

Hengityksen fysiologia ja spontaanin hengityksen arviointi ja hoito heräämössä

LAB-ammattikorkeakoulu
Ensihoitaja (AMK), Ensihoidon koulutusohjelma
2022
Rautiainen Sara

Tiivistelmä

Tekijä Rautiainen Sara	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2022
	Sivumäärä 41+1	
Työn nimi Hengityksen fysiologia ja spontaanin hengityksen arviointi ja hoito heräämössä		
Tutkinto Ensiohittaja (AMK)		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Susanna Niinimäki, Eksote		
Tiivistelmä <p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa Etelä-Karjalan sosiaali- ja terveystieteiden anestesia- ja leikkausosaston sairaanhoitajien käyttöön koostettu hengityksen fysiologiasta ja spontaanisti hengittävän heräämöpotilaan hengityksen arvioinnista ja hoidosta.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Tiedonhaussa käytettiin Medic- ja Cinahl-tietokantoja, joiden avulla löydettiin kymmenen lähdeä ja näiden lisäksi manuaalisena hakuna neljä oppikirjaa. Aineisto analysoitiin induktiivisen sisällyksenanalyysin avulla.</p> <p>Tuloksia analysoitaessa hengityksen arvioinnissa korostui hoitajan kliininen potilaan arviointi. Hengityksen hoidossa korostui kokonaisvaltaisuus, johon sisältyy erilaiset hoitovälineet, hyvä kivunhoito, asentohoito sekä hoitajan läsnäolo. Opinnäytetyön kehittämisehdotuksena olisi hengityksen hoito postoperatiivisesti vuodeosastolla.</p>		
Asiasanat hengitys, heräämö, hengityksen arviointi, hengityksen hoito		

Abstract

Author(s) Rautiainen, Sara	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2022
	Number of Pages 41+1	
Title of Publication Physiology of the respiration and the evaluation and treatment of a spontaneously breathing in the post anesthesia recovery room		
Name of Degree Degree Programme in Paramedic Nursing (UAS)		
Name, title and organisation of the client Susanna Niinimäki, South Karelia Social and Health Care district Eksote		
Abstract <p>The purpose of this thesis was to provide a summary about the physiology of the respiration, and the evaluation and treatment of the respiration of a spontaneously breathing post anesthesia recovery patient, for the nurses of anesthesia and surgery department of South Karelia Social and Health Care district (Eksote).</p> <p>The thesis was carried out as a descriptive literature review. The Medic and Cinahl databases were used to search the data, which helped me find ten sources and, in addition to these, I used four textbooks as a manual search. I analyzed the data by using inductive content analysis.</p> <p>When analyzing the results, in the assessment of respiration the clinical evaluation of the patient by the caregiver was emphasized. In the treatment of respiration, comprehensiveness was highlighted, which includes various treatment tools, good pain management, posture treatment and the presence of a caregiver. The suggestion for further studies about this subject would be the treatment of respiration postoperatively in the ward.</p>		
Keywords Respiration, post anesthesia recovery room, evaluation of a respiration, treatment of a respiration,		

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Teoriatausta ja keskeiset käsitteet´	2
2.1	Keskeiset käsitteet.....	2
2.2	Hengityksen fysiologia	2
2.2.1	Soluhengitys	2
2.2.2	Hengityselimistön rakenne ja toiminta.....	3
2.2.3	Keuhkotilavuudet	8
2.2.4	Hengitys spontaanisti.....	10
2.2.5	Keuhkojen komplianssi	11
2.2.6	Hengitystievastus	12
2.2.7	Tuuletuksen ja verenkierron jakautuminen keuhkoissa	12
2.2.8	Hengityksen säätely.....	14
2.2.9	Astman ja COPD:n patofysiologia.....	15
3	Opinnäytetyön toteutus.....	17
3.1	Menetelmä.....	17
3.2	Tiedonhaku ja aineisto	17
3.3	Aineiston analyysi.....	19
4	Tulokset.....	21
4.1	Spontaanin hengityksen arviointi heräämössä	21
4.2	Spontaanin hengityksen hoito heräämössä	24
4.2.1	COPD:tä sairastava potilas heräämössä	25
4.2.2	Happiviikset ja -naamarit	26
4.2.3	Korkeavirtauksinen nenäkanyyli.....	26
4.2.4	CPAP ja NIV	27
4.2.5	Asentohoito	29
4.2.6	Hengitysharjoitukset	31
4.2.7	Kivun hoito.....	32
5	Pohdinta	34
5.1	Tulosten arviointi ja johtopäätökset.....	34
5.2	Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus	35
5.3	Kehittämisehdotukset	36
	Lähteet	37

Liitteet:

Liite 1. Lähteiden päätulokset

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli käsitellä hengityksen fysiologiaa ja spontaanin hengityksen arviointia ja hoitoa heräämössä. Tavoitteena oli luoda tutkittavasta aiheesta koontityö. Tilaus opinnäytetyölle on tullut Etelä-Karjalan sosiaali- ja terveystieteiden leikkaus- ja anestesiaosastolta.

Opinnäytetyön tekijän henkilökohtaisena tavoitteena oli tutustua aiheeseen eri näkökulmista ja luoda looginen tietopaketti laajasta aiheesta. Tämä työ voi toimia tietopakettina myös aiheesta kiinnostuneille opiskelijoille tai opiskelijoille, jotka ovat menossa harjoitteluun heräämöhön.

Opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

- 1) Mitä hengityksen fysiologia on?
- 2) Miten toteutetaan spontaanin hengityksen arviointia heräämössä?
- 3) Millaista spontaanin hengityksen hoito on heräämössä?

Anestesiahoitajan on tärkeää osata hengityksen fysiologia, hengityksen hoito ja sen arviointi, sillä hengitystieongelmat ovat merkittävä anestesiakuolleisuuden ja -sairastavuuden syy (Ilola ym. 2013, 27).

Ihmisen hengitysmekaniikkaan vaikuttaa voimakkaasti leikkaustekniikka- ja asento. Leikkauksessa työskentelevän henkilön omaa työtä helpottaa sekä potilasturvallisuutta parantaa se, että hoitohenkilökunta tuntee ihmisen hengityksen fysiologian ja ymmärtää, miten leikkauksen vaiheet siihen vaikuttavat. Parhaassa tapauksessa näin voidaan vähentää potilaan sairastavuutta ja jopa kuolemanriskiä. (Okkonen 2015, 24.)

Hengityksen arviointiin on käytössä erilaisia apuvälineitä. Apuvälineistä huolimatta potilaan kliinistä tarkkailua ei voi unohtaa, sillä SpO₂ ja verikaasuanalyysi voivat olla normaalit, vaikka potilas olisi lähellä ekshaustiota. Kliininen arvio on avainasemassa, jotta pystytään tunnistamaan uhkaava hengitysvajaus ajoissa. Kliiniseen arvioon kuuluu esimerkiksi arvioida potilaan hengitystyötä ja selvittää, onko potilaalla hengenahdistusta tai merkkejä sympatikotoniasta. Sympatikotoniaan viittaa takykardia, hikoilu ja hypertensio. (Reinikainen & Uusaro 2002, 128–129.)

2 Teoriatausta ja keskeiset käsitteet

2.1 Keskeiset käsitteet

Opinnäytetyön keskeisiä käsitteitä ovat hengitys, heräämö, hengityksen arviointi ja hengityksen hoito.

Hengityksen avulla saadaan elimistöön happea, poistetaan hiilidioksidia ja säädellään elimistön happo-emäs-tasapainoa. Hengitys koostuu keuhkotuuleutuksesta, kaasujen vaihdosta ja kaasujen kuljetuksesta veressä. (Vierimaa & Laurila 2017, 102.)

Potilas siirretään heräämööseen leikkauksen jälkeen. Heräämössä potilas toipuu leikkauksesta ja anestesiasta. Heräämöhoidotyössä korostuu peruselintoimintojen seuranta, niiden ylläpito sekä hyvä kivunhoito. Siirtokriteereihin perustuen potilas siirtyy heräämöstä vuodeosastolle. (EPSHP.)

Hengityksestä arvioidaan hengitystaajuutta, hengitystapaa, hengitysliikkeitä ja -ääniä. Potilaan tajunta sekä ihon, kynsien ja limakalvojen väri kertovat potilaan hengityksen riittävydestä. Arvioinnissa käytetään erilaisia apuvälineitä kuten kapnometriä, stetoskooppia ja happisaturaatiomittaria. Hengityksestä voidaan päätellä monia asioita vain havainnoidulla potilasta ilman teknisiä apuvälineitä. (Ilola ym. 2013, 26.)

Hengitystä hoidetaan heräämössä käyttäen erilaisia apuvälineitä kuten lisähappea ja korkeavirtausnenäkanyyliä. Hengityksen hoitoon kuuluu potilaan asentohoito sekä hyvä kivunhoito. (Lönn & Pajunen 2017a.)

2.2 Hengityksen fysiologia

Tässä kappaleessa käsitellään hengityksen fysiologiaa sekä astman ja COPD:n patofysiologiaa. Astma ja COPD potilaan hengityksen fysiologiassa on omat erityispiirteensä verrattuna terveen henkilön hengityksen fysiologiaan.

2.2.1 Soluhengitys

Soluhengitys tapahtuu mitokondrioissa. Mitokondriot ovat soluissa olevia pieniä soluelimiä. Mitokondrioissa tapahtuu sitruunahappokierto ja elektroninsiirtoketju. (Sand ym. 2012, 40.)

