

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Caris Helena Kaup

**MANUAALNE HÜPERINFLATSIOON JA HINGAMISAPARAADIGA TEOSTATUD
HÜPERINFLATSIOON INTENSIIVRAVIL VIIBIVAL PATSIENDIL: SÜSTEMAATILINE
ÜLEVAADE**

**Manual hyperinflation and ventilator hyperinflation in critically ill patients: A systematic
review**

Magistritöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendajad:
Teadur, Henri Tilga, PhD

Anestesioloog-ülemarst-osakonna juhataja II intensiivravi osakond, SA Põhja-Eesti
Regionaalhaigla; assistent Tartu Ülikool, Kliinilise meditsiini instituut, Liivi Maddison, MD ja PhD

Tartu 2025

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID.....	3
Töö lühiülevaade.....	5
Abstract	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	7
1.1 Füsioteraapia intensiivravivis.....	7
1.1.1. Respiratoorne füsioteraapia.....	7
1.2 Manuaalne hüperinflatsioon.....	8
1.3 Hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon	9
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	11
3. TÖÖ METOODIKA	12
3.1 Teaduskirjanduse valimi moodustamise kriteeriumid	12
3.2 Teaduskirjanduse otsinguprotsess.....	12
3.3 Teaduskirjanduse allikate selekteerimine	12
3.4 Uuringute kvaliteedi hindamine.....	13
4. TULEMUSED	15
4.1 Analüüsi kaasatud artiklite ülevaade (n=17).....	15
4.2 Manuaalne hüperinflatsioon (n=15).....	16
4.3 Hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon (n=8)	17
5. ARUTELU	18
JÄRELDUSED	23
KASUTATUD KIRJANDUS	24
LISAD	30
Lisa 1. Analüüsitud uuringute lühikokkuvõtte (n=17).....	30
Lisa 2. Süstemaatilisse ülevaatesse kaasatud uuringute kvaliteedi hindamine	40

KASUTATUD LÜHENDID

ALI – Äge kopsukahjustus. Inglise k. *Acute lung injury*.

ARDS – Äge respiratoorse distressi sündroom. Inglise k. *Acute respiratory distress syndrome*.

CABG – Koronaarteri šunteerimine. Inglise k. *Coronary artery bypass graft*.

C_{dyn} – Dünaamiline kopsude venitatavus. Inglise k. *Dynamic compliance*.

C_{stat} – Staatiline kopsude venitatavus. Inglise k. *Static compliance*.

DBP – Diastoolne rõhk. Inglise k. *Diastolic blood pressure*.

ERCC – Rindkere kompressioon väljahingamise ajal. Inglise k. *Expiratory rib cage compression*.

FiO_2 – Sissehingatud hapniku osa. Inglise k. *Fraction of inspired oxygen*.

FRC – Funktsionaalne residuaalkapatsiteet. Inglise k. *Functional residual capacity*.

FT – Füsioteraapia.

GCS – Glasgow kooma skaala. Inglise k. *Glasgow coma scale*.

I:E suhe – Inspiiriumi ja ekspiiriumi suhe. Inglise k. *Inspiratory to expiratory ratio*.

ICU/IRO – Intensiivravi osakond. Inglise k. *Intensive care unit*.

IRV – Inspiraatorne reservmaht. Inglise k. *Inspiratory reserve volume*.

MAP – Keskmise arteriaalne vererõhk. Inglise k. *Mean arterial pressure*.

MHI – Manuaalne hüperinflatsioon. Inglise k. *Manual hyperinflation*.

MV – Mehaaniline ventilatsioon. Inglise k. *Mechanical ventilation*.

PaO_2 – Hapniku osarõhk arteriaalses veres. Inglise k. *Partial pressure of oxygen in arterial blood*.

PaO_2/FiO_2 – Hapniku osarõhu ja sissehingatud hapniku osa suhe.

P_{aw} – Maksimaalne hingamisteede rõhk. Inglise k. *Peak airway pressure*.

PC – Rõhuga kontrollitud ventilatsioon. Inglise k. *Pressure controlled ventilation*.

PC-CMV – Rõhuga kontrollitud pidev sundventilatsioon. Inglise k. *Pressure controlled continuous mandatory ventilation*.

PEEP – Positiivne lõppekspiraatorne rõhk. Inglise k. *Positive end expiratory pressure*.

PEF – Tippekspiraatorne õhuvool. Inglise k. *Peak expiratory flow*.

PIF – Tippinspiraatorne õhuvool. Inglise k. *Peak inspiratory flow*.

PIP – Maksimaalne rõhk sissehingamisel. Inglise k. *Peak inspiratory pressure*.

P_{PLAT} – Platoorõhk. Inglise k. *Plateau pressure*.

PRVC – Rõhuga reguleeritud mahuga tagatud ventilatsioon. Inglise k. *Pressure-regulated volume control*.

PSV – Rõhuga toetatud ventilatsioon. Inglise k. *Pressure support ventilation*.

R_{aw} – Hingamisteede resistentsus. Inglise k. *Airway resistance*.

R_s – Hingamisteede täielik resistentsus. Inglise k. *Total resistance*.

SBP – Süstoolne rõhk. Inglise k. *Systolic blood pressure*.

SIMV – Sünkroniseeritud vahelduv sundventilatsioon. Inglise k. *Synchronized intermittent mandatory ventilation*.

SLS – Südame löögisagedus.

SpO₂ – Saturatsioon. Inglise k. *Oxygen saturation*.

VAP – Hingamisaparaadist tingitud kopsupõletik. Inglise k. *Ventilator associated pneumonia*.

VC-CMV – Inglise k. *Volume controlled continuous mandatory ventilation*.

VHI – Hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon. Inglise k. *Ventilator hyperinflation*.

V_t – Tsüklimaht. Inglise k. *Tidal volume*.

Töö lühiülevaade:

Manuaalne hüperinflatsioon ja hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon intensiivravil viibival patsiendil: süstemaatiline ülevaade

Eesmärk: Käesoleva süstemaatilise ülevaate eesmärgiks oli kirjeldada manuaalse hüperinflatsiooni ja hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsiooni olemust ja selgitada välja nende efektiivsus atelektaaside ennetamisel ning ravil, kopsumahu ja gaasivahetuse parandamisel, sekreedi eemaldamisel ning kopsuosade töösse haaramisel.

Metoodika: Andmebaasidest PubMed, EBSCO ja Google Scholar otsiti sekkumisuuringuid, mis olid avaldatud aastatel 2010-2024 ja käsitlesid MHI ja/või VHI kasutamist täiskasvanud intensiivravil ja kopsude mehaanilisel ventilatsioonil viibivatel patsientidel. Vastavalt seatud kriteeriumitele kaasati ülevaatesse 17 uuringut.

Tulemused: MHI-d seostati mitmes uuringus kopsude staatilise venitatavuse, veregaaside (PaO_2 , SpO_2) ja sekreedi eemaldamise paranemisega. MHI osutus efektiivsemaks, kui seda kombineeriti rindkere kompressioonide ja teiste respiratoorsete tehnikatega. Samuti viitasid mitmed uuringud mehaaniliselt ventilatsioonilt võõrutamise edukuse soodustamisele ja intensiivravis viibitud päevade arvu vähenemisele. VHI näitas sarnast või isegi paremat efekti kopsude dünaamilise venitatavuse, sekreedi mobiliseerimise ja gaasivahetuse parandamisel. VHI võimaldab säilitada PEEP-i ja vältida hingamisaparaadist lahti ühendamisega seotud riske, olles intensiivravil ja kopsude mehaanilisel ventilatsioonil viibivatele patsientidele turvaliseks teraapiavõtteks.

Kokkuvõte: MHI ja VHI on tõenduspõhised, ohutud ja efektiivsed respiratoorse füsioteraapia sekkumised intensiivravis. Protokollide varieeruvus ja väljaõppe erinevused mõjutavad nende kasutust kliinilises praktikas. Edasised uuringud on vajalikud standardiseeritud protokollide ja pikaajaliste mõjude hindamiseks.

Märksõnad: manuaalne hüperinflatsioon, hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon, intensiivravi, respiratoorne füsioteraapia

Abstract:

Manual hyperinflation and ventilator hyperinflation in critically ill patients: A systematic review

Aim: The aim of this systematic review was to evaluate the nature and effectiveness of manual hyperinflation and ventilator hyperinflation in the prevention and treatment of atelectasis, improvement of lung volume and gas exchange, secretion clearance, and lung recruitment.

Methods: A search was conducted in the PubMed, EBSCO, and Google Scholar databases for interventional studies published between 2010 and 2024 that examined the use of MHI and/or VHI in adult patients in intensive care who were mechanically ventilated. Based on predefined inclusion criteria, 17 studies were included in the review.

Results: In several studies was MHI associated with improvements in static lung compliance, blood gas values (PaO₂, SpO₂), and secretion clearance. MHI proved to be more effective when combined with expiratory rib cage compression and other respiratory techniques. Additionally, multiple studies indicated that MHI may support successful weaning from mechanical ventilation and reduce the number of days spent in intensive care. VHI showed similar or even superior effects in improving dynamic lung compliance, mobilising secretions, and enhancing gas exchange. VHI allows for the preservation of PEEP and avoids risks associated with disconnection from the ventilator, making it a safe therapeutic option for critically ill and mechanically ventilated patients.

Conclusion: Both MHI and VHI are evidence-based, safe, and effective respiratory physiotherapy interventions in the intensive care setting. Variability in protocols and differences in practitioner training affect their use in clinical practice. Further research is needed to develop standardised protocols and assess long-term outcomes.

Keywords: manual hyperinflation, ventilator hyperinflation, intensive care, respiratory physiotherapy

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Füsioteraapia intensiivravis

Füsioterapeudi olemasolu intensiivravi osakonnas on multidistsiplinaarse ravi üheks väga oluliseks osaks ning mängib suurt rolli patsientide paranemise teekonnal. Intensiivravil viibivatel patsientidel tekib ravitüsistusena sageli intensiivravist tingitud nõrkust (*ICU-acquired weakness*) ning erinevaid respiratoorseid tüsistusi, mis on tingitud pikaajalisest liikumatusest. Sellega kaasneb pikk ja keerukas taastumisperiodid ning suureneb tervishoiuteenuste kasutamise vajadus ka pärast intensiivravist lahkumist (Puthuchery *et al.*, 2013; Fan *et al.*, 2014).

Intensiivravist tingitud nõrkus tekib muude eluohtlike seisundite intensiivravi tagajärjel ning esineb keskmiselt 43% intensiivravil viibivatest patsientidest. Peamiseks nõrkuse tekkimise põhjuseks on lihasmassi kadu, mis on suurim esimesel nädalal ning võib ulatuda isegi üle 10%. Enim mõjutab intensiivravist tingitud nõrkus jäsemeid ja hingamislihaseid (Vanhorebeek *et al.*, 2020).

Uuringud näitavad, et varajane füsioterapeutiline sekkumine, nagu respiratoorne teraapia, asendravi, passiivne ja aktiivne mobiliseerimine ning funktsionaalne treening, leevendavad intensiivravis tekkivaid tüsistusi (Stiller, 2013; Hodgson *et al.*, 2014). Varajane füsioteraapia näib andvat positiivseid tulemusi elukvaliteedi parandamisel, hingamislihaste ja üldise lihasjäudluse taastamisel, parandamisel ning deliiriumi vähendamisel, samuti võib väheneda mehaanilisel ventilatsioonil ja intensiivravis viibitud päevade arv (Kayambu *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2022; Needham *et al.*, 2010). Watanabe *et al.* (2023) uuring, kus varajast aktiveerimist (näiteks istumine voodi serval esimese viie päeva jooksul pärast intensiivravi osakonda saabumist) seostati suurema iseseisvusega igapäevaelus haiglast väljakirjutamisel, toetab samuti füsioterapeutilise sekkumise olulisust juba intensiivravi tasandil. Varajane füsioteraapia ei ole oluline mitte ainult füüsilise funktsiooni taastamiseks, vaid sellel on positiivne mõju ka psühholoogilisele heaolule ning see võib parandada patsientide pikaajalisi tulemusi, vähendades samal ajal tüsistuste tekkimise riski (Aboshoushah *et al.*, 2023).

1.1.1. Respiratoorne füsioteraapia

Respiratoorsel või hingamisteede füsioteraapial on oluline roll intensiivravil viibiva patsiendi käsitluses. Teraapia eesmärkideks on sekreedi väljutamine, ventilatsiooni ja perfusiooni suhte parandamine ning muude respiratoorsete tüsistuste ennetamine. Mehaanilisel ventilatsioonil viibivatel patsientidel on kõrge risk atelektaaside tekkeks, sekreedi retsensiooniks ja hingamisaparaadist tingitud kopsupõletiku tekkeks. See kõik võib pikendada intensiivravil ja

mehaanilisel ventilatsioonil viibitud päevade arvu ning tõsta suremust (Ntoumenopoulos *et al.*, 2002; Gosselink *et al.*, 2008).

Enamlevinud tehnikad eelnevalt mainitud tüsistuste vältimiseks ja ennetamiseks on rindkere füsioteraapia (perkussioon, vibratsioonid jne), manuaalne hüperinflatsioon, hingamisteede aspireerimine ning asendravi (Stiller, 2013; Pattanshetty & Gaude 2010). Kopsude hüperinflatsioon on laialdaselt kasutust leidv tehnika intensiivravis töötavate füsioterapeutide seas. Seda võib teostada kasutades hingamisaparaati, muutes selle parameetreid, või manuaalselt, kasutades hingamiskotti (Hayes *et al.*, 2011). Lisaks aitab respiratoorne teraapia kaasa mehaaniliselt ventilatsioonilt võõrutamisele (Lippi *et al.*, 2022).

