoidon%20simulaatiossa%20oppii%20tyoelamassa%20vaadittavia%20taitoja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Luettu 3.3.2021.

Jang, Myung Hun & Shin, Myung-Jun & Shin, Yong Beom 2019. Pulmonary and Physical Rehabilitation in Critically Ill Patients. *Acute Crit Care*. 34(1). 1–13.

Jeglinsky-Kankainen, Ira & Kukkonen, Tarja 2016. Tiimityö ja yhteistyö. Kuntoutuminen. Kustannus Oy Duodecim. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.oppiportti.fi/op/ktm00245/do>>. Luettu 1.2.2021.

Jones, Mandy & Harvey Alex & Main, Eleanor 2016. Teoksessa Main, Eleanor & Denehy, Linda (toim.): Cardiorespiratory Physiotherapy. Adults and Paediatrics. Edinburgh: Elsevier. 2–7.

Jukarainen, Sakari & Mildh, Henriikka & Pettilä, Ville & Häkkinen, Unto & Peltola, Mikko & Ala-Kokko, Tero & Reinikainen, Matti & Vaara, Suvi T. 2020. Suomalainen tehohoito on kustannusvaikuttavaa. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 136 (5) 575–576. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.duodecimlehti.fi/duo15421>>. Luettu 15.1.2021.

Kangasniemi, Mari & Utriainen, Kati & Ahonen, Sanna-Mari & Pietilä, Anna-Maija & Jääskeläinen, Petri & Liikanen, Eeva 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: Eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsenettyyn tietoon. *Hoitotiede* 25 (4). 291–301.

Kattainen, Salla & Kiiski, Olli & Bendel, Stepani & Jokinen, Jukka & Reinikainen, Matti & Varpula, Tero 2020. Koronaviruspandemiaan liittynyt tehohoidon tarve ja hoitotulokset Suomessa kevään ja kesän 2020 aikana. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim*. 137 (4) 375–382. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.duodecimlehti.fi/duo15980?keyword=tehoahoito>>. Luettu 30.1.2021.

Lai, Chih-Cheng & Chou, Willy & Chan, Khee-Siang & Cheng, Kuo-Chen & Yuan, Kuo-Shu & Chao, Chien-Ming & Chen, Chin-Ming Early 2017. Mobilization Reduces Duration of Mechanical Ventilation and Intensive Care Unit Stay in Patients With Acute Respiratory Failure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 98(5). 931–939.

McCaughey, Euan J. & Jonkman, Annemijn H. & Boswell-Ruys, Claire L. & McBain, Rachel A. & Bye, Elizabeth A. & Hudson, Anna L. & Collins, David W. & Heunks, Leo M. A. & McLachlan, Angus J. & Gandevia, Simon C. & Butler, Jane E. 2019. Abdominal functional electrical stimulation to assist ventilator weaning in critical illness: a double-blinded, randomised, sham-controlled pilot study. *Critical Care*. 23(1). 261.

Medrinal, Clément & Combret, Yann & Prieur, Guilleme & Quesada, Aurora Robledo & Bonnevie, Tristan & Gravier, Francis & Dupuis Lozeron, Elise & Frenoy, Eric & Contal, Olivier & Lamia, Bouchra 2018. Comparison of exercise intensity during four early rehabilitation techniques in sedated and ventilated patients in ICU: a randomised cross-over trial. *Critical Care*. 22(1). 110.

Mitchell, Lauren & Nippins, Matthew 2020. Pulmonary system. Teoksessa Paz, Jaime C. & West, Michele & Panasci, Kathryn & Greenwood, Kristin C. 2020. *Acute care handbook for physical therapists, fifth edition*. Missouri: Elsevier. 57–58.

Moodie, Lisa. & Reeve, Julie & Elkins, Mark 2011. Inspiratory muscle training increases inspiratory muscle strength in patients weaning from mechanical ventilation: a systematic review. *Journal of Physiotherapy*. 57(4). 213–221.

Mäkelä, Marjukka & Varonen, Helena & Teperi, Juha 1996. Systemoitu kirjallisuuskatsaus tiedon tiivistäjänä. *Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim* 112 (21). Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.duodecimlehti.fi/duo60413>>. Luettu 7.10.2020.