Elimistö pitää verenkierron ja hengityksen avulla valtimoissa happipitoisuuden, joka riittää aerobiseen aineenvaihduntaan. Aerobinen aineenvaihdunta tuottaa elektroninsiirtoketjun ja sitruunahappokierron kautta ATP:tä, joka siirtää energiaa solutoimintoihin. ATP:tä ei voi

varastoida, joten happea on välttämätöntä saada riittävä määrä jatkuvasti. (Aittomäki 2020a.)

Jos hapensaanti ei ole riittävää, solun energiatuotanto muuttuu. Koska pyruvaatti ei pääse sitruunahappokiertoon, muuntuu se anaerobisissa olosuhteissa maitohapoksi. Maitohappo aiheuttaa elimistöön asidoosin. Kun elimistö alkaa saada taas riittävästi happea, aloittaa elimistö metaboloimaan laktaattia takaisin pyruvaatiksi pystyäkseen korjaamaan asidoosia. Laktaatin metaboloituminen tapahtuu maksassa. Aerobisessa metaboliassa sydänlihas voi käyttää laktaattia energianlähteenään. (Aittomäki 2020a.)

Hengitysosamäärä (RQ) on riippuvainen VCO_2 ja VO_2 arvosta. RQ:n normaaliarvo on 0,8 ($RQ=VCO_2/VO_2$). VCO_2 on elimistön perusaineenvaihdunnan tuottama hiilidioksidimäärä, joka on keskimäärin 200 ml/min. VO_2 on elimistön perusaineenvaihdunnan kuluttama happimäärä, joka on keskimääräisesti 250 ml/min. Metabolianopeus pienentyy hypotermiassa. (Aittomäki 2020a.)

2.2.2 Hengityselimistön rakenne ja toiminta

Hengityselimistöön kuuluvat keuhkot, rintakehä, pallea sekä suun ja nenänielun alueet. Kurkunpää jakaa hengitystiet ylä- ja alahengitysteihin (Aittomäki 2020b).

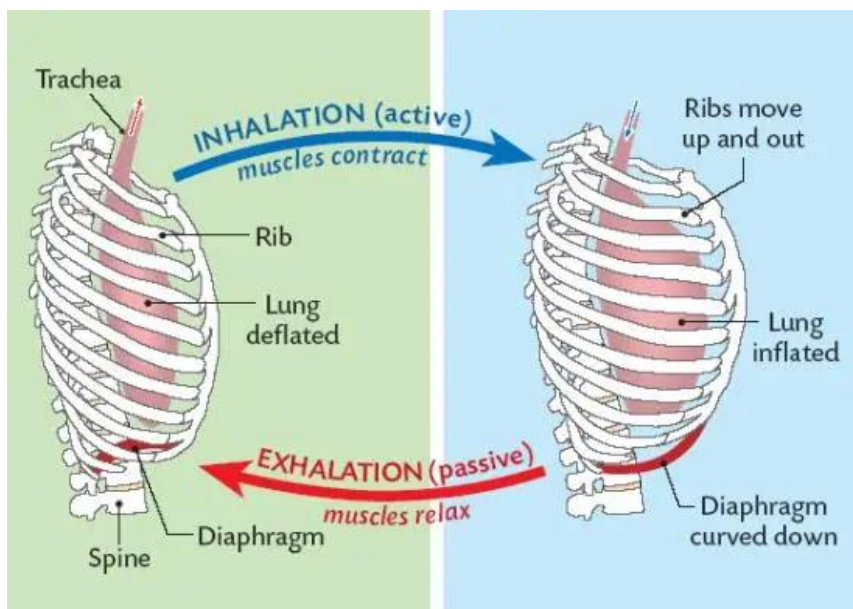
Ylähengitystiet sijaitsevat kurkunpään yläpuolella. Ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelo, suuontelo, nenänielu, nielu ja kurkunpää. Ylähengitysteiden auki pysymiselle on tärkeää lihastonuksen säilyminen sekä pitkäikäisissä että radiaalisissa lihaksissa. Muita ylähengitysteiden poikkipinta-alaan vaikuttavia tekijöitä ovat kaulan asento, verisuonten jännteys, limakalvon alaisen rasvan määrä ja hengitysteiden eritteet. (Aittomäki 2020b.)

Sedaatio, nukkuminen ja alkoholi vähentävät ylähengitysteiden lihastonusta. Ne eivät kuitenkaan vaikuta yhtä voimakkaasti sisäänhengityslihasten toimintaan. Kaikki anestesia-aineet, ketamiinia lukuun ottamatta, vähentävät ylähengitysteiden tonusta. Vähentynyt tonus ylähengitysteissä voi häiritä naamariventilaatiota. (Aittomäki 2020b.)

Äänihuulien ja kurkunkannen toiminta on tärkeää niellessä ja yskiessä. Vierasesineen joutuessa nieluun, äänihuulet sulkeutuvat reflektorisesti. Refleksi estää aspiraatiota ja suojaa alempia hengitysteitä vahingoittumiselta. Refleksiä heikentävät opioidit, alkoholi, nielun puuduttaminen sekä uni- ja rauhoittavat lääkkeet. Anestesiaa ja sedaatiota varten on otettava huomioon mahalaukun sisällön aiheuttama aspiraatoriski. (Aittomäki 2020b.)

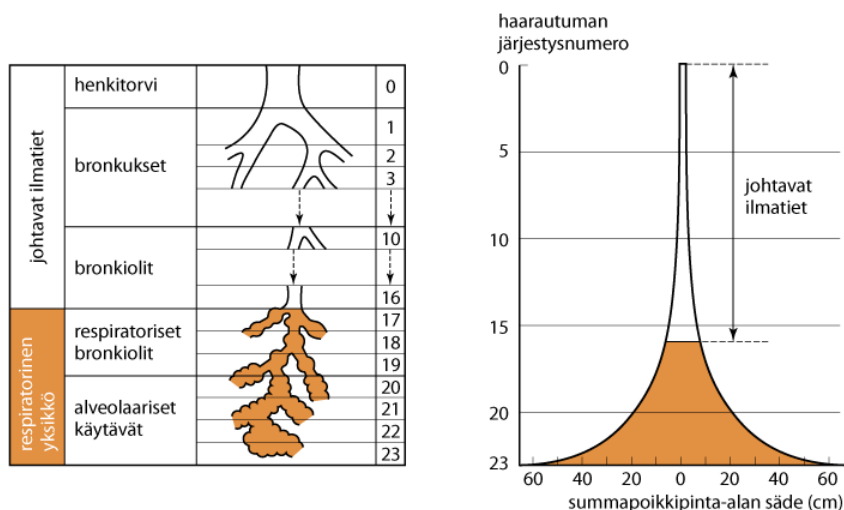
Pallea vastaa rintakehän tilavuudenmuutoksesta 75 %. Lopusta muutoksesta huolehtivat kylkiluulihakset, jotka kääntävät kylkiluita ylös ja ulospäin (kuva 1). Kun hengitystyö lisääntyy merkittävästi, hengitystä alkaa auttamaan apuhengityslihakset. Apuhengityslihaksia

ovat päänkiertäjälihakas ja kylkiluun kannattajalihas. Nervus phrenicus, joka hermottaa pallean, lähtee selkäytimestä tasolta C3-C5. Samalta tasolta lähtee myös nervus intercostalis, joka hermottaa kylkiluulihaksia. (Aittomäki 2020b.)



Kuva 1. Rintakehässä tapahtuvat muutokset hengityksen aikana (Kahathuduwa 2013)

Alahengitysteitä ovat kurkunpään alapuoliset osat eli henkitorvi ja keuhkoputket, jotka menevät keuhkoihin. Keuhkoputket haaroittuvat keuhkoissa dikotomisesti muodostaen bronkusuuston. Dikotominen haaroittuminen eli yksi putki jakautuu kahdeksi putkeksi, näkyy kuviossa 1. Kaasujenvaihtoa alkaa tapahtua 17 jakaantumiskerran jälkeen. (Aittomäki 2020b.)

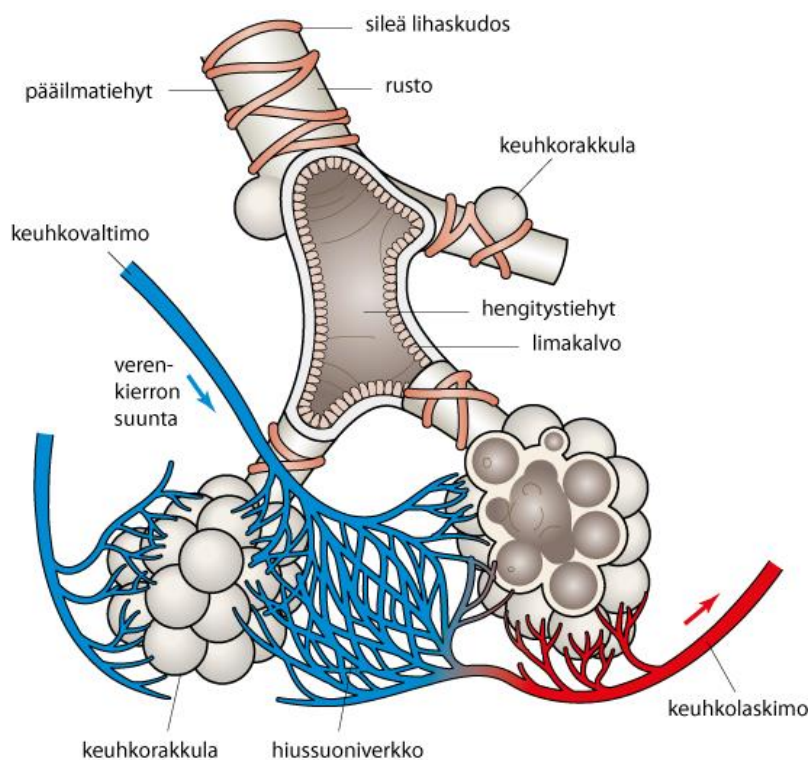


Kuvio 1. Hengitysteiden kaavamainen rakenne, haarautuminen ja summapoikkipinta-ala (Aittomäki 2020b)

Alveolit

Keuhkoputkia seinämät ovat rustokudosta. Alveolaarisissa käytävissä ei ole rustorakennetta, jonka johdosta ne pysyvät auki vain ympäröivän kudoksen vetäminä ja niiden läpimitta muuttuu keuhkotilavuuden mukaan. Kaasujen vaihto tapahtuu alveoleissa, joiden yhteenlaskettu pinta-ala aikuisella on 50–100 m². (Aittomäki 2020b.)