1.2 Manuaalne hüperinflatsioon

Manuaalne kopsude hüperinflatsioon on üks paljudest teraapiavõtetest, mida intensiivravis töötav füsioterapeut kasutab. (Denehy, 1999). MHI eesmärgiks on atelektaseerunud kopsuosade avamine ja ventilatsiooni parandamine valitud piirkondades, sekreedi eemaldamine hingamisteedest, ventilatsiooni ja perfusiooni suhte (V/Q suhe) ning hapnikuga varustatuse parandamine. MHI-d kasutatakse ka selleks, et suurendada kopsude ventileeritavat mahtu ja mobiliseerida sekreeti – uuringud on näidanud, et see võib tõsta kopsude venitatavust (University Hospitals of Leicester NHS Trust, 2021; Berney & Denehy, 2002; Choi & Jones, 2005).

Manuaalset hüperinflatsiooni kirjeldasid näiteks Windsor *et al.* juba 1972. aastal. Selle allika kohaselt on MHI teostamise eelduseks, et patsient on intubeeritud või trahheostomeeritud. Tehnika sooritatakse pigistades aeglaselt hingamiskotti, mille täitudes tehakse 1-2 sekundiline paus ning seejärel toimub järsk koti vabastamine. Mõte sellise teostusviisi taga on imiteerida inimese köhatõuget. Inspiratoorse pausi eesmärgiks on lasta õhul hingamisteedes ühtlaselt jaguneda, et haarata võimalikult palju alveole. Vabastamise hetkel asetsevad füsioterapeudi käed patsiendi rindkerel ning teostatakse rindkere vibratsioone. Võtet korratakse seni, kuni rohkem sekreeti aspireerides ei välju või, kui patsient enam teraapiat ei talu (Windsor *et al.*, 1972). Berney ja Denehy (2002) kohaselt hõlmab manuaalne hüperinflatsioon endas hingamismahu tõstmist, kuni jõutakse hingamisteedes rõhuni 40 cmH₂O või hingamismahuni, mis on 150% hingamisaparaadi poolt antavast mahust. Alates sellest ajast on mitmed uuringud üritanud välja selgitada MHI tõhusust, kuid kliiniline kasulikkus jääb siiski ebaselgeks. Lisaks on uuringud näidanud, et MHI tulemust võib mõjutada teraapias kasutatud hingamiskoti suurus ning asjaolu, kas voluuringi on ühendatud manomeeter või mitte (Anderson *et al.*, 2015).

Tänaseks varieeruvad MHI protokollid üle maailma, kuid mitmed põhimõtted selle juures on siiski üldtunnustatud. Näiteks on University Hospitals of Leicester loonud 2021. aastal juhendi MHI teostamiseks, mille kohaselt käib see järgmiselt:

- 1) patsient võetakse mehaaniliselt ventilatsioonilt lahti ning intubatsioonitoru või trahheekanüüli otsa ühendatakse Mapleson C seade, manomeeter ja filter;
- 2) hapniku pealevool tõstetakse 15 L/min;
- 3) hingamiskoti abil ventileeritakse ühe käega, samal ajal mitte ületades hingamisteedes rõhku 40 cmH₂O;
- 4) inspiiriumi lõpus tehakse kuni 3-sekundiline paus, mille järel vabastatakse hingamiskott järsult;
- 5) selliseid hingetõmbeid korratakse kuus korda ning seejärel ühendatakse patsient tagasi hingamisaparaadi toele;
- 6) teraapia lõppedes aspireeritakse hingamisteid, et eemaldada hingamisteedes ülespoole liikunud sekreet;
- 7) patsiendi hindamine ning aspireerimine teostatakse enne ja pärast teraapiat.

Kuna manuaalne hüperinflatsioon hõlmab inspiratoorse rõhu, platoonõhu ja hingamismahtude suurendamist, on selle rakendamisel oluline olla ettevaatlik ja jälgida patsiendi elulisi näitajaid (Hodgson *et al.*, 2000). MHI võib põhjustada barotraumat, pneumotooraksit ja patsiendi kliinilist ebastabiilsust, mistõttu on juhendi kohaselt manuaalse hüperinflatsiooni vastunäidustusteks: ARDS ja fibroos (või muud seisundid, kus kopsude venitatavus on vähenenud), nahaalne emfüseem, dreenerimata pneumotooraks, avatud bronhopulmonaalne fistel, seletamatu verikõha, kopsuabstsess, kopsuemfüseem, pööratud suhtega ventilatsioon (inglise k. *inverse ratio ventilation*) või *airway pressure released ventilation* (APRV), PEEP > 12 cmH₂O, hingamisteede tipprõhud > 40 cmH₂O mehaanilisel ventilatsioonil, süstoolne rõhk 80 mmHg või alla selle, kontrollimatu arütmia, parempoolne südamepuudulikkus ning patsiendi agressiivsus (University Hospitals of Leicester, 2021).

1.3 Hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon

Hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon on võrreldes MHI-ga palju uuem teraapiavõte, mille läbiviimiseks kasutatakse erinevaid hingamisaparaadi režiime (nagu näiteks SIMV, VC või PC režiimid), et anda patsiendile baasväärtusest suuremat hingamismahtu (Liyanage *et al.*, 2024). VHI-d kasutatakse füsioterapeutilise sekkumisena eelkõige hingamisteede puhastamiseks ning see on näidanud potentsiaali hingamisteede mehaanika parandamisel. Üheks peamiseks eesmärgiks on ka bronhiaalhügieeni toetamine, kus VHI abil püütakse ohutult ja efektiivselt mobiliseerida ja eemaldada hingamisteedes paiknevat sekreeti (Bonczynski *et al.*, 2024; Lockstone *et al.*, 2023).

VHI põhiprintsiibiks on sisse- ja väljahingatava õhu voolukiiruse moduleerimine, et luua olukord, kus maksimaalne ekspiratoorne voolukiirus ületab maksimaalset inspiratorset voolukiirust (inglise k. *expiratory flow bias*), mille mõte on tuua sekreeti hingamisteedes kõrgemale (Thomas & Paratz, 2023). VHI võimaldab saavutada kontrollitud ja sügavaid sissehingamisi, et parandada kopsude venitatavust, mobiliseerida sekreeti ning tõhustada gaasivahetust ilma, et oleks vajadust patsient hingamisaparaadist lahti ühendada. See muudab meetodi vähem invasiivseks ja vähendab infektsiooniriski. Tänu sellele säilib ka võtte läbiviimise käigus lõpp-positiivne rõhk ning parem kontroll ja ülevaade hingamisaparaadi parameetrite üle (Anderson *et al.*, 2015; Berney & Denehy, 2002; Ntoumenopoulos, 2005).

VHI vähest populaarsust aitab selgitada Austraalia ja Uus-Meremaa füsioterapeutide seas läbiviidud küsimustik. Selgus, et põhiliseks piiranguks kõnealuse teraapiavõtte kasutamisel on vähesed teadmised ja väljaõpe ning vaid 21% küsitletud füsioterapeutidest kasutas VHI-d, pigem eelistati MHI-d. Samuti on teostamise protokoll ja doos sealsete terapeutide seas varieeruv, mistõttu on optimaalse teraapiaprotokollile leidmiseks vaja täiendavaid uuringuid (Hayes *et al.*, 2011). Sarnased tulemused on leitavad ka Sri Lanka intensiivravi füsioterapeutide seas läbi viidud küsimustikus, kus selgus, et puudub standardiseeritud protokoll VHI teostamiseks ning praktika sealsete terapeutide seas on sarnaselt eelmisele uuringule varieeruv (Liyanage *et al.*, 2024).

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

1. Kirjeldada manuaalse hüperinflatsiooni olemust ja selgitada välja selle efektiivsus atelektaaside ennetamisel ning ravil, kopsumahu ja gaasivahetuse parandamisel, sekreedi eemaldamisel ning kopsuosade töösse haaramisel intensiivravil ja kopsude mehaanilisel ventilatsioonil viibival patsiendil.
2. Kirjeldada hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsiooni olemust ja selgitada välja selle efektiivsus atelektaaside ennetamisel ning ravil, kopsumahu ja gaasivahetuse parandamisel, sekreedi eemaldamisel ning kopsuosade töösse haaramisel intensiivravil ja kopsude mehaanilisel ventilatsioonil viibival patsiendil.
3. Selgitada välja olemasolevad teadmised ja parimad praktikad manuaalse hüperinflatsiooni ja hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsiooni võtete teostamisel.

3. TÖÖ METOODIKA

3.1 Teaduskirjanduse valimi moodustamise kriteeriumid

Käesolevasse süstemaatilisse ülevaatesse kaasati uuringud, kus uuritavateks olid täisealised intensiivravil ja kopsude mehaanilisel ventilatsioonil viibivad patsiendid. Uuringutes pidi olema kasutatud ühe sekkumisena kas mehaanilist hüperinflatsiooni, hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsiooni või mõlemat. Uuringud pidid sisaldama selget protokollit MHI või VHI teostamisest. Samuti pidid kõik sisse arvatud artiklid olema sekkumisuuringud.

Analüüsi uuringuid, mis vastasid järgnevatele kriteeriumitele:

1. Uuring, milles kõik olid täisealised intensiivravil viibivad patsiendid;
2. uuritavad viibisid kopsude mehaanilisel ventilatsioonil;
3. uuring on ilmunud viimase 15 aasta jooksul (01.01.2010 - 31.12.2024);
4. uuringus kasutati ühte kahest või mõlemat töös käsitletavast teraapiavõttest (manuaalne hüperinflatsioon ja/või ventilaator hüperinflatsioon);
5. sisaldab andmeid teraapia tulemusest ja võtte teostamisel kasutatud parameetritest;
6. tegemist on sekkumisuuringuga;
7. uuring on inglisekeelne;
8. uuring on täies mahus kättesaadav.

3.2 Teaduskirjanduse otsinguprotsess

Teaduskirjanduse otsingu teostamiseks kasutati järgmisi andmebaase: PubMed, EBSCO ja Google Scholar. Artiklite otsing teostati 2025.a jaanuaris ning valik põhines PRISMA juhendil (Moehr *et al.*, 2009).

Andmebaasidest otsiti uuringuid, mis olid ilmunud ajavahemikul 01. jaanuar 2010 kuni 31. detsember 2024. Kasutatud märksõnad olid: *manual hyperinflation*, *ventilator hyperinflation*, *manual hyperinflation physiotherapy*, *ventilator hyperinflation physiotherapy*. Teaduskirjanduse otsinguprotsessist annab ülevaate Joonis 1.

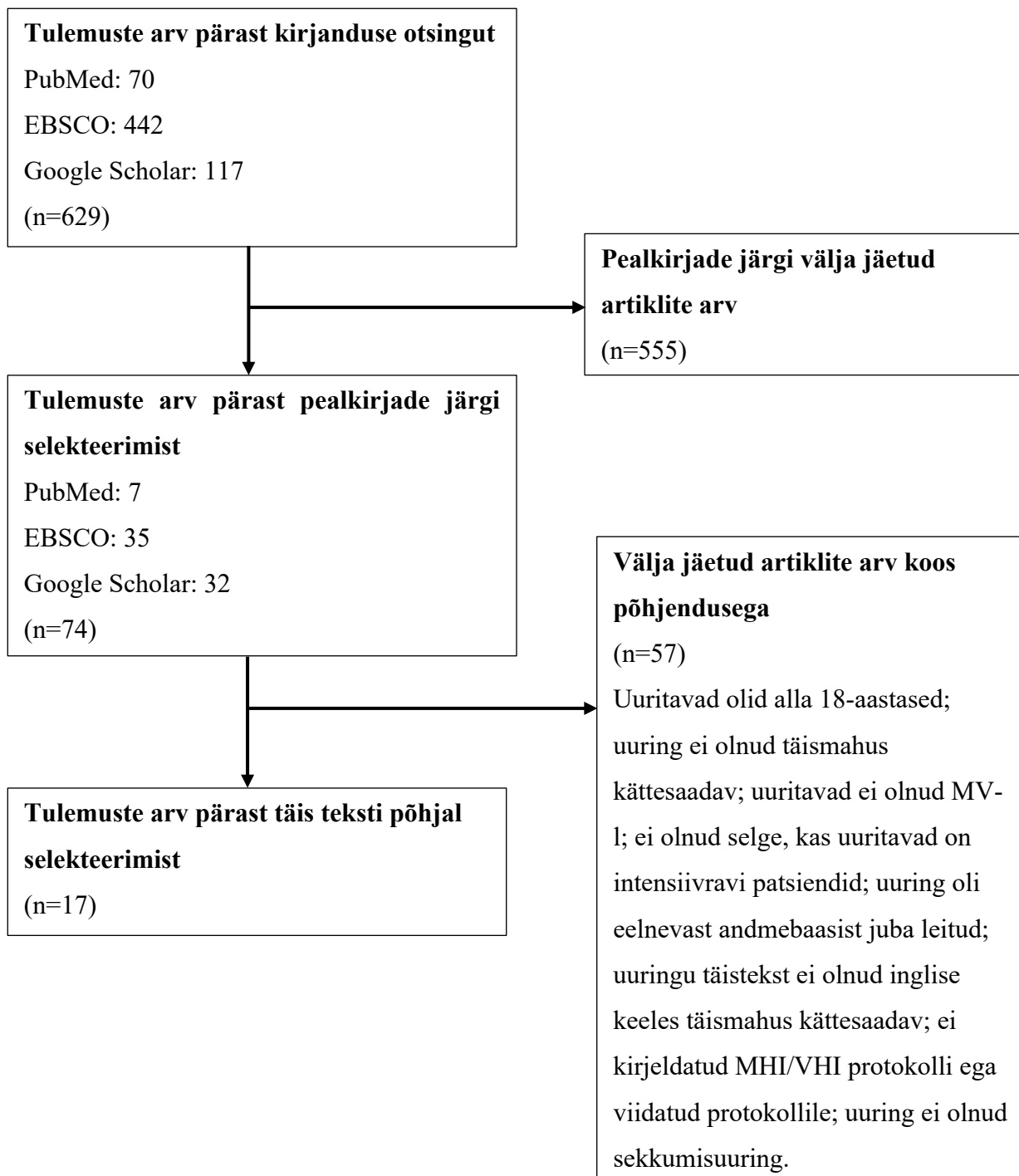
3.3 Teaduskirjanduse allikate selekteerimine