Nickels, Marc R. & Aitken, Leanne M. & Barnett, Adrian G. & Walsham, James & McPhail, Steven M. 2020. Acceptability, safety, and feasibility of in-bed cycling with critically ill patients. *Australian Critical Care*. 33(3). 236–243.

Niela-Vilén, Hannakaisa & Hamari, Lotta 2016. Kirjallisuuskatsauksen vaiheet. Teoksessa Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) 2016. *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Turku: Turun yliopisto.

Niittyvuopio, Miikka & Pikkupeura, Jaana 2017. Tehohoitopotilaan hoitajakson jälkeiset ongelmat ja elämänlaatu akuutin kriittisen sairauden jälkeen. *Finnanest* 50 (4). 274–279.

Parviainen, Ilkka 2003. Tehohoidon tulokset ja kustannukset Kuopion yliopistollisessa sairaalassa vuosina 1996–2000. *Finnanest*. 36 (2) 165–168. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <http://www.finnanest.fi/files/a_parviainen.pdf>. Luettu 15.1.2021.

Rautiainen, Hanna & Ala-Kokko, Tero 2018a. Hengityselinten anatomia ja tehtävät. Hengityksen tuki- ja korvauslaitteiden laitteet. Oppiportti. Kustannus Oy Duodecim. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.oppiportti.fi/op/kaj00005/do>>. Luettu 1.10.2020.

Rautiainen, Hanna & Ala-Kokko, Tero 2018b. Hengitysvajauksen kehittyminen ja tukihoidon aiheet. Hengityksen tuki- ja korvauslaitteiden laitteet. Oppiportti. Kustannus Oy Duodecim. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.oppiportti.fi/op/kaj00008/do>>. Luettu 1.10.2020.

Rautiainen, Hanna & Ala-Kokko, Tero 2018c. Kaasujen vaihdon fysiologiaa hengityksen tuki- ja laitehoidon aikana. Hengityksen tuki- ja korvauslaitteiden laitteet. Oppiportti. Kustannus Oy Duodecim. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.oppiportti.fi/op/kaj00007/do>>. Luettu 1.10.2020.

Reinikainen, Matti & Varpula, Tero 2018. Suomalainen tehohoito. Lääketieteellinen aikakauskirja *Duodecim* 134(2):161–163.

Salmi, Tapani 1999. Kriittisesti sairaan polyneuropatia. Lääketieteellinen aikakauskirja *Duodecim* 115 (2). 114. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.duodecimlehti.fi/duo90009>>. Luettu 29.11.2020.

Salminen, Ari 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Opetusjulkaisuja 62. Julkisjohtaminen 4. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <https://www.univaasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf>. Luettu 7.10.2020.

Sand, Olav & Sjaastad, Øystein V. & Haug, Egil & Bjålie, Jan G. & Toverud, Kari C. 2011. Ihminen. *Fysiologia ja Anatomia*. Helsinki: WSOYpro Oy. 234–264, 356, 362–363.

Sandoval, Moreno LM. & Casas, Quiroga IC. & Wilches Luna EC. & García AF 2019. Efficacy of respiratory muscle training in weaning of mechanical ventilation in patients with mechanical ventilation for 48hours or more: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Medicina Intensiva*. 43(2). 79–89.

Schreiber, Annia & Ceriana, Piero & Ambrosino, Nicolino & Malovini, Alberto & Nava, Stefano 2019. Physiotherapy and Weaning From Prolonged Mechanical Ventilation. *Respiratory Care* 64 (1). 17–25.

Spapen, Herbert d. & De Regt, Jouke & Honoré, Patrick M. 2017. Chest physiotherapy in mechanically ventilated patients without pneumonia-a narrative review. *Journal of Thoracic Disease*. 9(1). E44-E49.

Sprague, Samuel S. & Hopkins, Phillip D. 2003. Use of inspiratory strength training to wean six patients who were ventilator-dependent. *Physical Therapy*. 83(2). 171–81.