Alveolien ympärillä on kapillaarisuonien muodostama verkosto, joka on esitetty kuvassa 2. Kapillaarien endoteelin ja alveolaarisen epiteelin välissä on ohut tyvikalvo. Happi kulkeutuu ilmasta keuhkoihin alveolien seinämän, tyvikalvon ja kapillaarien seinämien läpi. Keuhkoverenkierron virtausvastus on normaalitilanteessa noin kuudesosa systeemikierron vastuksesta, jolloin veri ehtii happeutumaan ja luovuttamaan hiilidioksidia. Kaasujenvaihdon ongelmia aiheuttaa esimerkiksi alveolien väheneminen tai seinämien tuhoutuminen. Alveolien ventiloitumista estää esimerkiksi hengitystieahtauma tai alveoleihin kertynyt tukehdusneste tai veri. (Aittomäki 2020b.) Hengitystä lamaavat lääkkeet tai neurologiset ongelmat voivat estää kokonaan alveolien ventiloitumisen.



Kuva 2. Respiratorinen pääteyksikkö, jossa tapahtuu kaasujenvaihdanta (Aittomäki 2020b)

Keuhkorakkuloiden seinämissä on levyepiteelisoluja ja erikoistuneita epiteelisoluja. Erikoistuneet epiteelisolut erittävät surfaktanttia, joka pienentää pintajännitystä. Pintajännityksen pienentyminen estää keuhkorakkuloita painumasta kasaan ulos hengityksen aikana ja helpottaa keuhkorakkuloiden laajentumista sisäänhengityksen aikana. Hiukkaset, jotka ovat alle 0,005 mm, voivat päästä keuhkorakkuloihin. Nämä hiukkaset fagosytoidaan alveoleissa alveolimakrofagien toiminnan vaikutuksesta. (Sand ym. 2012, 360.)

Alveoli-ilman happiosapaine (pO_2) on riippuvainen ulkoilman hapen osapaineesta, keuhkorakkulatuuletuksesta ja elimistön hapenkulutuksesta. Hengityskaasujen vaihtuminen tapahtuu diffuusiona eli suuremmasta osapaineesta pienempään. Happi diffundoituu alveoli-ilmasta vereen, koska sen happiosapaine (13,3 kPa) on suurempi, kuin laskimoveren (5,3 kPa), joka tulee keuhkoihin. Verestä happi diffundoituu kudospaineen kautta soluihin ja soluista hiilidioksidi kudospaineen kautta vereen. Keuhkojen hiussuonien hiilidioksidin osapaine on 6,1 kPa, alveoli-ilman 5,3 kPa ja ulkoilman 0,04 kPa. (Sand ym. 2012, 368–369.)

Happi kulkee veressä liuenneena (1,5 %) ja sitoutuneena hemoglobiinin rautaosaan (98,5 %). Hapen kuljettamiseen kudoksiin vaikuttaa pääasiassa veren hemoglobiinipitoisuus ja

sen happikyllästeisyysaste sekä sydämen minuuttitulavuus. (Sand ym. 2012, 371–372.) Myös vereen liennut happi kulkeutuu kudoksiin, mutta sen määrä on niin pieni, ettei sillä käytännössä ole hapentarjonnan kannalta merkitystä.

Hiilidioksidia kuljetetaan veressä joko fysikaalisesti liuenneena (7 %), bikarbonaattina (HCO_3^-) (70 %) tai sitoutuneena hemoglobiinimolekyylien proteiiniinosaan (23 %) (Sand ym. 2012, 371–372).

Hiilidioksidista suurin osa kuljetetaan veressä bikarbonaatti-ioneina. Hiilidioksidi muuttuu bikarbonaatiksi seuraavan kaavan mukaan:



Kaavan ensimmäistä reaktiota nopeuttaa punasolujen hiilihappoanhydraasientsyymi. Hiilihappo (H_2CO_3) hajoaa helposti vedyksi (H^+) ja bikarbonaatiksi (HCO_3^-). Iso osa bikarbonaatista poistuu punasoluista nopeasti ja loput hiilidioksidista kulkeutuu bikarbonaattina veren mukana pois. Vetyioneja punasolun solukalvo ei juurikaan läpäise ja suurin osa vedystä kertyy soluun ja sitoutuu hemoglobiiniin. Tästä syystä veren punasolujen H^+ pitoisuus pysyy matalana. Vetyionit sitoutuminen hemoglobiiniin parantaa hapen luovutusta kudoksiin ja hiilidioksidin kuljetusta keuhkoihin. Keuhkoissa oleva suuri alveoli-ilman happiosapaine saa hapen sitoutumaan hemoglobiinin paremmin. Suuri happiosapaine tehostaa hiilidioksidin ja vetyionien irtoamista hemoglobiinista. (Sand ym. 2012, 372–373.)

Asidoosi

Asidoosissa H^+ pitoisuus on noussut valtimoveressä (pH alle 7,35.) Tila johtuu epätasapainosta H^+ -ionien muodostumisessa ja poistumisessa. Asidoosi on joko metabolista tai respiratorista. (Sand ym. 2012, 484.)

Respiratorinen asidoosi syntyy, kun keuhkot poistavat hiilidioksidia hitaammin kuin sitä kudoksissa muodostuu. Respiratorisessa asidoosissa suurenee H^+ ja pCO_2 pitoisuus ja kun elimistö kompensoi asidoosia, suurenee HCO_3^- pitoisuus. Tilapäisesti respiratorista asidoosia syntyy hengitystä pidättäessä ja pidempiaikaisesti esimerkiksi keuhkosairauden vuoksi tai kun hengityskeskuksen toiminta on heikentynyt. Heikentymistä voi aiheuttaa anestesia-aineet ja aivorunkovauriot. (Sand ym. 2012, 484–485.)

Metabolisessa asidoosissa H^+ pitoisuus nousee. H^+ pitoisuuden nousu tehostaa hengityskeskuksen toimintaa eli hengitystaaajuus nousee. Keuhkot alkavat toimia fysiologisena puskurina, jolloin pCO_2 ja HCO_3^- pitoisuudet ovat alle normaalirajan. Metabolinen asidoosi aiheutuu, kun elimistöön tulee ulkopuolelta happoa tai elimistön oma haihtumattomien happojen tuotanto suurenee. Edellä mainitun kaltaisia tilanteita ovat esimerkiksi

kova fyysinen rasitus, verenkiertosokki, vakava ripuli, hoitamaton diabetes ja metanoli-myrkytys. (Sand ym. 2012, 485–486.)

Hapentarjonta

Elimistön hapentarjontaan (DO₂) tärkeimmin vaikuttavia asioita ovat sydämen minuuttitilavuus eli cardiac output (CO), veren hemoglobiinipitoisuus (Hb) ja valtimoveren hemoglobiinin happikyllästeisyys (SaO₂) (Kalliomäki ym. 2012).

$$DO_2 = 1,34 \times CO \times Hb \times SaO_2 + 0,0003 \times PaO_2$$

Sydämen minuuttitilavuuteen vaikuttaa syketaajuus ja iskuilavuus. Valtimoveren hemoglobiinin happikyllästeisyyteen vaikuttaa hemoglobiinin määrä, happisaturaatio ja vereen liennut happi. (Kuisma ym. 2021, 516.)

Riittävästä minuuttivirtauksesta huolimatta yhden tai useamman elimen verenvirtaus voi olla riittämätöntä. Riittämätön verenkierto voi johtua matalasta verenpaineesta tai epätaroituksenmukaisesti jakautuneesta verenkierrasta. Kudosten hapentarjonnan ollessa riittämätöntä, muuttuu aineenvaihdunta soluissa anaerobiseksi ja solunsisäiset toiminnat häiriintyvät. Sivutuotteena syntyy maitohappoa, jolloin elimistö happamoituu. Happamoituminen voi johtaa elintoimintojen häiriöihin. (Kuisma ym. 2021, 221.)

Hypermetabolia eli kudosten kiihtynyt aineenvaihdunta lisää kudosten hapen ja energian tarvetta sekä kulutusta. Hypermetabolia lisää hiilidioksidin tuotantoa, jolloin hengitystyö lisääntyy. (Lönn ym. 2017b.) Kuume ja sepsis ovat hypermetabolisia tautitiloja (Lönn 2017).