Süstemaatilisse ülevaatesse sobivate artiklite leidmiseks loeti läbi igast andmebaasist leitud artiklite pealkirjad ning sõeluti välja sobivate pealkirjadega artiklid ning eemaldati korduvate pealkirjadega artiklid. Pärast duplikaatide välja sõelumist töötati läbi allesjäänud uuringute lühikokkuvõtted. Pärast lühikokkuvõtete läbitöötamist loeti läbi kõikide sisse arvatud uuringute

täistekst ning peatükis 3.1 esitatud kriteeriumite alusel tehti viimane otsus uuringu sisse- või väljaarvamiseks süstemaatilisse ülevaatesse.

3.4 Uuringute kvaliteedi hindamine

Pärast süstemaatilisse ülevaatesse sobivate artiklite sõelumisprotsessi hinnati uuringute kvaliteeti, kasutades tööriista „*Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials*” (Sterne *et al.*, 2019). Uuringute kvaliteedi hindamine on leitav Lisas 2.



Joonis 1. Kirjanduse otsing ja selekteerimine.

4. TULEMUSED

4.1 Analüüsi kaasatud artiklite ülevaade (n=17)

Käesolevasse süstemaatilisse ülevaatesse on kaasatud 17 artiklit, mis vastasid peatükis 3.1 esitatud otsingukriteeriumitele. Kõige uuemad neist on avaldatud 2020. aastal (Jacques *et al.*, 2020; Ali *et al.*, 2020; Elrefaey & Zidan, 2020) ning vanimad 2010. aastal (Ahmed *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2010). Uuringud on teostatud mitmetes riikides: Holland, Brasiilia, India, Austraalia, Egiptus, Pakistan ja Türgi. Kõik kaasatud uuringud käsitlesid manuaalse ja/või hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsiooni olemust, tõhusust ja rakendatud protokollide mehaaniliselt ventileeritud ja intensiivravi vajavatel patsientidel.

MHI näitas järjepidevalt positiivseid tulemusi kopsufunktsiooni, staatilise kopsude venitatavuse, hapnikuga varustatuse ja arteriaalsete veregaaside (nt PaO₂ ja PaCO₂) parandamisel (Ali *et al.*, 2020). MHI koostöös erinevate abitehnikatega nagu rindkere kompressioonid, asendravi ja hingamisteede aspireerimine seostati positiivselt mehaaniliselt ventilatsioonilt võõrutamise ning intensiivravis veedetud päevade arvu vähendamisega (Berti *et al.*, 2012; Pattanshetty & Gaude, 2010). Pattanshetty ja Gaude 2010. aasta uuringus täheldati märkimisväärselt väiksemat suremust patsientide seas (24% uuringugrupis versus 49% kontrollgrupis), samuti seostati MHI teostamist koos eelnevalt mainitud abitehnikatega, vähenenud hingamisaparaadiga seotud kopsupõletiku tekkega. MHI + abitehnikaid teostati kahel korral päevas (Pattanshetty & Gaude, 2010).

VHI osutus mitmes uuringus sama tõhusaks kui MHI ning mõnel juhul isegi tõhusamaks, parandades kopsude dünaamilist venitatavust, olles suuremaks abiks sekreedi eemaldamisel ja hapnikuga varustatuse parandamisel. Erinevatel rõhuga kontrollitud režiimidel koos pikema inspiratoorse pausiga suurendas VHI märkimisväärselt kopsude staatilist venitatavust (+14.8%), seda ilma oluliste hemodünaamiliste muutusteta (Chicayban *et al.*, 2019). VHI eeliseks teraapia käigus on see, et patsienti ei ole vaja mehaaniliselt ventilatsioonilt lahti ühendada ning kontroll hingamisfunktsiooni üle on täpsem kogu teraapia vältel.

Hoolimata protokollide varieeruvusest, kasutati MHI puhul kõige sagedamini 1,5-2 korda suuremat hingamismahtu võrreldes baasmahuga. Hingamisteedes sekreedi kõrgemale toomiseks kasutati enamasti inspiratoorset pausi pikkusega 2-3 sekundit, millele järgnes järsk hingamiskoti vabastamine. VHI puhul saavutati paremaid tulemusi mahu ja/või rõhu kontrolli režiimidel, kus hingamisteede rõhku tõsteti sammhaaval (kuni 35-40 cmH₂O) ning inspiiriumi aega kontrolliti voolukõverate põhjal.

4.2 Manuaalne hüperinflatsioon (n=15)

Analüüsitud seitsmeteistkümnest uuringust käsitleti manuaalset hüperinflatsiooni viieteistkümnes, kus seda rakendati kas iseseisvalt või koos teiste respiratoorse füsioteraapia võtetega (rindkere kompressioonid, vibratsioonid, perkussioon, asendravi ja hingamisteede aspireerimine). MHI-d kasutati laialdaselt nii postoperatiivsetel patsientidel kui ka ägeda kopsuvigastuse ägeda kopsukahjustusega patsientidel, hingamisaparaadiga seotud kopsupõletiku ja üldise hingamispuudulikkuse korral.

Enamikes uuringutes teostati MHI kasutades Mapleson C või Mapleson F süsteemi 2-liitri hingamiskotiga ning hapniku voolukiirus oli 15 L/min. Maksimaalseks inspiratoorseks rõhuks seati 35-40 cmH₂O, mida jälgiti manomeetri abil. Inspiratoorne aeg kestis valdavalt 2-3 sekundit, millele järgnes 2-3 sekundiline inspiratoorne paus ning lõpuks järsk hingamiskoti vabastamine, et soodustada sekreedi liikumist. Tüüpiline teraapia pikkus uuringute lõikes oli 6-8 hingetõmmet minutis, 4-6 seeriat järjest. Teraapiat teostati valdavalt 1-2 korral päevas, sageli kuni patsiendi ekstubeerimiseni (Ali *et al.*, 2020; Pattanshetty & Gaude, 2012).

Sekreedi mobiliseerimine oli mitme analüüsitud uuringu eesmärk, kuid aspireeritud sekreedi hulga suurenemist statistiliselt olulisel määral ei leitud. Dias *et al.* (2011) ja Dennis *et al.* (2012) leidsid, et aspireeritud sekreedi kaal ei erinenud oluliselt kahe sekkumise vahel (vastavalt MHI+ERCC vs aspireerimine ja MHI vs VHI). Siiski viitasid näiteks Berti *et al.* (2012) sellele, et MHI koos rindkere kompressioonidega võib toetada sekreedi liikumist, eriti kombineerides võtet teiste respiratoorse teraapia tehnikatega.

Atelektaaside ennetamine ja ravi oli esile toodud näiteks Paulus *et al.* (2011) uuringus, kus südameoperatsioonijärgsetel patsientidel, kellele tehti regulaarselt MHI-d, langes funktsionaalne residuaalkapatsiteet võrreldes kontrollgrupiga vähem. Ka radioloogilisel hindamisel esines vähem atelektaase MHI grupis.

Kopsumahu ja gaasivahetuse paranemine on levinud tulemus mitmes uuringus. MHI parandas statistiliselt oluliselt PaO₂/FiO₂ suhet ja SaO₂ väärtust (Ali *et al.*, 2020; Elrefaey & Zidan, 2020). Ahmed *et al.* (2010) märkasid MHI positiivset mõju staatilisele ja dünaamilisele kopsude venitatavusele, samas Sikka ja Radhkrishnan (2016) tõid esile, et C_{st} väärtus suurenes 1 minuti möödudes pärast MHI teostamist (13,4%). Mõju püsis ka 30 minuti möödudes pärast teraapiat, kuid mõnevõrra vähenenuna.

Mehaaniliselt ventilatsioonilt võõrutamise edukus ja intensiivravis viibitud päevade arv olid mitmes uuringus selgelt paremate tulemustega MHI-d saanud patsientidel. Berti *et al.* (2012) märkisid, et MHI + ERCC grupis oli edukalt MV-lt võõrutatud patsientide osakaal 37,5% juba 2.-3. päeval (vs 0% kontrollgrupis). Ka intensiivravis viibitud aeg oli sekkumisgrupis lühem (31% vs 0%

5. päeval). Sarnaseid tulemusi kinnitasid ka Pattanshetty & Gaude (2012), kus ekstubeerimise edukus oli kõrgem MHI grupis ning suremus oluliselt väiksem (25,8% vs 46%).

Manuaalset hüperinflatsiooni hinnatakse ohutuks ja hemodünaamiliselt talutavaks teraapiavõtteks. Mitmes uuringus täheldati muutuseid vererõhus ja südame löögisageduses, kuid need taastusid kiiresti ja ühtegi uuringut ei katkestatud komplikatsioonide tõttu.

4.3 Hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon (n=8)

Hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsiooni käsitleti kaheksas analüüsitud uuringus, kuues neist oli VHI võrreldud MHI-ga ning vaid kaks uuringut keskendusid ainult VHI-le. Seda teraapiavõtet rakendati erinevate hingamisaparaadi režiimide abil, sealhulgas mahu- (VC-CMV) ja rõhukontrollitud (PC-CMV) režiimides ning sünkroniseeritud vahelduv sundventilatsioon (SIMV) ja rõhuga toetatud ventilatsioon (PSV) seadistustel. Üldjoontes viidi VHI läbi nii, et hingamisaparaadi seadetes suurendati kas hingamismahtu või -rõhku järk-järgult, et saavutada inspiratoorne rõhk vahemikus 35–40 cmH₂O. Inspiiriumi aega pikendati tavaliselt 3–5 sekundini, millele lisati inspiratoorne paus 10–20% hingamistsükli pikkusest (Jacob *et al.*, 2020; Chicayban, 2019; Ribeiro *et al.*, 2019).

VHI viidi läbi kas ühe või mitme seeriana, tavaliselt eelnes ja järgnes sellele hingamisteede aspireerimine. Kõik patsiendid jäid teraapia ajaks hingamisaparaadi toetusele, mis võimaldas säilitada PEEP-i ja vältida suuremaid hemodünaamilisi muutuseid. Kaasatud uuringutes teostati VHI-d vaid ühel päeval.

Sekreedi mobiliseerimine oli oluline eesmärk mitmes süstemaatilisse ülevaatesse kaasatud uuringus. Jacob *et al.* (2020) näitasid, et VHI abil eemaldus rohkem sekreeti kui MHI puhul. Ribeiro *et al.* (2019) tulemused viitasid sellele, et teatud VHI režiimid (nt PSV10%, PSV 25% VC-CMV20 L/min) soodustavad paremini olukorda, kus suurim ekspiratoorne voolukiirus ületab suurimat inspiratoorset voolukiirust, mis toetab sekreedi efektiivset mobiliseerimist ja eemaldamist. Samas Dennis *et al.* (2012) uuringus ei olnud erinevus aspireeritud sekreedi kaalus MHI ja VHI vahel statistiliselt oluline.

Atelektaaside ennetamine ja ravi ei olnud kõigis uuringutes põhieesmärkide seas, siiski mainiti mõnes artiklis ka seda. Dennis *et al.* (2012) ja Jacob *et al.* (2020) hindasid radioloogiliste leidude ja PaO₂/FiO₂ suhte muutuste kaudu VHI mõju atelektaasile. Jacob *et al.* (2020) leidis, et VHI parandas kopsude venitatavust ning toetas atelekteerunud kopsuosade taasavamist ilma oluliste hemodünaamiliste muutusteta

Ohutuse poole pealt hinnati VHI kõigis uuringutes hemodünaamiliselt talutavaks. Ei teatatud ühestki tõsisest kõrvalmõjust ega tüsistusest. Vererõhk ja südame löögisagedus jäid stabiilseks ning maksimaalsed rõhud ja saturatsioonid püsisid seatud piirides (Jacob *et al.*, 2020; Chicayban, 2019).

5. ARUTELU

Käesolev töö annab ülevaate kahest respiratoorse teraapia võttest, manuaalne hüperinflatsioon ja hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon, tuginedes viimase viieteistkümne aasta jooksul ilmunud teaduskirjandusele. Lisaks nende efektiivsusele oli eesmärk selgitada välja olemasolevad teadmised ja parimad praktikad võtete läbiviimisel.