Suomen Fysioterapeutit 2020. Fysioterapiasuositus COVID-19. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.suomenfysioterapeutit.fi/edunvalvonta/koronavirus-ohjeita-fysioterapeuteille/fysioterapiasuositus-covid-19/>>. Luettu 1.10.2020.

Taito, Shunsuke & Shime, Nobuaki & Yasuda, Hideto & Ota, Kohei & Sarada, Kazuhiro & Lefor, Alan Kawarai & Sanui, Masamitsu 2018. Out-of-bed mobilization of patients undergoing mechanical ventilation with orotracheal tubes: A survey study. *Journal of Critical Care*. 2018. 47:173–177.

Toikkanen, Ulla & Keränen, Tuomas 2020. ”Tuhat tehohoitoaikkaa saadaan kasaan” *Lääkärilehti* 75 (13). 795. Saatavana myös sähköisesti osoitteessa: <<https://www.laakarilehti.fi/ajassa/ajankohtaista/rdquo-tuhat-tehohoitoaikkaa-saadaan-kasaan-rdquo/>>. Luettu 1.11.2020.

Toppila, Jussi & Karlsson, Sari 2017. Lihasseikkous ja tehohoito. Teoksessa Karlsson, Sari & Ala-Kokko, Tero & Pettilä, Ville & Tallgren, Minna & Valtonen, Mika (toim.): *Tehohoito-opas*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Helsinki. Saatavana sähköisenä: <https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf>. Luettu 1.10.2020.

Uusaro, Ari 2020. Tehohoidon järjestely. *Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito*. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim. Saatavana osoitteessa: <www.oppiportti.fi/op/ajt00002/do>. Luettu 1.1.2021.

Uusaro, Ari 2017. Asentohoidot hengitysvajauksen hoidossa. Teoksessa Karlsson, Sari & Ala-Kokko, Tero & Pettilä, Ville & Tallgren, Minna & Valtonen, Mika (toim.) 2017. *Tehohoito opas*. Tallinna: Kustannus Oy Duodecim. 35–36.

Valkeapää, Kirsi 2016. Tutkimusaineiston valinta systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessa. Teoksessa Stolt, Minna & Axelin, Anna & Suhonen, Riitta (toim.) 2016. *Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä*. Turku: Turun yliopisto. 62–63.

Varpula, Tero & Valta, Päivi 2003. Tehohoitopotilaan hengityslaittehoito. *Suomen lääkirilehti* 58 (13). 1537–1542.

Verceles, Avelino C. & Wells, Chris L. & Sorkin, John D. & Terrin, Michael L. & Beans, Jeffrey & Jenkins, Toye & Goldberg, Andrew P. 2018. A multimodal rehabilitation program for patients with ICU acquired weakness improves ventilator weaning and discharge home. *Journal of Critical Care* 47: 204–210.

Volsko, Teresa A. 2013. Airway clearance therapy: finding the evidence. *Respiratory Care* 58(10). 1669–78.

Walter, James M. & Corbridge, Thomas C. & Singer, Benjamin D. 2018. Invasive Mechanical Ventilation. *Southern Medical Journal*. 111(12). 746–753.

Wang, Tsung-Hsien & Wu, Chin-Pyng & Wang, Li-Ying 2018. Chest physiotherapy with early mobilization may improve extubation outcome in critically ill patients in the intensive care units. *The Clinical Respiratory Journal*. 12(11). 2613–2621.

Worrapphan, Salinee & Thammata, Attalekha & Chittawatanarat, Kaweesak & Saokaew, Surasak & Kengkla, Kirati & Prasannarong, Mujalin 2020. Effects of Inspiratory Muscle Training and Early Mobilization on Weaning of Mechanical Ventilation: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 101(11). 2002–2014.

Yagi, Maiko & Morita, Kojiro & Matsui, Hiroki & Michihata, Nobuaki & Fushimi, Kiyohide & Koyama, Teruyuki & Fujitani, Junko & Yasunaga, Hideo 2020. Outcomes After Intensive Rehabilitation for Mechanically Ventilated Patients: A Nationwide Retrospective Cohort Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. Article in press.