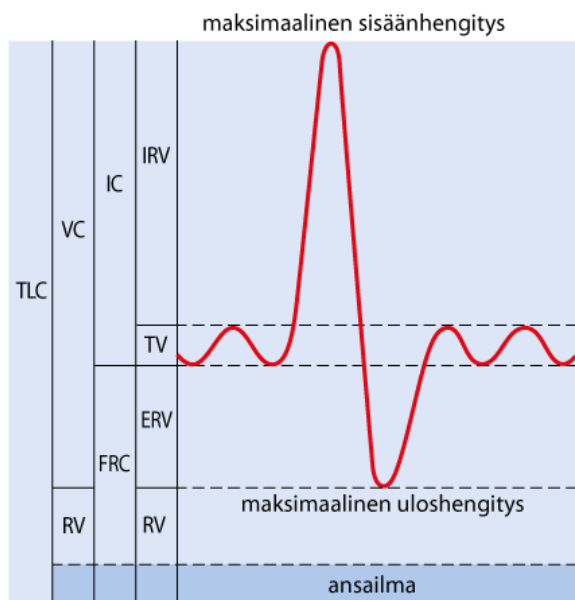
Käytännössä heräämöhoidotyössä potilaan hapentarvetta lisäävät kuume, sepsis ja riittämätön verenvirtaus.

2.2.3 Keuhkotilavuudet

Kertahengitystilavuus tarkoittaa ilmamäärää, joka virtaa hengitysteihin ja niistä ulos yhden hengenvedon aikana. Kertahengitystilavuus (tidal volume, TV) on noin 500 ml mutta siihen vaikuttaa potilaan koko ja sukupuoli. Kertatilavuus voidaan mitata tilavuusmittarilla; spirometrillä. (Aittomäki 2020c.)

Normaalin sisäänhengityksen jälkeen keuhkoihin voidaan hengittää vielä noin 3 l ilmaa, jota kutsutaan sisäänhengityksen varatilaksi (inspiratory reserve volume, IRV). Normaalin uloshengityksen jälkeen keuhkoista voidaan puhaltaa ulos vielä noin 1,2 l, joka on uloshengityksen varatila (expiratory reserve volume, ERV). ERV:n jälkeen keuhkoihin jäävä ilma eli keuhkojen jäännöstilavuus (residual volume, RV) on noin 1,3 l. Keuhkojen ko-

konaiskapasiteetti (total lung capacity, TLC) eli $IRV+ERV+RV=TLC$ on noin 6 l. Kaikkien tilavuuksien normaali- eli viitearvot ovat riippuvaisia niin potilaan sukupuolesta, koosta kuin iästään. Keuhkotilavuudet on esitetty kuviossa 2. (Aittomäki 2020c.)



Kuvio 2. Keuhkotilavuudet tilavuus-aika-akselilla (Aittomäki 2020c)

Anestesiahoitotyön kannalta tärkeää on keuhkoihin jäävä tilavuus uloshengityksen lopussa (functional residual capacity, FRC). FRC:n määrään vaikuttaa henkilön asento. Istuesssa normaali FRC on noin 2,5 l, jota makuuasento pienentää 500–700 ml. Tilavuus pienenee makuuasennossa koska vatsaontelo painaa palleaa. Anestesia lääkkeet pienentävät FRC-arvoa. Lihavuus pienentää FRC:tä sillä rintakehän myötävyys on vähentynyt ja vatsaontelon paine lisääntynyt. Kaikki keuhkosairaudet pienentävät FRC-arvoa, jopa alle 1 l asti. (Aittomäki 2020 c)

Kun potilas istuu ja hengittää huoneilmaa on FRC:n happimäärä noin 500 ml ($2,5 \text{ l} \times 0,21$). Huoneilmassa happea on 21 %. Hengityskatkos johtaa istuvalla potilaalla hypoksiaan alle kahdessa minuutissa. FRC:n happivaranto saadaan nostettua noin 2,5 l asti antamalla anestesiainduktiossa 100-prosenttista happea. Kun happivarastot täytetään 100-prosenttisellä hapella, saadaan viivästettyä hypoksian kehittymistä 4–5 minuutilla. (Aittomäki 2020 c)

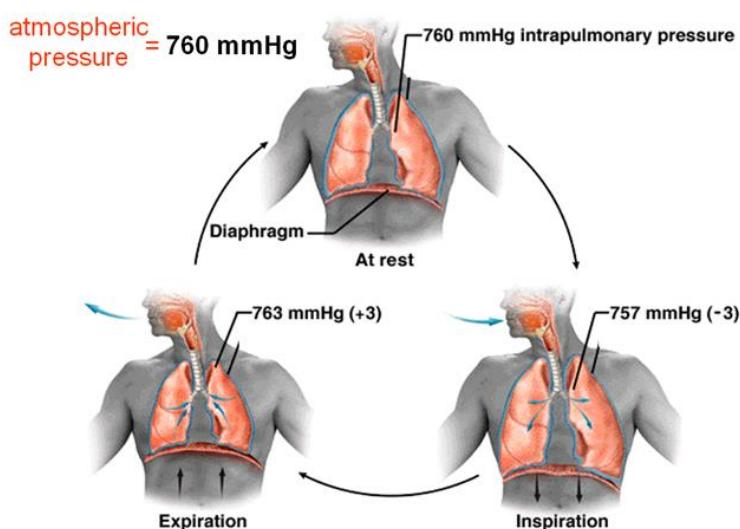
Ansailma muodostuu, kun osa alveoli-ilmasta jää ilmäteiden taakse. Ilma ei poistu hengitysteistä normaalisti eikä osallistu ventilaatioon. Ansailmaa voidaan mitata vain koko kehon pletysmografialla. (Aittomäki 2020 c)

Sulkeutumiskapasiteetti on tilavuus, jossa pienet ilmatiet alkavat sulkeutua. Terveissä keuhkoissa raja on mittaamalla määritettävissä. Iäkkään tai sairaan henkilön keuhkoissa rakkulat sulkeutuvat eri vaiheessa uloshengitystä, jolloin sulkeutumiskapasiteetti on haastavaa määrittää. FRC:n alittaessa hengitysteiden sulkeutumistilavuuden valtimoveren happiosapaine alenee. Näin voi käydä anestesian aikana tai henkilön ikääntyessä. (Aittomäki 2020 c)

2.2.4 Hengitys spontaanisti

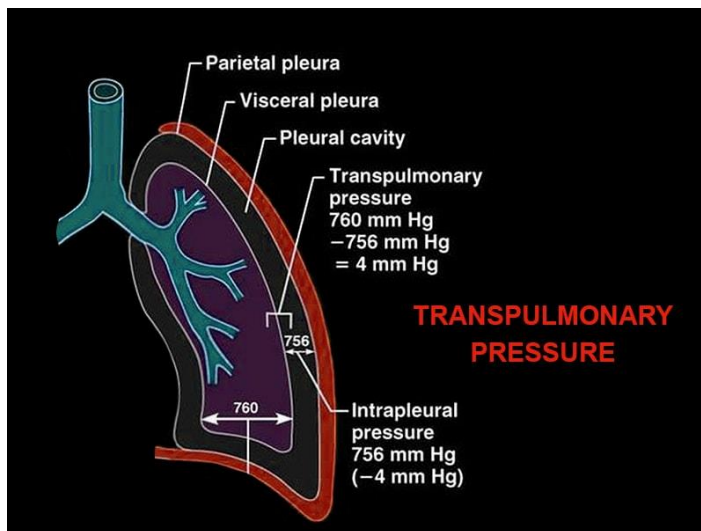
Ilma siirtyy aina suuremman paineen alueelta pienemmän paineen alueelle. Ulkoilman paine on nollareferenssi, jota ei voi muuttaa. Alveolipaineen vaihtelu säätelee ilmanvirtausta keuhkoihin ja ulos. (Sand ym. 2012, 362.)

Keuhkot ovat elastiset ja pyrkivät painumaan kokoon. Tämä aiheuttaa pleuraonteloon negatiivisen paineen ulkoilmaan verrattuna. (Aittomäki 2020c.) Ulos- ja sisäänhengityksen välisen tauon aikana alveolipaine on yhtä suuri kuin ilmanpaine. Sisäänhengityksen aikana alveolipaine laskee ilmanpainetta pienemmäksi ja ilma pääsee virtaamaan keuhkoihin. Ulos hengitettäessä alveolipaine on ilmanpainetta suurempi ja ilma virtaa keuhkoista ulos passiivisesti siihen asti, kun alveolipaine on yhtä suuri kuin ilmanpaine. (Sand ym. 2012, 363.) Alveolipaineen vaihtelu hengityksen eri vaiheissa on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Alveolipaineen vaihtelu (MBBS 2011)

Keuhkoihin vaikuttava transpulmonaalinen paine (kuva 4) on keuhkorakkulapaineen ja pleurapaineen erotus eli $P_{tp} = P_{aw} - P_{pl}$. P_{aw} on paine keuhkorakkuloissa ja P_{pl} on paine pleuraontelossa. (Aittomäki 2020d.)



Kuva 4. Transpulmonaalinen paine (Holley 2016)

Transpulmonaalipaine kuvaa keuhkokudoksen kimmoisuutta. Kimmoisuus estää keuhkoja painumasta kasaan. Transpulmonaalinen paine ja pleurapaine vaihtelevat pleuraontelossa. Vaihteluun vaikuttavat painovoima ja keuhkojen elastisuus. (Aittomäki 2020d.)

2.2.5 Keuhkojen komplianssi

Keuhkojen elastisuutta mitataan myötäävyydellä eli komplianssilla (CL) joka määritellään tilavuuden muutoksena painetta kohti eli $CL = \Delta V / \Delta P_{tp}$. ΔV on tilavuuden muutos ja ΔP_{tp} on transpulmonaalipaineen muutos. Komplianssi on muuttuva ja siihen vaikuttaa hapen määrä keuhkoissa ja hengityksen vaihe. Komplianssi on erisuuruinen eri alueilla keuhkoa, yläosissa se on pienempi kuin alaosissa. (Aittomäki 2020e.)