Ülevaatesse kaasatud uuringute analüüs näitab märkimisväärset varieeruvust VHI teostamisviisides, mis peegeldab teraapiavõtte uudsust ning selgitab standardiseeritud protokollide puudumist kliinilises praktikas. VHI viidi läbi kasutades erinevaid hingamisaparaadi mahu- või rõhukontrollitud režiime. Populaarseimaks osutusid mahukontrolliga režiimid, eriti SIMV, mida kasutati kokku neljas uuringus, ning seda režiimi kasutatud protokollides tõsteti hingamistsükli mahtu 150-200 milliliitri kaupa. Ka Austraalia ja Uus-Meremaa terapeutide seas läbiviidud küsimustiku tulemusel leiti, et enim manipuleeritakse VHI teostamisel hingamisaparaadi parameetritega kasutades SIMV/VC režiimi (Hayes *et al.*, 2011). Vastupidiselt eelmistele, on Sri Lanka intensiivravi füsioterapeutide seas populaarseim režiim rõhuga kontrollitud SIMV (Liyanage *et al.*, 2024). Ka 2015. aastal läbiviidud uuring kunstkopsude peal viitab sellele, et mahukontrolliga SIMV režiimil on VHI tõhusam (Thomas, 2015). University Hospital Southampton on loonud oma füsioterapeutide jaoks standardi VHI teostamiseks. Rõhuga kontrollitud režiime kasutades soovitatakse tõsta rõhku 2-4 cmH₂O kaupa ning mahuga kontrollitud režiimidel 50-100 milliliitri kaupa. Sedasi jätkatakse kuni saavutatakse soovitud maht või maksimaalne soovitatud rõhk hingamisteedes (University Hospital Southampton, 2019).

Kõigis kaheksas VHI-d käsitlevas uuringus määrati teraapia ajaks FiO₂ 100% ning maksimaalne inspiratoorne rõhk ei ületanud 40 cmH₂O. Assmann *et al.* (2016) viitavad sellele, et kõikidel respiratoorse teraapia võtetel, kus kasutatakse suuri hingamismahte, ei tohiks inspiratoorne rõhk ületada 40 cmH₂O, vältimaks barotrauma tekkimist. Inspiratoorset pausi kirjeldati erinevalt – näiteks tegid Ahmed *et al.* (2010) 2-sekundilise inspiratoorse pausi, kuid Sikka ja Radhakrishnan (2016) teraapia ajal kestis see 20% hingamistsükli ajast. Tavapärane teraapia kestvus oli 6-8 hingetõmmet minutis, 4-6 seeriat ning Sikka & Radhakrishnan (2016) jätsid seeriade vahele 30-sekundilise puhkepausi, mil taastati teraapiaeelsed mehaanilise ventilatsiooni parameetrid.

Uuringute analüüsi tulemusel selgus, et VHI parandas kopsude dünaamilist venitavust ja gaasivahetust (PaO₂/FiO₂ suhet) ning võis soodustada sekreedi mobiliseerimist, kohati isegi efektiivsemalt kui MHI (Ahmet *et al.*, 2010; Chicayban, 2019; Jacob *et al.*, 2020). Seda toetab ka Valer *et al.* (2022) uuring, mille kohaselt olid nii MHI kui ka VHI tõhusad sekreedi eemaldamisel. VHI üheks oluliseks eeliseks on lõpp-positiivse rõhu säilitamine hingamisteedes teraapia käigus, mis aitab vältida alveoolide kollabeerumist ning vähendab mehaaniliselt ventilatsioonilt lahti

ühendamisega seotud riske (Jacob *et al.*, 2020; Anderson *et al.*, 2015; Valer *et al.*, 2022). Samuti hinnati VHI-d kõikides kaasatud uuringutes hemodünaamiliselt turvaliseks ja hästi talutavaks patsientide poolt (Chicayban, 2019; Jacob *et al.*, 2020). See muudab VHI eriti sobivaks raskelt haigetele patsientidele või olukordades, kus MHI-d ei ole soovitatav rakendada mehaaniliselt ventilatsioonilt lahti ühendamisega seotud ohtude tõttu (rõhulangus hingamisteedes ja infektsioonirisk).

Martinez *et al.* (2022) süstemaatiline ülevaade uuris samuti VHI efektiivsust ning leiti, et hetkel ei ole veel piisavalt tõendeid mille põhjal väita, et VHI on 100% efektiivne sekreedi eemaldamisel, kopsude dünaamilise venitatavuse ja oksügenisatsiooni parandamisel. Võttes arvesse saadud tulemusi leiavad autorid, et VHI ei tohiks olla igapäevases kasutuses enne, kui ei ole tehtud uusi ja kvaliteetsemaid uuringuid.

Kuna analüüsitud uuringute vältel viidi VHI läbi vaid ühel päeval ja korral, kuuel juhul samal päeval MHI-ga, jääb selle pikaajaline toime ebaselgeks. Vaatamata paljulubavatele tulemustele on VHI kasutus kliinilises praktikas endiselt piiratud, seda peamiselt standardiseeritud protokollide ja piisava väljaõppe puudumise tõttu, nagu näitavad ka mitmed küsimustikud (Hayes *et al.*, 2011; Liyanage *et al.*, 2024). Kuigi VHI on paljutõotav ja ohutu teraapiavõte, on vaja täiendavaid uuringuid, et leida optimaalsed ja tõendus põhised parameetrid selle läbi viimiseks, mis tagaksid järjepideva ja tõhusa rakendamise intensiivravi osakondades.

Süstemaatilise ülevaate tulemused näitavad, et manuaalne hüperinflatsioon on tõhus respiratoorse teraapia võte intensiivravi ja mehaanilisel ventilatsioonil viibival patsiendil. MHI-d seostati järjepidevalt paranenud kopsude staatilise venitatavuse, veregaaside väärtuste ja hingamisfunktsiooniga (Ahmed *et al.*, 2010; Ali *et al.*, 2020; Sikka & Radhakrishnan, 2016). Eriti tõhusaks osutus MHI, kui seda kombineeriti rindkere kompressioonide, asendravi ja hingamisteede aspireerimisega (Pattanshetty & Gaude, 2010; Berti *et al.*, 2012). Selline multimodaalne lähenemine soodustas ka mehaaniliselt ventilatsioonilt võõrutamist ning lühenenud intensiivravi viibitud aega. Kuigi aspireeritud sekreedi hulga muutused ei olnud alati statistiliselt olulised (Dias *et al.*, 2011; Dennis *et al.*, 2012), toetavad tulemused siiski seisukohta, et MHI võib olla abiks sekreedi mobiliseerimisel eriti, kui seda kasutatakse koos abitehnikatega. Lisaks viitasid mõned uuringud madalamale suremusele MHI-d saanud patsientide seas võrreldes kontrollgrupiga (Pattanshetty & Gaude, 2010). Kuigi nii MHI kui ka VHI näitavad paljulubavaid tulemusi mehaanilisel ventilatsioonil ja intensiivras viibitud päevade arvu vähendamisel, jäävad pikaajalised tulemused ja toime kohati siiski ebaselgeks. Süstemaatilisse ülevaatesse kaasatud seitsmeteistkümnest uuringust kuues teostati MHI kas kuni ekstubatsioonini või viiel kuni kuuel järjestikusel päeval, enamasti kahel korral päevas (Paulus *et al.*, 2011; Berti *et al.*, 2012; Pattanshetty & Gaude, 2010, 2012; Farghaly *et al.*, 2019; Elrefaey & Zidan, 2020). Ülejäänud 11 uuringus viidi MHI ja/või VHI läbi ühel päeval ning andmeid

koguti maksimaalselt kuni üks tund pärast teraapiat. Seega võib öelda, et tõendusmaterjal pikaajaliste mõjude kohta on piiratud ning see rõhutab vajadust täiendavate pikaajaliste ja standardiseeritud uuringute järele.

MHI efektiivsust toetab ka Paulus *et al.* (2012) süstemaatiline ülevaade, kus uuriti selle riske ja kasutegureid mehaanilisel ventilatsioonil viibivatel patsientidel. Kuigi leidis vastakaid tulemusi, mainivad autorid siiski MHI positiivset mõju kopsude venitatavusele ja oksügenisatsioonile patsientide seas, kes on läbinud südameoperatsiooni, kellel esineb ulatuslikku atelektaasi või kellel on diagnoositud kopsupõletik.

MHI hinnati analüüsitud uuringute lõikes üldiselt ohutuks, sest täheldatud hemodünaamilised muutused olid mööduvad ning teraapiat ei katkestatud üheski uuringus. Küll aga tuuakse juba eelnevalt mainitud 2012. aasta süstemaatilises ülevaates välja MHI ohukohad. Kuna MHI teostamine nõuab patsiendi lahti ühendamist mehaaniliselt ventilatsioonilt, siis suureneb infektsiooni ning VAP-i tekkerisk. Hingamisaparaadist lahti ühendamisel tekib ka rõhu langus hingamisteedes, mis omakorda võib hoopis soodustada atelektaaside teket (Paulus *et al.*, 2012).

Nagu VHI puhul, ilmnis kaasatud uuringutes varieeruvust ka MHI teostamisviisides, siiski jäid mitmed võtmeelemendid samaks. Uuringutes kasutati enamasti 2-liitrist hingamiskotti, Mapleson C või mõnel juhul ka Mapleson F süsteemi. Hapniku voolukiiruseks seati 15 L/min ning maksimaalseks hingamisteede rõhuks peeti 35-40 cmH₂O. Rõhku jälgiti valdavalt manomeetri abil, kuid mitte kõikides uuringutes (Ahmed *et al.*, 2010; Ali *et al.*, 2020; Pattanshetty & Gaude, 2012). Inspiirium kestis tavaliselt 2-3 sekundit, millele järgnes inspiratoorne paus ja kiire hingamiskoti vabastamine. Pattanshetty ja Gaude (2010) tekitasid isegi 3-5 sekundilise inspiratoorse pausi, samal ajal kui teistes uuringutes kestis see valdavalt 2-3 sekundit. Mitmes uuringus kombineeriti MHI-d täiendavate tehnikatega, nagu rindkere kompressioonid, asendravi ja hingamisteede aspireerimine. Koos abitehnikatega näis MHI andvat paremaid tulemusi näiteks mehaanilisel ventilatsioonil ja intensiivravil viibitud päevade arvu lühendamise osas (Pattanshetty & Gaude, 2010; Berti *et al.*, 2012).

Volpe *et al.* (2018) palusid kaheteistkümnel terapeudil sooritada MHI kunstkopsude peal, mis olid täidetud kunstliku sekreediga. Esmalt sooritasid spetsialistid MHI endale harjumuspäraselt ning teisel korral jälgisid nad uuringu läbiviijate poolt etteantud protokollit. Selgus, et kindlat protokollit järgides saavutati sekreedi väljutamisel paremaid tulemusi, sest ilma juhendamisetä varieerus MHI teostamine terapeutide seas suuresti. Esmasel teraapia teostamisel kippus tippinspiratoorne õhuvool olema suurem kui tippekspiratoorne õhuvool, mille tulemusel olid PIF/PEF suhe ja PEF-PIF erinevus väga kaugel sekreedi liigutamiseks soovitatud väärtustest, (PIF/PEF < 0,9; PEF-PIF erinevus > 17 L/min). Autorite kohaselt tuleb MHI sooritada pika ja aeglase inspiiriumiga, et saavutada piisav vahe ekspiratoorse ja inspiratoorse õhu voolukiiruse vahel. MHI kasutamist ja teostamisviise on 2009.

aastal uuritud ka Hollandi intensiivravi õdede hulgas. 96% vastanutest kasutas MHI-d, 27% neist igapäevaselt ning 69% vastavalt vajadusele. Sageli viidi teraapia läbi ilma arsti või füsioterapeudi juuresolekuta. Vastanute seas esines väga suur varieeruvus MHI teostusviisi osas. Ainult 8% monitoorisid teraapia ajal hingamisteede rõhku, 19% kasutasid järsku hingamiskoti vabastamist köhatõuke simuleerimiseks ning ka hingamismahud erinesid palju (Paulus *et al.*, 2009). Need uuringud aitavad selgitada ka käesolevas süstemaatilises ülevaates ilmnevaid erinevusi manuaalse hüperinflatsiooni teraapiaprotokollide vahel. Kuigi osa haiglatel on olemas oma juhised MHI teostamiseks, nagu näiteks University Hospitals of Leicester (2021), siis peaksid edasised uuringud keskenduma ühtse standardiseeritud protokollide loomisele.

Erinevad tulemused MHI ja VHI efektiivsuse kohta viitavad sellele, et mõlemad meetodid võivad olla kasulikud, kuid nende rakendamine peaks olema kontekstipõhine ning lähtuma patsiendi seisundist, ravieesmärkidest ja olemasolevatest ressurssidest. Kuna mõlemal meetodil on oma tugevused ja piirangud, viitavad erinevad tulemused vajadusele individuaalsemaks lähenemiseks. Lisaks näitavad tulemused, et suuremat kasu võib saavutada multimodaalse lähenemisega, kus MHI või VHI kombineeritakse teiste respiratoorse teraapia võtetega. Need tulemused rõhutavad vajadust standardiseeritud juhendite ja spetsialistide väljaõppe järele, et tagada töös käsitlevate võtete järjepidev ja tõhus rakendamine, sõltumata haigla või terapeudi harjumustest.

Praktikas peaksid füsioterapeudid tagama ohutuse MHI ja VHI teostamise käigus, võtma arvesse vastunäidustusi ja monitoorima patsienti enne teraapiat, teraapia vältel ning pärast teraapiat. MHI puhul oli enamlevinud 2-liitrise hingamiskoti kasutamine koos Mapleson C või F süsteemiga ning hapniku voolukiirus oli sätestatud 15 L/min peale. Teraapia peaks algama aeglase ja sügava sissehingamisega, millele järgneb 2-3 sekundiline inspiratoorne paus ja seejärel järsk koti vabastamine, et simuleerida köhatõuget ja soodustada sekreedi liikumist. Rõhk hingamisteedes ei tohi ületada 40 cmH₂O ja seda tuleks jälgida manomeetri abil. Tulemuste põhjal võiks teraapia käigus teostada 6-8 hingetõmmet minutis, 4-6 seeriat. Seda kõike tuleks korrata 1-2 korral päevas, sõltuvalt patsiendi taluvusest ja vajadusest. VHI puhul soovitatakse suurendada hingamismahtu või rõhku sammhaaval, kuni saavutatakse hingamisteedes rõhk 35-40 cmH₂O. Inspiiriumi aega võiks pikendada 3-5 sekundini ja sellele lisada 10-20% pikkune inspiratoorne paus, säilitades teraapia ajal FiO₂ 100%.

Käesoleva süstemaatilise ülevaate tugevusteks on selgelt määratletud eesmärk, rangelt kehtestatud uuringute kaasamiskriteeriumid ning põhjalik kirjanduse otsing suuremates andmebaasides, kasutades PRISMA-põhist lähenemist. Keskendudes sekkumisuuringutele kopsude mehaanilisel ventilatsioonil olevate intensiivravi patsientide seas ja otsides tõendeid manuaalse hüperinflatsiooni ja hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsiooni efektiivsusest, pakub ülevaade olulist teavet respiratoorsete füsioterapia võtete kohta. Analüüs toob esile ka protseduurilised detailid ja ohutusaspektid, suurendades tulemuste rakendatavust kliinilises töös. Siiski olid paljudes

kaasatud uuringutes väikesed valimid ning sekkumised pigem lühiajalised, mis raskendab MHI ja VHI pikaajaliste mõjude hindamist. Vaatamata sellele, et seatud kaasamiskriteeriumid rõhutasid MHI ja VHI protokollide kirjeldusi, ilmnes siiski märkimisväärne varieeruvus teraapiate rakendamisel ja tulemuste mõõtmisel, mis raskendab uuringute omavahelist võrdlemist. Ülevaatesse sissearvatud uuringute piiramist vaid täismahus kättesaadava ingliskeelse täistekstiga võib samuti pidada kallutatuse allikaks. Metoodiline varieeruvus – sealhulgas erinevused teraapiaprotokollides, kasutatud seadmetes, patsiendipopulatsioonides ja tulemusnäitajates – mõjutab oluliselt tulemuste üldistatavust. Need erinevused takistavad universaalsete järelduste tegemist ja rõhutavad vajadust standardiseeritud MHI ja VHI protokollide ning kvaliteetsete pikaajaliste uuringute järele.

JÄRELDUSED

Käesoleva süstemaatilise ülevaate eesmärk oli kirjeldada manuaalse hüperinflatsiooni ja hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsiooni olemust ning efektiivsust intensiivravi ja mehaanilisel ventilatsioonil viibivate patsientide käsitluses. Tulemused näitavad, et mõlemad teraapiavõtted on ohutud ja kasulikud, kuid nende efektiivsus võib varieeruda sõltuvalt rakendatud protokollist, patsiendi seisundist ja täiendavate respiratoorsete tehnikate kasutamisest.

Manuaalset hüperinflatsiooni seostati järjepidevalt staatilise kopsude venitavuse ja veregaaside paranemisega, sekreedi eemaldamise hõlbustamise ning atelektaaside ennetamise ja ravimisega. MHI osutus tõhusamaks, kui seda kombineeriti rindkere kompressioonide, asendravi ja hingamisteede aspireerimisega. Lisaks viitasid mitmed analüüsitud uuringud MHI positiivsele mõjule mehaanilisel ventilatsioonil ja intensiivravis viibitud päevade arvu vähendamisel ning mõnel juhul ja madalamale suremusele.

VHI osutus mitmes uuringus sama tõhusaks kui MHI ning mõnel juhul isegi efektiivsemaks, eriti kopsude dünaamilise venitavuse ja sekreedi mobiliseerimise aspektides. VHI võimaldab säilitada PEEP-i, vähendab mehaanilise ventilatsiooni katkestamisega seotud riske ja võimaldab paremat kontrolli hingamisparameetrite üle. VHI kasutamine füsioterapeutide seas on hetkel vähem levinud, mis võib olla tingitud standardiseeritud protokollide ja väljaõppe puudumisest.

Üldjoontes kinnitab ülevaade, et nii MHI kui VHI on tõendus põhised ja väärtuslikud teraapiavõtted, mis peaksid kuuluma intensiivravis töötava füsioterapeudi tööriistakasti. Meetodite valik peaks lähtuma patsiendi seisundist, ravi eesmärkidest, personali pädevusest ning olemasolevatest vahenditest.

Edasised uuringud peaksid keskenduma standardiseeritud teraapiaprotokollide väljatöötamisele ja pikaajaliste mõjude hindamisele rohkemate patsientide seas, et toetada nende laialdasemat ja ühtlustatud kasutuselevõttu kliinilises praktikas.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Aboshoushah, E., Alhefzi, F., Alasiri, A., AlMubali, F. (2023). The role of early mobilization and physiotherapy interventions in the recovery of critically ill patients in the intensive care unit. *Journal of Healthcare Sciences*, 03(06), 181-188.
<https://doi.org/10.52533/JOHS.2023.30603>
2. Ahmed, F., Ali, M., & Rizvi, N. (2010). Comparison of effects of manual versus ventilator hyperinflation on respiratory compliance and arterial blood gases in patients undergoing mitral valve replacement. *Heart & Lung*, 39(5), 437–443.
<https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2009.10.006>
3. Ali, S. T., Sheraz, S., Aziz, K., Razzaq, A., Shad, I. *et al.* (2020). Effects of structured manual hyperinflation for improving respiratory parameters in post-operative coronary artery bypass graft patients. *European Journal of Health Sciences*, 5(2), 53–79.
<https://doi.org/10.47672/ejhs.612>
4. Anderson, A., Berney, S., & Skinner, E. H. (2015). Effects of ventilator vs manual hyperinflation in adults receiving mechanical ventilation: A systematic review of randomised clinical trials. *Physiotherapy*, 101(2), 103–110.
<https://doi.org/10.1016/j.physio.2014.07.006>
5. Assmann, C. B., Vieira, P. J. C., Kutchak, F., Rieder, M. M., Forgiarini, S. G. *et al.* (2016). Lung hyperinflation by mechanical ventilation versus isolated tracheal aspiration in the bronchial hygiene of patients undergoing mechanical ventilation. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 28(1), 27–32. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20160010>
6. Berney, S., & Denehy, L. (2002). A comparison of the effects of manual and ventilator hyperinflation on static lung compliance and sputum production in intubated and ventilated intensive care patients. *Physiotherapy Research International*, 7(2), 100–108.
<https://doi.org/10.1002/pri.246>
7. Berti, J. S. W., Tonon, E., Ronchi, C. F., Berti, H. W., de Stefano, L. M. *et al.* (2012). Manual hyperinflation combined with expiratory rib cage compression for reduction of length of ICU stay in critically ill patients on mechanical ventilation. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 38(4), 477–486. <https://doi.org/10.1590/s1806-37132012000400010>
8. Bonczynski, G. S., Novo, J. S., Dias, A. S., Martins, L., Naue, W. S. *et al.* (2024). Ventilator hyperinflation associated with flow bias optimization in the bronchial hygiene of mechanically ventilated patients. *Heart & Lung*, 64, 31-35.
<https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2023.10.011>

9. Chicayban, L. M. (2019). Acute effects of ventilator hyperinflation with increased inspiratory time on respiratory mechanics: Randomized crossover clinical trial. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 31(3), 289–295. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20190052>
10. Choi, J., & Jones, A. Y. M. (2005). Effects of manual hyperinflation and suctioning on respiratory mechanics in mechanically ventilated patients with ventilator-associated pneumonia. *Australian Journal of Physiotherapy*, 51(1), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(05\)70050-7](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(05)70050-7)
11. Denehy, L. (1999). The use of manual hyperinflation in airway clearance. *European Respiratory Journal*, 14(4), 958–965.
12. Dennis, D., Jacob, W., & Budgeon, C. (2012). Ventilator versus manual hyperinflation in clearing sputum in ventilated intensive care unit patients. *Anaesthesia and Intensive Care*, 40(1), 142–149. <https://doi.org/10.1177/0310057X1204000117>
13. Dias, C. M., Siqueira, T. M., Faccio, T. R., Gontijo, L. C., Salge, J. A. *et al.* (2011). Bronchial hygiene technique with manual hyperinflation and thoracic compression: Effectiveness and safety. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 23(2), 190–198.
14. Elrefaey, B. H., & Zidan, M. S. (2020). Efficacy of manual hyperinflation on arterial blood gases in patients with ventilator-associated pneumonia. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 25(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s43161-020-00006-8>
15. Fan, E., Cheek, F., Chlan, L., Gosselink, R., Hart, N. *et al.* (2014). An official American Thoracic Society clinical practice guideline: The diagnosis of intensive care unit-acquired weakness in adults. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 190(12), 1437–1446. <https://doi.org/10.1164/rccm.201411-2011ST>
16. Farghaly, A., Elsheikh, N., & Mahmoud, N. (2019). Efficacy of manual hyperinflation with expiratory rib cage compression on weaning from mechanical ventilation. *New York Science Journal*, 12(11), 59–67. <https://doi.org/10.7537/marsnys120919.10>
17. Genc, A., Akan, M., & Gunerli, A. (2011). The effects of manual hyperinflation with or without rib-cage compression in mechanically ventilated patients. *Italian Journal of Physiotherapy*, 1(2), 48–54.
18. Gosselink, R., Bott, J., Johnson, M., Dean, E., Nava, S. *et al.* (2008). Physiotherapy for adult patients with critical illness: Recommendations of the European Respiratory Society and European Society of Intensive Care Medicine Task Force on Physiotherapy for Critically Ill Patients. *Intensive Care Medicine*, 34(7), 1188–1199. <https://doi.org/10.1007/s00134-008-1026-7>

19. Hayes, K., Seller, D., Webb, M., Hodgson, C. L., & Holland, A. E. (2011). Ventilator hyperinflation: A survey of current physiotherapy practice in Australia and New Zealand. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, *39*(3), 124–130.
20. Hodgson, C., Denehy, L., Ntoumenopoulos, G., Santamaria, J., & Carroll, S. (2000). An investigation of the early effects of manual lung hyperinflation in critically ill patients. *Anaesthesia and Intensive Care*, *28*(3), 255–261.
<https://doi.org/10.1177/0310057X0002800302>
21. Hodgson, C., Needham, D., Haines, K., Bailey, M., Ward, A. *et al.* (2014). Feasibility and inter-rater reliability of the ICU Mobility Scale. *Heart & Lung*, *43*(1), 19–24.
<https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2013.11.003>
<https://doi.org/10.5958/0974-9357.2015.00050.1>
22. Jacob, W., Dennis, D., Jacques, A., Marsh, L., Woods, P. *et al.* (2020). Ventilator hyperinflation determined by peak airway pressure delivered: A randomized crossover trial. *Nursing in Critical Care*, *26*(1), 14–19. <https://doi.org/10.1111/nicc.12498>
23. Kayambu, G., Boots, R., & Paratz, J. (2013). Physical therapy for the critically ill in the ICU: A systematic review and meta-analysis. *Critical Care Medicine*, *41*(6), 1543–1554.
<https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31827ca637>
24. Lippi, L., Mattioli, F., Rosati, C., Mazzoli, R., & Pignatti, L. (2022). Efficacy of physiotherapy interventions on weaning in mechanically ventilated critically ill patients: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(11), 3124.
<https://doi.org/10.3389/fmed.2022.889218>
25. Liyanage, I., Dassanayaka, D. A. R. K., Chellapillai, F. M. D., Liyanage, E., Rathnayake, S. *et al.* (2024). Manual and ventilator hyperinflation parameters used by intensive care physiotherapists in Sri Lanka: An online survey. *PLOS ONE*, *19*(5), e0297880.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297880>
26. Lockstone, J., Love, A., Chian, K., Garnham, K., Brumby, S. *et al.* (2023). Benefits and risks of ventilator hyperinflation in mechanically ventilated intensive care patients: A systematic review and meta-analysis. *Australian Critical Care*, *36*(6), 1150–1158.
<https://doi.org/10.1016/j.aucc.2023.01.005>
27. Maa, S.-H., Hung, T.-J., Hsu, K.-H., Hsieh, Y.-I., Wang, K.-Y. *et al.* (2005). Manual hyperinflation improves alveolar recruitment in difficult-to-wean patients. *Chest*, *128*(4), 2714–2721. <https://doi.org/10.1378/chest.128.4.2714>
28. Martinez, B. P., Lobo, L. L., de Queiroz, R. S., Saquetto, M. B., Correia, H. F. *et al.* (2022). Effects of ventilator hyperinflation on pulmonary function and secretion clearance in adults