Sairaudet vaikuttavat keuhkojen komplianssiin sitä pienentäen tai suurentaen. Komplianssia suurentavat sairaudet samalla vähentävät keuhkokudoksen elastisuutta, ahtauttavat hengitysteitä uloshengityksen aikana ja sitä kautta muodostavat ansailmaa sekä heikentävät rintakehän komplianssia. Lopputuloksena sairaus, joka on aluksi suurentanut komplianssia, kääntyykin pienentämään kokonaiskomplianssia. Keuhkojen rakkula- tai laajentumatauti suurentaa keuhkojen komplianssia. Keuhkojen komplianssia pienentäviä sairauksia ovat sydämen vajaatoiminta, keuhkokuume ja astma. (Aittomäki 2020e.)

2.2.6 Hengitystievastus

Virtausvastuksen muodostaa pääasiassa hengitysteiden seinämien aiheuttama kitka ja ilmavirtauksen turbulenssi. Vastus määritellään suurena $R = \Delta P / \dot{V}$. ΔP on paine-ero ulkoilman ja keuhkorakkulan välillä ja \dot{V} on virtaus henkitorvessa. Kaava on pätevä vain virtauksen ollessa laminaarista. (Aittomäki 2020f.)

Virtaus on laminaarista eli seinämien suuntaisesti virtaavaa pienimmissä keuhkoputkissa ja ilmatiehyissä. Henkitorvissa ja suurissa keuhkoputkissa ilmavirtaus on turbulenttista. (Sand ym. 2012, 365.)

Vastus on jakautunut keuhkoissa epätasaisesti ja on riippuvainen hengityksen vaiheesta sekä keuhkojen koosta. Ilmatien ollessa poikkimitaltaan suuri on virtausvastus pienempi. (Aittomäki 2020f.) Hengitystaajuuden noustessa virtausvastus suurenee. Sympaattisen hermoston aktivoituessa veren adrenaliinimäärä lisääntyy. Tämä saa henkitorven ja bronkukseen sileälihassolut veltostumaan, jolloin hengitysteiden läpimitta suurenee ja virtausvastus pienenee. (Sand ym. 2012, 366.)

Adrenaliinin anto astmaohtauksessa tai anafylaktisessa reaktiossa perustuu sen keuhkoputkia laajentavaan vaikutukseen. Adrenaliini myös kiihdyttää hengitystä ja sitkeyttää erittyvää limaa. (Kuisma ym. 279.)

2.2.7 Tuuletuksen ja verenkierron jakautuminen keuhkoissa

Verenkierto ja tuuletus jakautuu keuhkoissa samansuuntaisesti, mutta verenkierto voimakkaammin. Verenkierto keuhkoissa jakautuu neljään fysiologisesti erilaisesti käyttäytyvään Westin vyöhykkeeseen, jotka ovat osittain idealisoituja mutta terveestä keuhkosta selvästi mitattavissa. Sairaassa elimistössä Westin vyöhykkeet eivät ole niin selkeitä.

1. vyöhykkeessä sisäinen paine keuhkorakkulassa ylittää keuhkovaltimossa olevan nestepaineen. Ylimmäinen vyöhyke muodostaa fysiologisesti kuolleen osion. Osio on tuuletunut mutta siinä ei ole verenkiertoa.

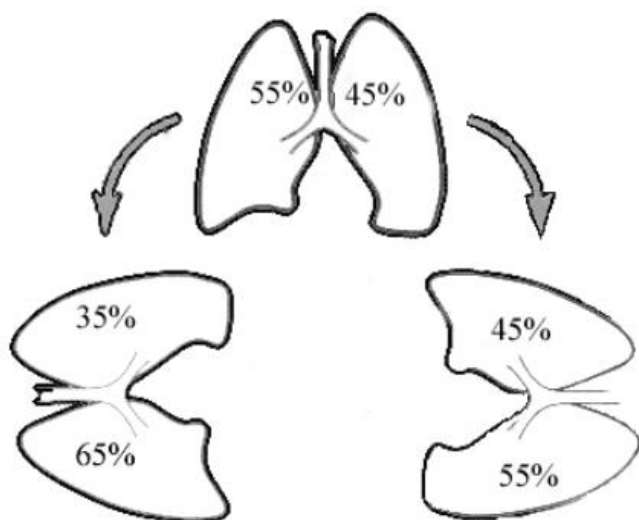
2. vyöhykkeessä keuhkovaltimon paine on suurempi kuin alveolaarinen paine ja pienempi kuin keuhkovaltimon paine. Verenkierto keuhkoissa on riippuvainen valtimon ja keuhkorakkulan välisestä paine-erosta. Painesuhteet vaikuttavat toisen vyöhykkeen kokoon.

3. vyöhykkeessä keuhkorakkulan paine on pienempi kuin valtimon ja laskimon. Verenvirtaus on riippuvainen laskimon ja valtimon välisestä paine-erosta.

4. vyöhyke on alimmainen ja siinä keuhkojen interstitiumin paine ylittää keuhkorakkula- ja laskimopaineen. Verenvirtaus riippuu interstitiumin ja valtimon välisestä paine-erosta.

Alimmaisessa vyöhykkeessä verenvirtaus vähenee verrattuna kolmanteen vyöhykkeeseen.

Keuhkojen verenkierto (V) ja tuuletus (Q) eivät jakaudu keuhkoissa tasaisesti, vaan V/Q on riippuvainen keuhkojen alueesta ja potilaan asennosta. Asennon vaikutus verenkiertoon (kuva 5) on suurempi kuin tuuletukseen, jossa on paljon yksilöllistä vaihtelua. Tuuletus kylkiasennossa on voimakkainta alemmassa keuhkossa. Alueilla, joissa V/Q on suuri, tapahtuu hukkatuuletusta, kun taas alueilla, joissa V/Q on matala, veri hapettuu heikosti ja näiden keuhkoalueiden kapillaariveren happipitoisuus jää pieneksi. (Aittomäki 2020e.)



Kuva 5. Perfuusion jakautuminen (Annala 2005)

Fysiologinen kuollut tila on anatominen ja alveolaarinen kuollut tila yhteenlaskettuna. Se on noin 150 ml istuvalla potilaalla ja 100 ml selinmakuulla olevalla potilaalla, mutta suuruus voidaan laskea karkeasti normaalipainoisella $VD=2,2 \times \text{paino(kg)}$. Kuolleessa tilassa ei tapahdu kaasujenvaihtoa. (Aittomäki 2020e.)

Laskimosekoittumaa aiheuttavat sunttivirtaus ja ventilaatio-perfuusio-epäsuhta. Suntti- eli oikovirtaus on laskimoveren kulkeutumista keuhkojen ohi sydämen vasemmalle puolelle. Terveellä henkilöllä määrä on pieni, 1–3 %. (Aittomäki 2020e) Oikovirtausta on myös se, kun osa keuhkoverenkierrosta kulkee täysin tuulettumattoman keuhkokudoksen läpi (Reinikainen 2020). Oikovirtauksen lisääntymistä voi aiheuttaa alveolikapillaarin pinnan paksuntuminen (Lönn ym. 2017a).

Keuhkoalueen ventilaation ollessa huonoa ja perfuusion normaalia tai runsasta, aiheuttaa tämä epäsuhta laskimosekoittuman lisääntymistä. Jos keuhkoalue jää kokonaan tuulettumatta, on sen alueen V/Q suhde 0. Huonosti hapettunut laskimoveri palaa sydämen vasemmalle puolelle kohtaamatta tuulettuvaa keuhkokudosta ollenkaan. (Reinikainen 2020.)

Jos hypoksemian on aiheuttanut anatominen oikovirtaus, on sen korjaaminen sisäänhengityksen happiosuutta lisäämällä vaikeaa. V/Q epäsuhteen aiheuttamaa hypoksemaa voidaan korjata happilisällä, jos epäsuhta ei ole erityisen suuri. (Aittomäki 2020e.)

Keuhkoverenkierrossa syntyy vasokonstriktiota etenkin alveolikaasun hypoksian yhteydessä. Reaktiosta käytetään nimitystä hypoksinen pulmonaarinen vasokonstriktio (HPV). HPV ehkäisee V/Q-epäsuhtadan syntymistä ohjaamalla keuhkoverenkiertoa hyvin tuulettuville alueille. HPV selittää sen, miksi vaikeata happeutumishäiriötä ei kehity, vaikka keuhkoista suurikin alue olisi ilmaton. (Reinikainen 2020.)

Potilas leikataan kylkiasennossa usein keuhko- ja munuaisleikkauksissa. Kylkiasentoa käytetään myös lonkan, olkapään, raajojen ja kallon takaosan leikkauksissa. Kylkiasennossa perfuusio lisääntyy painovoiman vaikutuksesta alemmassa keuhkossa, kun taas ylempi keuhko ventiloituu paremmin. HPV:n vaikutuksesta kylkiasennossa tapahtuva V/Q epäsuhta usein tasaantuu. (Poukkanen & Tunturi 2021.)

Atelektaasit vaikuttavat ventilaatio-perfuusio-suhteeseen. Atelektaaseille altistavat makuuasento, hengityslaitehoito, anestesia sekä sedatiivit ja hengitystä lamaavat lääkkeet. Atelektaasien oireena on toispuoleinen hengitys, joka on hiljaista tai ei kuulu lainkaan. Potilaalla voi olla hengenahdistusta ja alentunut SpO₂ ja PaO₂. Atelektaaseja voi ehkäistä ja samalla hoitaa mobilisaatiolla ja vaihtamalla potilaan asentoa toistuvasti. Vastapainepuhalluksilla voidaan avata kasaan painuneita keuhkorakkuloita. (Bergman & Pietarinen 2017.)