- receiving mechanical ventilation: A systematic review with meta-analysis. *Heart & Lung*, 56, 8–23. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2022.05.011>
29. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PloS medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
30. Needham, D. M., Korupolu, R., Zanni, J. M., Pradhan, P., Colantuoni, E. *et al.* (2010). Early physical medicine and rehabilitation for patients with acute respiratory failure: A quality improvement project. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(4), 536–542. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.01.002>
31. Ntoumenopoulos, G. (2005). Indications for manual lung hyperinflation (MHI) in the mechanically ventilated patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Chronic Respiratory Disease*, 2(4), 199–207. <https://doi.org/10.1191/1479972305cd080oa>
32. Ntoumenopoulos, G., Presneill, J. J., McElholum, M., & Cade, J. F. (2002). Chest physiotherapy for the prevention of ventilator-associated pneumonia. *Intensive Care Medicine*, 28(7), 850–856. <https://doi.org/10.1007/s00134-002-1342-2>
33. Pattanshetty, R. B., & Gaude, G. S. (2010). Effect of multimodality chest physiotherapy in prevention of ventilator-associated pneumonia: A randomized clinical trial. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 14(2), 70–76. <https://doi.org/10.4103/0972-5229.68218>
34. Pattanshetty, R. B., & Gaude, G. S. (2012). Clinical outcome in adult ventilated patients using multimodality chest physiotherapy as treatment approach: A single blinded randomized clinical trial. *Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, 6(3), 240–243.
35. Paulus, F., Binnekade, J. M., Vroom, M. B., & Schultz, M. J. (2009). Manual hyperinflation of intubated and mechanically ventilated patients in Dutch intensive care units—A survey into current practice and knowledge. *Intensive and Critical Care Nursing*, 25(4), 199–207. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2009.04.003>
36. Paulus, F., Binnekade, J. M., Vroom, M. B., & Schultz, M. J. (2012). Benefits and risks of manual hyperinflation in intubated and mechanically ventilated intensive care unit patients: A systematic review. *Critical Care*, 16(4), R145. <https://doi.org/10.1186/cc11457>
37. Paulus, F., Veelo, D. P., de Nijs, S. B., Beenen, L. F. M., Bresser, P. *et al.* (2011). Manual hyperinflation partly prevents reductions of functional residual capacity in cardiac surgical patients: A randomized controlled trial. *Critical Care*, 15(4), R187. <https://doi.org/10.1186/cc10340>

38. Puthuchery, Z. A., Rawal, J., McPhail, M., Connolly, B., Ratnayake, G. *et al.* (2013). Acute skeletal muscle wasting in critical illness. *JAMA*, 310(15), 1591–1600. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.278481>
39. Ribeiro, B. S., Lopes, A. J., & Menezes, S. L. (2019). Selecting the best ventilator hyperinflation technique based on physiologic markers: A randomized controlled crossover study. *Heart & Lung*, 48(1), 47–53. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2018.09.006>
40. Rodrigues, A., Muñoz Castro, G., Jácome, C., Langer, D., Parry, S. M. *et al.* (2020). Current developments and future directions in respiratory physiotherapy. *European Respiratory Review*, 29(158), 200264. <https://doi.org/10.1183/16000617.0264-2020>
41. Salem, A. H. (2015). Prevention of endotracheal suctioning-related complications: A comparison between manual and ventilator hyperinflation/hyperoxygenation. *IOSR Journal of Nursing and Health Science*, 4(4), 36–46.
42. Santos, L. J., Blattner, C. N., Micol, C. A. B., Pinto, F. A. M., Renon, A. *et al.* (2010). Effects of manual hyperinflation maneuver associated with positive end-expiratory pressure in patients within coronary artery bypass grafting. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 22(1), 40–46. <https://doi.org/10.1590/S0103-507X2010000100008>
43. Sikka, G., & Radhakrishnan, J. (2016). Comparison of the effect of manual and ventilator hyperinflation on static lung compliance in mechanically ventilated patients with pulmonary acute lung injury/ARDS. *Journal of Anesthesia & Critical Care: Open Access*, 5(4), 00196. <https://doi.org/10.15406/jaccoa.2016.05.00196>
44. Sterne, J. A. C., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S. *et al.* (2019). RoB 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 366, l4898. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>
45. Stiller, K. (2013). Physiotherapy in intensive care: An updated systematic review. *Chest*, 144(3), 825–847. <https://doi.org/10.1378/chest.12-2930>
46. Thomas, P. J. (2015). The effect of mechanical ventilator settings during ventilator hyperinflation techniques: A bench-top analysis. *Anaesthesia and Intensive Care*, 43(1), 81–87. <https://doi.org/10.1177/0310057X1504300112>
47. Thomas, P., & Paratz, J. (2023). Ventilator hyperinflation – what settings generate an expiratory flow rate bias? *Physiotherapy*, 117, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2022.11.006>
48. University Hospital Southampton NHS Foundation Trust. (2019). *Standard operating procedure for manual and ventilator hyperinflation in the mechanically ventilated adult*. <https://www.acprc.org.uk/media/40qota34/standardoperatingprocedureformhiandvhi2019.pdf>

49. University Hospitals of Leicester NHS Trust. (2021). *Manual hyperinflation in the mechanically ventilated adult UHL guideline*.
<https://secure.library.leicestershospitals.nhs.uk/PAGL/Shared%20Documents/Manual%20Hyperinflation%20in%20the%20Mechanically%20Ventilated%20Adult%20UHL%20Guideline.pdf>
50. Valer, D. B., Bonczynski, G. S., Scheffer, K. D., Eibel, B., Cordeiro, A. L. *et al.* (2022). Ventilator versus manual hyperinflation in adults receiving mechanical ventilation: A systematic review. *Physiotherapy Research International*, 27(2), e1936.
<https://doi.org/10.1002/pri.1936>
51. Vanhorebeek, I., Latronico, N., & Van den Berghe, G. (2020). ICU-acquired weakness. *Intensive Care Medicine*, 46(4), 637–653. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-05944-4>
52. Volpe, M. S., Naves, J. M., Ribeiro, G. G., Ruas, G., & Tucci, M. R. (2018). Effects of manual hyperinflation, clinical practice versus expert recommendation, on displacement of mucus simulant: A laboratory study. *PLOS ONE*, 13(2), e0191787.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0191787>
53. Wang, Y. T., Haines, K. J., Ritchie, P., & Paratz, J. D. (2022). Physical rehabilitation in the ICU: A systematic review and meta-analysis. *Critical Care Medicine*, 48(7), 1055–1065.
<https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005285>
54. Watanabe, S., Hirasawa, J., Naito, Y., Mizutani, M., Uemura, A. *et al.* (2023). Association between the early mobilization of mechanically ventilated patients and independence in activities of daily living at hospital discharge. *Scientific Reports*, 13, Article 4265.
<https://doi.org/10.1038/s41598-023-31459-1>
55. Windsor, R. J., & Denehy, L. (1972). "Bag squeezing": A physiotherapeutic technique. *Medical Journal of Australia*, 2(13), 663–665.

LISAD

Lisa 1. Analüüsitud uuringute lühikokkuvõte (n=17)

Artikli pealkiri, autorid, uuringu kavand	Osalejad	Kogutud andmed	Uuringugrupp / sekkumine 1	Kontrollgrupp / sekkumine 2	MHI / VHI protokoll	Tulemused
<p>„Manual hyperinflation partly prevents reductions of functional residual capacity in cardiac surgical patients - a randomized controlled trial”</p> <p>Paulus <i>et al.</i>, 2011</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>Holland</p>	<p>Uuringugrupp (n=46)</p> <p>Kontrollgrupp (n=47)</p> <p>Vanus (a): 65 ± 10,2</p> <p>Läbinud CABG ja/või klapi operatsiooni</p>	<ul style="list-style-type: none"> - FRC - SpO₂ - rindkere röntgen - atelektaas ja muud kopsuprobleemid - anamnees - MV-l viibitud aeg - elulised näitajad. 	<p>MHI 30min pärast patsiendi ühendamist osakonna hingamisaparaadiga.</p> <p>MHI korrati iga 6h tagant kuni ekstubeerimiseni.</p>	<p>MHI teostati vaid suure sekreedi koguse korral, mida ei olnud võimalik aspireerimise teel eemaldada või juhul, kui SpO₂ langes alla 95%.</p>	<p>MHI</p> <ul style="list-style-type: none"> - selili, peats 30° - Mapleson C - 2L hingamiskott - O₂ 15 L/min - FiO₂ 100% - pikk ja aeglane inspiirium - inspiratoorne paus - järsk vabastamine - aspireerimine võtte järgselt. 	<p>Uuringugrupil langes FRC operatsioonijärgselt vähem (1.post-op päeval 71% vs 55% op-eelsest väärtusest).</p> <p>Statistiliselt oluline erinevus 1. ja 3. post-op päeval, kuid 5. post-op päeval enam mitte.</p>
<p>„Manual hyperinflation combined with expiratory rib</p>	<p>Uuringugrupp (n=16)</p> <p>Vanus (a):</p>	<ul style="list-style-type: none"> - IRO-st välja kirjutamise kiirus/määr 	<p>MHI + ERCC</p> <p>2x päevas, 5 päeva järjest</p>	<p>Standardravi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - asendravi - hingamisteede aspireerimine 	<p>MHI</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2L hingamiskott - FiO₂ 100% 	<p>MH + ERCC kiirendas MV-lt võõrutamist</p>

<p>cage compression for reduction of length of ICU stay in critically ill patients on mechanical ventilation”</p> <p>Berti <i>et al.</i>, 2012</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>Brasiilia</p>	<p>58,06 ± 13,81</p> <p>Kontrollgrupp (n=19)</p> <p>Vanus (a): 55,42 ± 16,99</p> <p>- MV-1 24-72h</p>	<p>- MV-lt võõrutamise edukus</p> <p>Lisaks:</p> <p>- <i>Murray Lung Injury Score</i></p> <p>- APACHE II</p> <p>- <i>Charlson Comorbidity Index (CCI)</i></p> <p>- patsiendi demograafia</p> <p>- MV parameetrid</p> <p>- elulised näitajad</p>	<p>Hingamisteid aspireeriti 15sek iga seeria järel.</p>		<p>- O₂ 15 L/min</p> <p>- 1mL soolalahust enne võtet</p> <p>- aeglane inspiirium</p> <p>- 3 sekundit inspiratoorne paus</p> <p>- max PIP 40cmH₂O</p> <p>- manomeeter</p> <p>- 6x/min, 4 seeriat + ERCC</p>	<p>(37,5% vs 0% 2-3. päeval. p<0,01).</p> <p>MH + ERCC kiirendas IRO-st väljakirjutamist (31% vs 0% 5. päeval. p<0,01).</p> <p>Olulised erinevused MV-st võõrutamisel ja IROst välja kirjutamisel alates 2. päevast.</p>
<p>„Comparison of effects of manual versus ventilator hyperinflation on respiratory compliance and arterial blood gases in patients undergoing mitral valve replacement”</p> <p>Ahmed <i>et al.</i>, 2010</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>India</p>	<p>MHI grupp (n=15)</p> <p>Vanus (a): 27,8 ± 6,9</p> <p>VHI grupp (n=15)</p> <p>Vanus (a): 29 ± 7,8</p> <p>- Läbinud mitraalklapi vahetuse</p> <p>- op-järgselt MV-1</p> <p>- hemo-dünaamiliselt stabiilsed</p>	<p>- Kopsude staatiline venitatus (C_{stat})</p> <p>- Kopsude dünaamiline venitatus (C_{dyn})</p> <p>- PaO₂/FiO₂ suhe</p> <p>Lisaks:</p> <p>- pH</p> <p>- PaCO₂</p> <p>- MV parameetrid</p> <p>- elulised näitajad</p>	<p>MHI</p> <p>- 1,5L hingamiskott</p> <p>- O₂ 15 L/min</p> <p>- FiO₂ 100%</p> <p>- max PIP 35 cmH₂O</p> <p>- 2sek inspiirium</p> <p>- 2sek inspiratoorne paus</p> <p>- 1sek ekspiirium</p> <p>- 8x/min</p> <p>- teraapia 3min</p>	<p>VHI</p> <p>- Siemens Servo-300</p> <p>- Vt 150%</p> <p>- FiO₂ 100%</p> <p>- 2sek inspiratoorne paus</p> <p>- max PIP 35cmH₂O</p> <p>- 8x/min</p>	<p>Märgitud eelnevas kahes tulbas.</p> <p>Andmed kogutud enne teraapiat, 1min ja 20min möödudes.</p>	<p>MHI – pikaajalisem O₂ sisalduse paranemine.</p> <p>VHI – tõhusam C_{dyn} parandamisel.</p> <p>MHI - paranes PaO₂/FiO₂ suhe 1min ja 20min pärast teraapiat (p=0,0001), VHI vaid 1min möödudes (p=0,0001).</p>