2.2.8 Hengityksen säätely

Keuhkotuuletus on automaatio, mutta ihminen voi jossain määrin vaikuttaa siihen tahdonalaisesti. Kun hengitystä pidätetään tarpeeksi kauan, laskimo- ja valtimoveren pCO₂ suurenee ja hengitys käynnistyy automaattisesti. (Sand ym. 2012, 373.)

Hengityskeskus sijaitsee aivorungon ydinjatkeessa. Hengityskeskus säätelee hengitystä lähettämällä hengityslihakille supistumiskäskyjä. Ydinjatkeen sisäänhengityskeskuksen hermosoluissa tapahtuu säännöllisesti aktiopotentiaalisarja, jonka impulssit siirtyvät selkäytimen motoneuroneihin. Sisäänhengityslihakset aktivoituvat noin kahden sekunnin

ajaksi, jonka jälkeen sisäänhengityslihakset rentoutuvat noin kolmen sekunnin ajaksi, jolloin tapahtuu passiivinen uloshengitys. Voimakas uloshengitys aktivoi ydinjatkeen uloshengityskeskuksen hermosoluja. Hengityskeskus saa tietoa keuhkojen täyttöasteesta keuhkokudoksessa olevista venytykseen reagoivista aistinsoluista. Ne aktivoituvat, kun kertahengitystilavuus on yli litran, estäen sisäänhengityskeskusta muodostamasta impulsseja. (Sand ym. 2012, 373.)

Sentraaliset ja perifeeriset kemoreseptorit osallistuvat hengityksen säätelyyn aistien hapen ja hiilidioksidin osapaineen ja vetyionipitoisuuksien muutoksia. Sentraaliset kemoreseptorit sijaitsevat ydinjatkeessa. Medullan ja ponsin ventraalipuoli ja välialueet aistivat veren hiilidioksidipitoisuutta ja vastaavat nopeasti hiilidioksidipitoisuuden nousuun kiihdyttämällä ventilaatiota. Uni, ikääntyminen ja anesteetit heikentävät elimistön vastetta hiilidioksidipitoisuuden nousuun. (Aittomäki 2020h.)

Perifeerisiä kemoreseptoreja on kaulavaltimon ja aortankaaren seinämissä. Ne reagoivat veren happi- ja hiilidioksidiosapaineen sekä pH:n muutoksiin ja tieto siirtyy niistä keskushermostoon. Perifeeriset kemoreseptorit lisäävät ventilaatiota. Hypokapnia heikentää happireseptorien vaikutusta ja hyperkapnia voimistaa. (Aittomäki 2020h.)

2.2.9 Astman ja COPD:n patofysiologia

Astma on keuhkosairaus, jossa keuhkoputkissa on limakalvotulehdus ja sairauden edetessä siihen yhdistyy keuhkoputkien lisääntynyt hyperreaktiivisuus. Astmatulehduksen jäädessä päälle voimakkaana voi se aiheuttaa limakalvon ja sen alaisen kudoksen muutoksia kuten verisuonten uudismuodostusta, limakalvovaurioita sekä sileän lihaskerroksen ja tyvikalvon paksuuntumista. (Käypä hoito 2012.)

Astmassa hyperreaktiivisuus aiheuttaa keuhkoputkien supistumista epätasaisesti. Epätasainen jakautuminen muuttaa ventilaatio-perfuusio-suhdetta keuhkojen eri osissa, joka voi pienentää valtimoveren happipitoisuutta eli potilaan happeutumisen heikentyy. (Käypä hoito 2012.)

COPD on keuhkosairaus, jolle on tyypillistä jatkuvat hengitystieoireet, etenevä ilmasteiden ahtaus ja krooninen tulehdustila. Krooninen keuhkoputkitulehdus on pitkäaikaista limanousua keuhkoista. Ilmateiden ahtaus ja emfyseema aiheuttavat uloshengitysvirtauksen hidastumista. Emfyseema aiheuttaa keuhkojen kimmovoimien pienentymistä. (Käypä hoito 2020.) Keuhkohtaumataudin vaikeassa vaiheessa olevalla potilaalla on usein krooninen CO₂ retentio, jonka vuoksi hengitystä ylläpitää valtimoveren pieni happipitoisuus. Jos happipitoisuutta nostetaan liikaa, potilaan hengitystarve lakkaa. COPD potilaalla voi olla luonnostaan matala SpO₂ arvo, usein alle 90 %. (Kuisma ym. 399.) Kaikilla COPD potilail-

la ei etenään sairauden alkuvaiheessa ole matalaa happisaturaatiota tai korkeaa CO₂ arvoa, eikä näitä tule silloin hyväksyä potilaalla ilman harkintaa.

COPD:tä sairastavat potilaat olisivat toivottavaa ekstuboida varhain. Potilaan hengitystiet pääsevät tällöin puhdistumaan tehokkaimmalla tavalla eli yskimällä. Verikaasuarojen ja saturaation seurannassa käytetään vertailukohtana ennen anestesiaa mitattuja arvoja. Opioidit lamaavat herkästi hengityksen säätelyä, joka on riippuvainen veren matalasta happiosapaineesta. (Tallgren & Abdillahi 2020.)

3 Opinnäytetyön toteutus

3.1 Menetelmä

Tämä opinnäytetyö toteutettiin kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Opinnäytetyön aineistonanalyysi toteutettiin aineistolähtöisesti eli induktiivisesti. Aineisto muodostui aiemmin tehdyistä tutkimuksista ja kirjallisuudesta.

Kuvailevassa kirjallisuuskatsauksessa on mahdollista käyttää aineistoja laajasti ja metodiset säännöt eivät rajaa aineiston valintaa. (Salminen 2011, 7.) Kuvaileva kirjallisuuskatsaus on aineistolähtöistä ja sillä tähdätään ymmärtämään ilmiötä. Menetelmä jäsennetään neljään eri vaiheeseen, joista ensimmäinen on tutkimuskysymyksen muodostaminen, toisessa vaiheessa valitaan aineisto, kolmannessa vaiheessa rakennetaan kuvailu ja viimeisessä vaiheessa tarkastellaan tuotettu tulos. Kuvailevaa kirjallisuuskatsausta voidaan käyttää menetelmänä silloin, kun on tarkoituksena koota aiempaa tietoa yhteen. (Kangasniemi ym. 2013, 294–298.)

Kuvaileva kirjallisuuskatsaus sopi opinnäytetyön menetelmäksi hyvin, sillä opinnäytetyön tavoitteena oli rakentaa kokonaiskuva opinnäytetyön aiheesta. Kirjallisuuskatsaus valikoitui menetelmäksi myös siksi, koska aiheesta on olemassa paljon tutkimustietoa, joten oli järjestelmällisempää koota tietoa yhteen kuin tuottaa uutta esimerkiksi kyselyn avulla. Aiheesta tehty kysely ei olisi välttämättä tuottanut halutunlaista tietoa aiheesta, vaan hoitohenkilökunnan omia mielipiteitä.

3.2 Tiedonhaku ja aineisto

Opinnäytetyön tiedonhakua tehtiin heinäkuusta lokakuuhun 2021. Tietoa haettiin manuaalisesti kirjallisuudesta sekä aineistoa LAB-ammattikorkeakoulun LAB Primo tietokannasta käyttäen tietokantoina Mediciä ja Cinahlia. Kirjallisuus valikoitui pitkälti opinnäytetyön ohjaajan ja yhteistyökumppanin suosittelmista kirjoista. Tiedonhaun apuna keskustelin etäyhteyden avulla opinnäytetyön ohjaajani kanssa kahdesti. Sain apua hakukantojen käyttöön sekä hakusanojen muodostamiseen. Tiedonhaussa haastavaksi koin englanninkielisten artikkelien etsimisen ja niiden suomentamisen. Tästä syystä valitsin niitä lähteiksi vain kaksi.

Kirjallisuuskatsauksen aineisto rajattiin selkeästi mukaanotto- ja poissulkukriteerien mukaisesti (taulukko1). Mukaanottokriteereissä huomioin, että aineisto sai olla enintään 10 vuotta vanhaa varmistaakseni tiedon uutuuden ja luotettavuuden. Kielinä olivat suomi ja

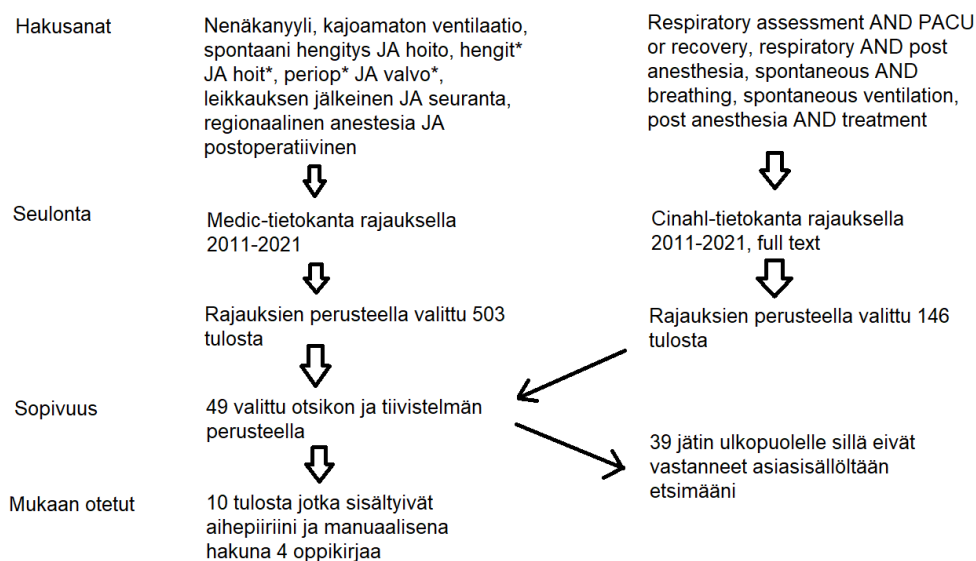
englanti koska tarkoituksena oli saada valittua aineistoa mukaan laajemmin. Aineiston oli myös olennaisesti liityttävä opinnäytetyöhöni.

Poissulkukriteereitä olivat muu kuin englannin tai suomenkielinen aineisto, yli 10 vuotta vanha aineisto ja opinnäytetyöt. Aineiston poissulki myös se, että sitä ei ollut saatavilla elektronisesti tai sitä ei löytynyt koulun lehtiarkistosta.

Mukaanottokriteerit	Poissulkukriteerit
Julkaistu vuosina 2010–2011	Julkaistu vuonna 2009 tai ennen sitä
Suomenkielinen	Opinnäytetyöt
Englanninkielinen	Vieraskielinen (pois lukien englantia)
Aiheeseen liittyvä tutkimus tai artikkeli	Julkaisua ei saa elektronisesti tai koulun lehtiarkistosta
Tieteellinen	
Mahdollisimman uutta ja tutkittua	

Taulukko 1. Mukaanottokriteerit ja poissulkukriteerit

Hakusanat liittyivät suomeksi ja englanniksi spontaaniin hengitykseen ja sen hoitoon anestesian jälkeen sekä nenäkanyyliin. Koko tekstin saatavuuden ja 2011–2021 rajauksen perusteella tarjolle jäi 649 tutkimusta. Otsikon ja tiivistelmän perusteella valitsin näistä vain 49 tutkimusta. Tarkemman tarkastelun jälkeen opinnäytetyöhöni valikoitui 10 tutkimusta, joista kahdeksan Medicistä ja kaksi Cinahlista. Käytetyt lähteet ja niiden päätulokset on esitetty liitteessä 1. Tiedonhaku on esitetty kuviossa 3. Opinnäytetyön lähteissä on lisäksi käytetty neljää oppikirjaa, jotka ovat löydetty manuaalisena hakuna.



Kuvio 3. Kaavio tiedonhausta

3.3 Aineiston analyysi

Aineistolähtöinen eli induktiivinen sisällönanalyysi jaetaan karkeasti kolmivaiheiseksi prosessiksi. Ensimmäisessä vaiheessa aineisto redusoidaan eli pelkistetään. Redusointi (taulukko 2) tarkoittaa epäolennaisen tekstin karsimista pois aineistosta. Toisessa vaiheessa aineisto klusteroidaan eli ryhmitellään (taulukko 3). Tässä vaiheessa aineistosta etsitään samankaltaisuuksia tai eroavaisuuksia, jonka jälkeen käsitteet ryhmitellään ja yhdistetään eri luokiksi, jotka muodostavat alaluokat. Kolmannessa vaiheessa abstrahoidaan eli käsitteellistetään (taulukko 4). Käsitteellistämisen avulla erotetaan tutkimuksen kannalta olennainen tieto, muodostetaan teoreettiset käsitteet sekä muodostetaan kuvaus tutkimuskohteesta. Koko analyysin ajan on tärkeää säilyttää aineistossa polku alkuperäisiin tutkimuksiin. (Tuomi & Sarajärvi 2018, 122–126.)

Alkuperäinen ilmaisu	Pelkistetty ilmaisu
Tajunnantason arviointi kuuluu olennaisesti hengityksen hoitotyöhön, sillä tajunnantason lasku hyvin todennäköisesti johtaa pian myös hengityksen hoidon tarpeeseen.	Tajunnantason lasku voi johtaa hengityksen hoidon tarpeeseen.

Taulukko 2. Esimerkki aineiston redusoinnista

Pelkistetty ilmaisu	Alaluokka
Tajunnantason lasku voi johtaa hengityksen hoidon tarpeeseen.	Tajunnantason lasku

Taulukko 3. Esimerkki aineiston klusteroinnista

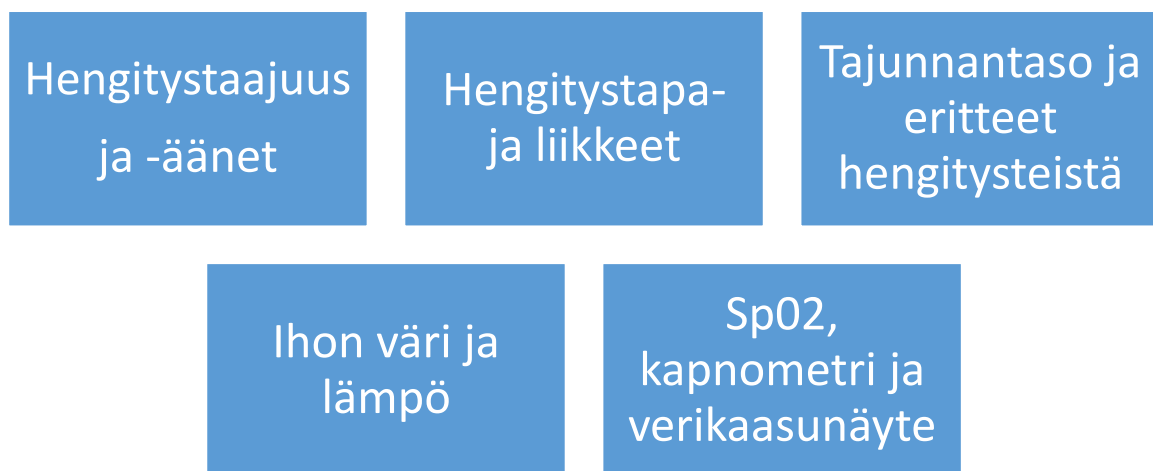
Alaluokka	Yläluokka	Päälouokka
Tajunnantason lasku	Tajunta	Hengityksen arviointi

Taulukko 4. Esimerkki aineiston abstrahoinnista

4 Tulokset

4.1 Spontaanin hengityksen arviointi heräämössä

Heräämövaiheen hengitysvajaukselle altistavia tekijöitä ovat miessukupuoli, korkea ikä, ylipainoisuus, diabetes, yli 2,5 tuntia kestävä anestesia ja leikkaus, opioidien käyttö kivunhoidossa ja keuhkosairaudet (Niinimäki 2017, 4). Liiallinen nesteytys, makuuasento ja potilaan kokema kipu altistavat hapenpuutteelle (Moisio 2011, 296). Kuviossa 4 on esitetty menetelmät, joita käytetään, kun arvioidaan potilaan spontaania hengitystä.



Kuvio 4. Spontaanin hengityksen arviointiin käytettävät menetelmät

lääkään ihmisen keuhkotuuletus on pienentynyt, sillä ikääntymismuutoksina rintakehän liikkuvuus alenee ja sen lihasmassa sekä -voima heikkenevät. Keuhkorakkuloiden määrä ja niiden elastisuus vähentyy. Yli 65-vuotiailla on kohonnut alttius keuhkojen atelektaaseille ja aspiraatiolle. Aspiraatoriski on kohonnut koska kurkunpään tunto alenee iän myötä. Ikääntyessä eritteiden poistuminen keuhkoista heikentyy. (Moisio 2011, 294.)

Hengitystä tulisi arvioida systemaattisesti esimerkiksi ABCD-mallin avulla. Mallissa huomioidaan ilmatien avoimuus (A), hengitystoiminta (B), verenkierto (C) ja tajunta (D). (Niinimäki 2017, 4.)

Pallealihas toipuu lihaksista ensimmäisenä anestesiasta. Pallean toipuminen aloittaa hengitysliikkeet, vaikka lihasvoima olisi yleisesti heikkoa. Tästä johtuen ekstubointi tapahtuu joskus syvässäkin relaksaatiossa. Potilailla voi olla merkittävää jäännösrelaksaatiota vielä heräämössä. Jäännösrelaksaatio aiheuttaa ventilaatiovajausta, nielulihasten heikkoutta ja hypoksisen ventilaatiovasteen heikkoutta. (Meretoja 2012, 226.)

Hengitystä arvioidessa on pidettävä mielessä, että rintakehän liikkuminen ei takaa riittävästi ventilaatiota. Potilas voi hengittää mutta ei pysty pitämään ylähengitysteitään auki. (Hoikka & Laine 2021.) Jos potilaan ilmatiet ei ole auki, potilas ei ventiloitu eikä myöskään kaasut vaihdu (Kuisma ym. 2018, 334–335).

Hengitystaajuuden laskeminen on tärkein objektiivinen mittari arvioimaan potilaan hengitystyötä. Normaalisti ihminen hengittää 12–24 kertaa minuutissa. Hengitystaajuuden kohoaminen on usein ensimmäinen merkki potilaan voimien alentumisesta. Alentunut hengitystaajuus voi kertoa hiilidioksidinarkoosista tai hypoksiasta ja kohonnut hengitystaajuus esimerkiksi kuumeesta. (Lönn ym. 2020) Potilaan puhuminen on nopea mittari arvioida hengityksen riittävyyttä, jaksako potilas puhua lauseita vai sanoja (Niinimäki 2017, 4).