<p>„Ventilator hyperinflation determined by peak airway pressure delivered: A randomized crossover trial”</p> <p>Jacob <i>et al.</i>, 2020</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>Austraalia</p>	<p>Uuringugrupp (n=48)</p> <p>Vanus (a): 55 ± 17,3</p> <p>- MV-l</p> <p>- radioloogiliselt leitud atelektaas või konsolidatsioon.</p>	<p>- Kopsude venitatus</p> <p>- sekreedi kaal</p> <p>- PaO₂/FiO₂ suhe</p> <p>- PIP</p> <p>- elulised näitajad</p> <p>Andmed koguti enne, kohe pärast teraapiat ja 30min möödudes.</p>	<p><u>MHI</u></p> <p>- 2 füsioterapeuti</p> <p>- Laerdal hingamiskott</p> <p>- O₂ 15 L/min</p> <p>- manomeeter</p> <p>- max PIP 40cmH₂O</p> <p>- inspiratoorne paus 2sek</p> <p>- passiivne ekspiirium (PEEP jäi samaks mis MV-l viibides)</p> <p>(Dennis <i>et al.</i>, 2012)</p>	<p><u>VHI</u></p> <p>- SIMV režiim</p> <p>- P_{aw} max 35cmH₂O</p> <p>- V_t alarm madalam kui IRV</p> <p>- FiO₂ 100%</p> <p>- PEEP ei muudetud</p> <p>- Inspiirium 3-5sek</p> <p>- 6-8x/min</p> <p>- V_t tõstetud 200ml kaupa</p> <p>- 4 seeriat</p>	<p>MHI ja VHI teostati samal päeval.</p> <p>Hingamisteede aspireerimine mõlema teraapia järel.</p> <p>Teraapiate vahel minimaalselt 3h.</p> <p>MHI-le ja VHI-le lisaks teostati ka rindkere vibratsioonid.</p>	<p>VHI järel paranes kopsude venitatus oluliselt võrreldes MHI (p<0,05). VHI järel väljus rohkem sekreeti kui MHI järel.</p> <p>PaO₂/FiO₂ suhtes statistiliselt olulist erinevust ei olnud.</p> <p>Mõlemad teraapiad on ohutud.</p>
<p>„Effect of multimodality chest physiotherapy in prevention of ventilator-associated pneumonia: A randomized clinical trial”</p> <p>Pattanshetty & Gaude, 2010</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>India</p>	<p>Uuringugrupp (n=50)</p> <p>Vanus (a): 47,8 ± 14,72</p> <p>Kontrollgrupp (n=51)</p> <p>Vanus (a): 51,6 ± 17,47</p> <p>- MV-l > 48h</p>	<p>- <i>Clinical Pulmonary Infection Score</i> (CPIS)</p> <p>- suremus</p> <p>- MV-lt võõrutamise edukuse %</p> <p>- MV-l viibitud päevade arv</p> <p>- IRO-s veedetud päevade arv</p> <p>- MV parameetrid</p> <p>- elulised näitajad</p>	<p>MHI + hingamisteede aspireerimine.</p> <p>Rindkere vibratsioonid.</p> <p>Asendravi</p> <p>Sekkumine 2x päevas kuni ekstu-beerimiseni.</p>	<p>MHI + hingamisteede aspireerimine</p>	<p><u>MHI</u></p> <p>- 2L hingamiskott</p> <p>- O₂ 15 L/min</p> <p>- aeglane inspiirium</p> <p>- 3-5sek inspiratoorne paus</p> <p>- 8-13x/min</p> <p>- 20min teraapia</p> <p>- max PIP 40cmH₂O</p>	<p>CPIS skoori vähenemine uuringugrupis suurem (p<0,000).</p> <p>Suremuskordaja uuringugrupis väiksem (24% vs 49%).</p> <p>MV-lt võõrutamise edukus uuringugrupis suurem (62% vs 31,37%, p=0,007).</p>

<p>„Prevention of endotracheal suctioning-related complications: a comparison between manual and ventilator hyperinflation/hyperoxygenation”</p> <p>Salem, 2015</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>Egiptus</p>	<p>Uuringugrupp (n=30)</p> <p>Vanus (a): keskmine 50</p> <p>- Patsiendid, kes vajasis hüperinflatsiooni/hüperoksügenisatsiooni FT raames</p> <p>- MV-1</p>	<p>- Veregaasid (pH, PaO₂, PaCO₂, SaO₂)</p> <p>- hemodünaamilised näitajad</p> <p>- PIP</p> <p>- MV parameetrid</p>	<p><u>MHI</u></p> <p>- 1.8L hingamiskott</p> <p>- O₂ 15 L/min</p> <p>- 2-käega tehnika</p> <p>- 3 hingetõmmet</p> <p>5sek intervallidega</p>	<p><u>VHI</u></p> <p>- FiO₂ 100%</p> <p>- 150% Vt</p> <p>- 3 hingetõmmet</p> <p>5sek intervallidega</p>	<p>Iga patsient sai ühe päeva jooksul mõlemat teraapiat.</p> <p>MHI ja VHI vahe minimaalselt 2h.</p>	<p>Statistiliselt olulist erinevust elulistes näitajates ja veregaasides MHI ja VHI vahel ei leitud (p>0,05).</p>
<p>„Bronchial hygiene techniques with manual hyperinflation and thoracic compression: effectiveness and safety”</p> <p>Dias <i>et al.</i>, 2011</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>Brasiilia</p>	<p>Uuringugrupp (n=20)</p> <p>Vanus (a): 56 ± 24</p> <p>- MV-1 > 48h</p> <p>- PEEP ≤ 10cmH₂O</p> <p>- FiO₂ ≤ 60%</p> <p>- SpO₂ > 92%</p>	<p>- Sekreedi kaal</p> <p>Lisaks:</p> <p>- V_T</p> <p>- P_{PLAT}</p> <p>- C_{st}</p> <p>- MV parameetrid</p>	<p>MHI + ERCC + hingamisteede aspireerimine.</p> <p>Enne aspireerimist 2mL füsioloogilist lahust.</p> <p>Iga patsient sai ühe päeva jooksul mõlemat sekkumist, min 4h vahega.</p>	<p>Hingamisteede aspireerimine</p> <p>Enne aspireerimist 2mL füsioloogilist lahust.</p> <p>Iga patsient sai ühe päeva jooksul mõlemat sekkumist, min 4h vahega.</p>	<p><u>MHI</u></p> <p>- 1.2L hingamiskott</p> <p>- aeglane inspiirium</p> <p>- 2-3sek inspiratoorne paus</p> <p>- järsk vabastamine + ERCC</p> <p>- 5x mõlemale kopsule</p>	<p>Statistiliselt olulist erinevust aspireeritud sekreedi kaalus kahe sekkumise vahel ei leitud (p=0,308). Sama kehtib ka tsükli mahu, PPLAT ja C_{st} kohta (p>0,05).</p> <p>SLS, SBP ja DBP tõus mõlema teraapia ajal, kuid taastumine 5min jooksul.</p>

<p>„Effects of manual hyperinflation maneuver associated with positive end expiratory pressure in patients within coronary artery bypass grafting”</p> <p>Santos <i>et al.</i>, 2010</p> <p>Ekspimentaalne uuring</p> <p>Brasiilia</p>	<p>Uuringugrupp (n=10)</p> <p>Kontrollgrupp (n=8)</p> <p>Vanus (a): 64 ± 11</p> <p>- MV-l</p> <p>- CABG op-i läbinud</p>	<p>MV parameetrid</p> <ul style="list-style-type: none"> - sissehingatud õhu hulk - väljahingatud õhu hulk - kopsude venitatavus <p>Lisaks:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SpO₂ - PaO₂ - ekstubeerimise aeg - rindkere röntgen 	<p>MHI teostatud 1x operatsioonijärgselt</p> <p>Teraapia kestvus 20min.</p>	<p>Standardravi, kus füsioterapeut ei sekkunud.</p>	<p>MHI</p> <ul style="list-style-type: none"> - 3L hingamiskott - O₂ 15 L/min - PEEP 10cmH₂O - max PIP 35cmH₂O - PEEP klapp - manomeeter - aspireerimine 	<p>Sisse- ja väljahingatud tsüklimaht ning C_{st} kontrollgrupis suurem, vastavalt (p=0,024, p=0,02 ja p=0,03).</p> <p>Oksügenisatsiooni, ekstubeerimise aja ja röntgeni vastuses statistilisi erinevusi ei täheldatud.</p>
<p>„Effects of structured manual hyperinflation for improving respiratory parameters in post-operative coronary artery bypass graft patients”</p> <p>Ali <i>et al.</i>, 2020</p> <p>Ekspimentaalne uuring</p>	<p>MHI grupp (n=38)</p> <p>VHI grupp (n=38)</p> <p>Vanus (a): 55-77</p> <p>- intubeeritud</p> <p>- hemodünaamiliselt stabiilne</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Veregaasid (pH, PaCO₂, PaO₂, SpO₂, HCO₃) - C_{st} - PaO₂/FiO₂ suhe - alveolaarse-arteriaalse hapniku osarõhu erinevus <p>Andmed koguti kohe pärast teraapiat, 30min ja 60min möödudes.</p>	<p>MHI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mapleson C - manomeeter - O₂ 15 L/min - 2sek inspiratoorne paus - max PIP 35-40cmH₂O - 8x/min - 4 seeriat 	<p>VHI</p> <ul style="list-style-type: none"> - SIMV režiim + mahukontroll - FiO₂ 100% - Vt tõsteti kuni saavutati PIP 35-40cmH₂O - 8x/min - 4 seeriat 	<p>Mõlemale sekkumisele eelnes rindkere perkussioon ja vibratsioonid, samuti hingamisteede aspireerimine.</p>	<p>Veregaasid paranesid koheselt pärast teraapiat rohkem MHI grupil.</p> <p>VHI oli efektiivsem C_{st} osas 30min ja 60min pärast teraapiat (p=0,001)</p> <p>PaO₂/FiO₂ MHI puhul kohe pärast</p>

Pakistan						teraaapiat paranes (p=0,008)
<p>„Comparison of the effect of manual and ventilator hyperinflation on static lung compliance in mechanically ventilated patients with pulmonary acute lung injury / ARDS”</p> <p>Sikka & Radhakrishnan, 2016</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>India</p>	<p>Uuringugrupp (n=54)</p> <p>Vanus (a): 58,48 ± 10,11</p> <p>- ALI/ARDS diagnoos</p> <p>- MV-1 < 7 päeva</p> <p>- mahukontrolli režiim, PEEP ≤ 10 cmH₂O</p> <p>- hemodünaamiliselt stabiilne</p>	<p>- C_{st}</p> <p>- oksügenisatsioon</p> <p>- MAP</p> <p>- SLS</p> <p>Andmed koguti 1min, 30min ja 60min pärast teraapiat.</p>	<p>MHI</p> <p>- Mapleson C</p> <p>- 2L hingamiskott</p> <p>- O₂ 15 L/min, 100%</p> <p>- max PIP 40cmH₂O</p> <p>- 3sek inspiirium</p> <p>- 2sek inspiratoorne paus</p> <p>- järsk vabastamine</p> <p>- PEEP ei kasutatud</p> <p>- I:E suhe 2:1</p> <p>- 6x</p> <p>- 6 seeriat</p> <p>- iga 2 seeria järel paus 6 tava hingamistsüklit</p>	<p>VHI</p> <p>- Siemens Servo 300A</p> <p>- mahukontrolli režiim</p> <p>- FiO₂ 100%</p> <p>- Vt tõsteti 200mL kaupa, kuni PIP 40cmH₂O</p> <p>- 20% inspiratoorne paus</p> <p>- 6x</p> <p>- 6 seeriat</p> <p>- 30sek puhkust seeriade vahel algsetel MV parameetritel</p>	<p>Iga patsient sai ühe päeva jooksul nii MHI kui VHI.</p> <p>Kahe teraapia vahe min 3h.</p> <p>Teraapia kestvus 20-25min.</p> <p>Aspireerimine 30min enne mõlemat teraapiat ja teraapia käigus, iga 2 seeria järel.</p>	<p>MHI parandas Cst 1min sekkumise järgselt (13,42%), VHI 30min järgselt (17,18%).</p> <p>Mõlemad muutused on statistiliselt olulised (p<0,01).</p> <p>Mõlemad võtted on hemodünaamiliselt turvalised.</p>
<p>„Efficacy of manual hyperinflation on arterial blood gases in patients with ventilator-associated pneumonia”</p>	<p>Grupp A (n=21)</p> <p>Vanus (a): 48,2 ± 6,38</p> <p>Grupp B (n=21)</p> <p>Vanus (a): 51,85 ± 7,31</p>	<p>- Veregaasid (PaO₂, PaCO₂, SaO₂, PaO₂/FiO₂ suhe)</p> <p>- elulised näitajad</p> <p>- rindkere röntgen</p> <p>- kopsude auskultatsioon</p>	<p>Grupp A</p> <p>MHI selili lamavas asendis.</p> <p>Lisaks muu respiratoorne FT:</p> <p>- perkussioon</p> <p>- vibratsioonid</p> <p>- aspireerimine</p>	<p>Grupp B</p> <p>MHI külili lamavas asendis, haaratud kops ülevalpool.</p> <p>Lisaks muu respiratoorne FT:</p> <p>- perkussioon</p>	<p>MHI</p> <p>- FiO₂ 100%</p> <p>2min enne MV-lt lahti ühendamist</p> <p>- O₂ 15 L/min</p> <p>- max PIP 40cmH₂O</p> <p>- 3sek inspiirium</p>	<p>MHI parandab oluliselt keha O₂ varustatust ja vähendab CO₂ retsensiooni.</p> <p>MHI on külili asendis (haaratud kops üleval)</p>

Elrefaey & Zidan, 2020 Eksperimentaalne uuring Egiptus	- VAP diagnoos - MV-1 ≥ 3 päeva			- vibratsioonid - aspireerimine	- 3sek inspiratoorne paus - järsk vabastamine - 20min, 2x päevas - 2 käega tehnika	efektiivsem kui selili asendis PaO ₂ , SaO ₂ ja PaO ₂ /FiO ₂ suhte parandamisel. Mõlemad võtted on turvalised.
„Efficacy of manual hyperinflation with expiratory rib cage compression on weaning from mechanical ventilation” Farghaly <i>et al.</i> , 2019 Eksperimentaalne uuring Egiptus	Uuringugrupp (n= 20) Vanus (a): 63,25 \pm 5,33 Kontrollgrupp (n=20) Vanus (a): 61,45 \pm 6,43 - MV-1 24-72h - intubeeritud või trahheostomeeritud - PEEP \leq 8cmH ₂ O	- MV-lt võõrutamise edukus - veregaasid (pH, PaCO ₂ , HCO ₃ , SaO ₂) - <i>Rapid Shallow Breathing Index</i> (RSBI) - Murray skoor	MHI + ERCC 30min päevas, 5 päeva järjest.	Standard füsioteraapia: - perkussioon - vibratsioonid - dreenaar-asendid - harjutused üla- ja alajäsemetele	MHI - täiskasvanute hingamiskott - O ₂ 15 L/min - 3sek inspiirium - 3sek inspiratoorne paus - järsk vabastamine - 6x - 4 seeriat - ERCC - aspireerimine	MV-lt võõrutamise edukus ei olnud statistiliselt oluline (p=0,527). PaO ₂ ja SaO ₂ oluline paranemine MHI+ERCC grupis (vastavalt p=0,04 ja p=0,001) Murray skoor MHI+ERCC grupis oluliselt parem (p=0,037).
„Acute effects of ventilator hyperinflation with increased inspiratory time on respiratory mechanics: randomized	Uuringugrupp (n=38) Vanus (a): 59,4 - MV-1 > 96h - PSV või PCV režiimil	- Kopsude staatiline venitavus (C _{st}) - hingamisteede vasturõhk (R _{aw}) - R _s - PEF - MAP - SLS	Kõik patsiendid said 1x päevas VHI teraapiat ja 1x teostati mõõtmised standardravi juures (MV parameetreid ei muudetud).	Kõik patsiendid said 1x päevas VHI teraapiat ja 1x teostati mõõtmised standardravi juures (MV parameetreid ei muudetud).	VHI - PCV režiim - inspiratoorset rõhku tõsteti 5cmH ₂ O kaupa, kuni saavutati 35cmH ₂ O - PEEP ei muudetud	C _{st} paranes oluliselt pärast VHI ning tulemus püsis pärast aspireerimist (p<0,001). R _{aw} (p<0,001), R _{rs} (p=0,037) ja PEF (p<0,05)

<p>crossover clinical trial”</p> <p>Chicayban, 2019</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>Brasiilia</p>	<p>- C_{st} 25-70 mL/cmH₂O</p> <p>- PEEP 5-8 cmH₂O</p>		<p>6h sekkumiste vahel.</p> <p>Mõõtmised teostati enne, koheselt pärast teraapiat ja 10min pärast hingamisteede aspireerimist.</p>	<p>6h sekkumiste vahel.</p> <p>Mõõtmised teostati enne, koheselt pärast teraapiat ja 10min pärast hingamisteede aspireerimist.</p>	<p>- inspiiriumi aega tõsteti kuni jõuti baastasemeni</p> <p>- säilitati väljahingatava õhu voolukiirust</p> <p>- 5min teraapia</p> <p>- järgnes aspireerimine</p>	<p>suurenesid pärast VHI, kuid taastusid algtasemele pärast aspireerimist.</p>
<p>„Selecting the best ventilator hyperinflation technique based on physiologic markers: a randomized controlled crossover study”</p> <p>Ribeiro et al., 2019</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>Brasiilia</p>	<p>Uuringugrupp (n=30)</p> <p>Vanus (a): 61,5 ± 19,8</p> <p>- MV-1 > 48h</p>	<p>Antud tsükli maht (Vt)</p> <p>Ekspiratoorse ja inspiratoorse voolukiiruse erinevus (<i>expiratory flow bias</i>)</p> <p>Ületäitmise risk</p> <p>Patsiendi ja hingamisaparaadi asünkroonsus.</p>	<p>Kõikide patsientide peal testiti VHI 6 erineva hingamisaparaadi režiimi juures.</p> <p>Teraapiate vahe miinimum 15min.</p> <p>Enne teraapiat hingamisteede aspireerimine.</p>	<p>VHI loeti edukaks kui:</p> <ul style="list-style-type: none"> - PEFR > 40 l/min - PIFR/PEFR ≤ 0,9 - PEFR-PIFR > 17 - kopsude avamine/laienemine > 150% (ideaalset kehakaalu arvesse võttes) - vähem asünkroonsust ja ületäitmist 	<p>VHI</p> <ul style="list-style-type: none"> - VC-CMV (20l/min) - VC-CMV (50l/min) - PC-CMV (1sek) - PC-CMV (3sek) - PSV (10%) - PSV (25%) - PIP max 40cmH₂O. - PEEP ja FiO₂ ei muudetud - rise time 70% 	<p>Parimad režiimid sekreedi väljutamiseks olid VC-CMV20, PSV10 ja PSV25.</p>
<p>„Ventilator versus manual hyperinflation in clearing sputum in ventilated</p>	<p>Uuringugrupp (n=46)</p> <p>Vanus (a): 57 ± 18,93</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sekreedi kaal - kopsude venitatavus - hingamisteede rõhk 	<p>MHI</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 füsioterapeuti - Laerdal hingamiskott - O₂ 15 L/min 	<p>VHI</p> <ul style="list-style-type: none"> - SIMV režiim - P_{aw} max alarm 45cmH₂O 	<p>Ühe päeva jooksul said kõik patsiendid mõlemat teraapiat, min</p>	<p>Teraapia järgselt kogutud sekreedi kaalus MHI ja VHI vahel statistiliselt</p>

<p>intensive care unit patients’’</p> <p>Dennis et al., 2012</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p> <p>Austraalia</p>	<p>- MV-l</p> <p>- radioloogiliselt leitud atelektaas või konsolidatsioon</p>	<p>- PaO₂/FiO₂ suhe</p> <p>- elulised näitajad</p>	<p>- manomeeter</p> <p>- max P_{aw} 40cmH₂O</p> <p>- 2sek inspiratoorne paus</p> <p>- passiivne ekspiirium (PEEP jäi samaks mis MV-l viibides)</p>	<p>- V_T max alarm 250%</p> <p>- FiO₂ 100%</p> <p>- PEEP ei muudetud</p> <p>- inspiirium 3-5 sek</p> <p>- 6-8x/min</p> <p>- Vt maht ideaalset kaalu arvestades (15 ml/kg).</p> <p>- V_T tõsteti 150ml kaupa kuni P_{aw} 40cmH₂O</p>	<p>aeg teraapiate vahel 3h.</p> <p>Teraapia ajal patsiendid külili asendis.</p> <p>Ühepoolse haiguse korral haaratud kops üleval. Voodi 20-30° kaldes.</p> <p>Mõlemat võtet teostati 8x, 4 seeriat.</p>	<p>olulist erinevust ei olnud (p=0,989).</p> <p>VHI tulemusel madalam P_{aw} kui MHI (p=0,989).</p> <p>PaO₂/FiO₂ suhe paranes VHI järgselt pikemas perspektiivis, MHI järgselt aga langes (p=0,024).</p>
<p>„Clinical outcome in adult ventilated patients using multimodality chest physiotherapy as treatment approach: a single blinded randomized clinical trial’’</p> <p>Pattanshetty & Gaude, 2012</p> <p>Eksperimentaalne uuring</p>	<p>Uuringugrupp (n=62)</p> <p>Vanus (a): 49,64 ± 15,86</p> <p>Kontrollgrupp (n=63)</p> <p>Vanus (a): 49,52 ± 16,62</p> <p>- MV-l ≥ 48h</p>	<p>- Glasgow kooma skaala (GCS) ekstubeerimisel</p> <p>- suremus</p> <p>- ekstubeerimise edukus</p> <p>- IRO-s veedetud päevade arv</p> <p>- MV-l viibitud päevade arv</p> <p>- VAP esinemissagedus</p>	<p>- MHI</p> <p>- hingamisteede aspireerimine</p> <p>- rindkere vibratsioonid</p> <p>- asendravi</p> <p>Teraapia 2x päevas kuni ekstubeerimiseni.</p>	<p>- MHI</p> <p>- hingamisteede aspireerimine</p> <p>Teraapia 2x päevas kuni ekstubeerimiseni.</p>	<p>MHI</p> <p>- manomeeter</p> <p>- O₂ 15 l/min</p> <p>- 2-3sek inspiirium</p> <p>- 1-2sek inspiratoorne paus</p> <p>- passiivne ekspiirium</p> <p>- max P_{aw} 40cmH₂O</p> <p>Suh-Hwa Maa. (2005)</p>	<p>GCS uuringugrupis kõrgem kui kontrollgrupis (p=0,000).</p> <p>Uuringugrupis suurem ekstubeerimise edukus (66,1% vs 28,6%, p=0,000).</p> <p>Uuringugrupis madalam suremus (25,8% vs 46%, p=0,000).</p> <p>VAP esines kontrollgrupis harvem (p=0,032).</p>

India						
„The effects of manual hyperinflation with or without rib-cage compression in mechanically ventilated patients” Genc <i>et al.</i> , 2011 Eksperimentaalne uuring Türgi	Uuringugrupp (n=22) Vanus (a): 59,50 ± 17,7 - MV-1 PC või PRVC režiimil	- Täielik staatiline kopsude venitatavus (C_{rs}) - V_T - PaO_2/FiO_2 suhe - PCO_2 - sekreedi kaal - MAP - SLS	MHI + ERCC Ühe päeva jooksul said kõik patsiendid mõlemat teraapiat, min aeg teraapiate vahel 3h. Teraapia teostati 5min enne hingamisteede aspireerimist. Külili asend, haaratud kops üleval.	MHI Ühe päeva jooksul said kõik patsiendid mõlemat teraapiat, min aeg teraapiate vahel 3h. Teraapia teostati 5min enne hingamisteede aspireerimist. Külili asend, haaratud kops üleval.	MHI - Mapleson F - O_2 15 L/min - manomeeter - max PIP 40cmH ₂ O - 2-3sek inspiratoorne paus - 6x/min - 5min	C_{rs} paranes märgatavalt mõlemas grupis ($p < 0,01$). V_T tõusis 5min möödudes, kuid mitte enam 20min möödudes. PaO_2/FiO_2 suhe, PCO_2 , sekreedi kaal, MAP ja SLS ei erinenud suuresti kahe grupi vahel.

Lisa 2. Süstemaatilisse ülevaatesse kaasatud uuringute kvaliteedi hindamine.

RoB 2	D1	D2	D3	D4	D5	Overall risk
Paulus <i>et al.</i>, 2011	Some concerns	Some concerns	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
Berti <i>et al.</i>, 2012	Some concerns	High risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns	High risk
Ahmed <i>et al.</i>, 2010	Low risk	Some concerns	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
Jacques <i>et al.</i>, 2020	Low risk	Some concerns	Low risk	Low risk	Some concerns	Some concerns
Pattanshetty <i>et al.</i>, 2010	Some concerns	High risk	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
A.H. Salem., 2015	Some concerns	Some concerns	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
Dias <i>et al.</i>, 2011	Some concerns	Some concerns	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
Santos <i>et al.</i>, 2010	Low risk	Some concerns	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
Ali <i>et al.</i>, 2020	Low risk	Some concerns	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
Sikka & Radhakrishnan, 2016	Low risk	Some concerns	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
Elrefaey & Zidan, 2020	Low risk	Low risk	Low risk	Low risk	Some concerns	Low risk
Farghaly <i>et al.</i>, 2019	Low risk	Some concerns	Low risk	Some concerns	Some concerns	Some concerns
L.M. Chicayban, 2019	Low risk	Some concerns	Low risk	Low risk	Some concerns	Some concerns
Ribeiro <i>et al.</i>, 2019	Low risk	Some concerns	Low risk	Low risk	Some concerns	Some concerns
Dennis <i>et al.</i>, 2012	Some concerns	Low risk	Low risk	Low risk	Low risk	Some concerns
Pattanshetty <i>et al.</i>, 2012	Some concerns	High risk	Low risk	High risk	Some concerns	High risk
Genc <i>et al.</i>, 2011	Low risk	Low risk	Low risk	Low risk	Low risk	Low risk

Mina, Caris Helena Kaup,

1. Annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose “Manuaalne hüperinflatsioon ja hingamisaparaadiga teostatud hüperinflatsioon intensiivravil viibival patsiendil: süstemaatiline ülevaade”, mille juhendajad on Henri Tilga ja Liivi Maddison, reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Caris Helena Kaup

19.05.2025