Hengitystien avoimuus varmistetaan tunnustelemalla kädellä ilmavirran tuntuminen tai tarkastamalla, että happimaski höyrystyy uloshengityksen aikana (Niinimäki 2017, 4). Hengitystä arvioidaan kliinisesti tarkkailemalla potilaan hengitystaajuutta, hengitystapaa (pinnallista/syvää/säännöllistä) ja sen symmetrisyyttä. Potilaan hengitysäänet kuunnellaan stetoskoopilla. Ihon ja limakalvojen väriä arvioidaan (syanoottinen, punakka, kalpea). Potilaan tajunnantason arviointi liittyy olennaisesti hengityksen arviointiin sillä tajunnantason laskeminen johtaa nopeasti tarpeeseen hoitaa hengitystä. (Lönn ym. 2020; Niinimäki 2017, 4.) Hengitystie-eritteistä tarkkaillaan minkälaista eritettä potilas erittää ja sen määrää. Potilaan tilaa tulee säännöllisesti kirjata, jolloin muutokset pystytään huomaamaan. (Lönn ym. 2020.)

Ihon ja limakalvojen väristä saadaan tietoa potilaan happeutumisen tilasta. Syanoosi näkyy parhaiten alueilla, joissa iho on ohut ja verekäs, kuten huulilla ja limakalvoilla. Syanoosi tulee kuitenkin esille vasta happeutumishäiriön ollessa vaikea ($SpO_2 < 80\%$). (Lönn ym. 2020; Kuisma ym. 2021, 376.) Jos potilaalla on anemia, syanoosia ei kehity lainkaan sillä hemoglobiinia ei ole riittävästi (Kuisma ym. 2021, 376). Punakka iho kertoo kuumeesta ja hiilidioksidipitoisuuden noususta elimistössä. Harmaan kalpea iho on merkki alhaisesta hemoglobiinista. (Lönn ym. 2020.)

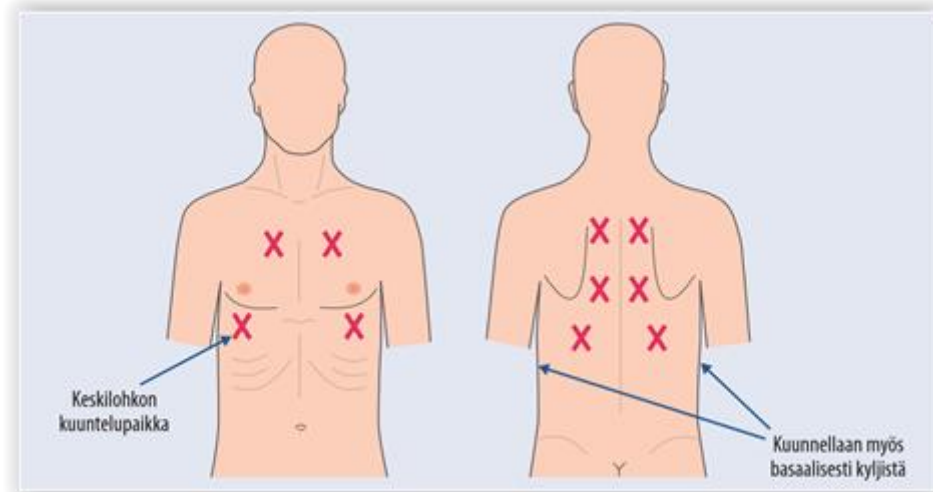
Hengitystavasta tarkkaillaan sen symmetrisyyttä sekä sisään- ja uloshengityksen suhdetta. Epäsymmetrinen rintakehän liike voi kertoa atelektaaseista keuhkoissa. Apulihasten käyttö ja nenäsiipihengitys kertovat lisääntyneestä hengitystyöstä ja mahdollisesta uhkaa-

vasta hengitysvajaudesta. (Lönn ym. 2020; Kuisma ym. 2021, 379) Muita hengitystavan ja sen mahdollisia syitä on esitetty taulukossa 5.

Hengitystapa	Mahdollinen syy
Pinnallinen, käytössä keuhkojen yläosa	Kipu Uhkaava ekshaustio
Syvä ja raskas	Syy ja seuraus: asidoosi ja hiilidioksidiretentio
Haukkova	Tarkista hengitystiet! Hapenpuute
Puuskuttava	Hiilidioksidin kertyminen Asidoosi Uhkaava ekshaustio
Kuorsaava	Alentunut tajunta Hiilidioksidiretentio

Taulukko 5. Poikkeavat hengitystavat (Lönn ym 2020)

Hengitysäänet kuunnellaan stetoskoopin suppilo-osalla alveolaarisilta alueilta symmetrisiltä paikoilta. Hengitysäänet kuunnellaan rinta- ja selkäpuolelta. Normaalit hengitysäänet kuuluvat puhtaasti ja tasaisesti molemmilta puolilta. Hengitysäänien rohina kertoo keuhkoputkissa olevasta limasta ja rahina keuhkojen nestekertymästä. Uloshengityksen vinkuna liittyy tyypillisesti ahtauttavaan keuhkosairauteen ja sisäänhengityksen vinkuna ylähengitysteiden ahtaumaan. Hankaavat keuhkoäänät voivat kertoa pleuriitista. Jos keuhkoääniä ei kuulu tai ne ovat hiljaiset, voi keuhkoissa olla esimerkiksi atelektaseja. (Lönn ym. 2020.) Hengitysäänien kuuntelu antaa merkittävästi tietoa potilaan keuhkojen toiminnasta. Hengitysäänien kuuntelun stetoskoopilla heräämöhoidotyössä tulisi olla yhtä rutiniinomaista kuin hengityksen kliinisen arvioinnin ja monitoriarvojen seurannankin.



Kuva 6. Hengitysäänien kuuntelupaikat (Lehtimäki ym 2021)

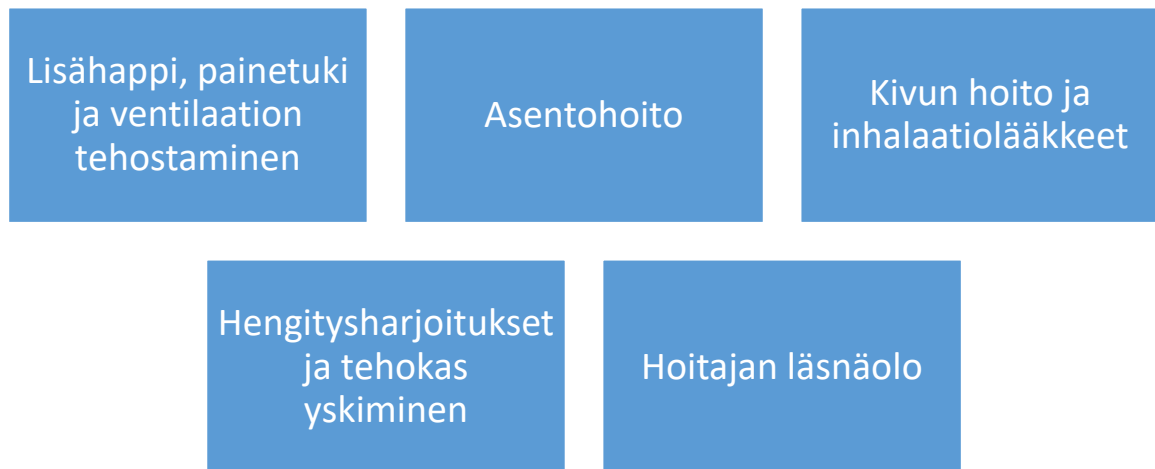
Potilaalta monitoroidaan happisaturaatio, jonka normaaliarvo on 94–98 % (Niinimäki 2017, 4). Pulssioksimetri kuvaa epäsuorasti veren CO₂ arvoa. Happisaturaation ollessa normaali sulkeutuu hiilidioksidiretentio lähes aina pois huomioiden, että potilas ei saa lisähapetta. Lisähappi syrjäyttää keuhkorakkuloista typen ja happisaturaatio ei laske merkittäväncään hypoventilaatiosta aiheutuvan hiilidioksidirention vuoksi. Täten kehittyvän hiilidioksidirention huomaaminen voi myöhästyä (Niinimäki 2017, 5; Kuisma ym. 2021, 377.)

Kapnometrin käyttö happisaturaatiomittarin lisänä nopeuttaisi hiilidioksidirention havaitsemista useita minuutteja. Lisähapetta saavalla potilaalla kapnometri olisi tärkeä mittausväline havaita hiilidioksidirentio. Kapnometrin käytöstä on tehty kolme päätutkimusta potilailla, joilla on suurentunut riski heikkoon keuhkotuuletukseen. Tutkimukset tukevat kapnometrin käyttöä lisähapetta saavilla potilailla. (Wilks & Foran 2021, 34.)

Verikokeista hengitystilanteen arvioimiseksi tärkein on valtimoverikaasunäyte. Näytteestä arvioidaan potilaan happeutumisen eli hapen osapaine (PaO₂) joka suhteutetaan potilaan hengittämän ilman happipitoisuuteen (FiO₂). Lisäksi näytteestä arvioidaan keuhkotuule- tusta katsomalla hiilidioksidiarvo (PaCO₂) jonka matala arvo kertoo liiallisesta ventilaatios- ta ja korkea arvo riittämättömästä keuhkotuuletuksesta. (Kuisma ym. 2021, 378.)

4.2 Spontaanin hengityksen hoito heräämössä

Hypoksemian eli veren matalan happiosapaineen ensimmäinen ja nopein hoitokeino on antaa lisähapetta ehkäisemään hypoksiaa eli kudosten hapenpuutetta. Tavoitearvoina on SpO₂ >90 % ja PO₂ noin 11–13 kPa. (Lönn & Pajunen 2017c; Uusaro & Okkonen 2018, 186.) Muut hoitokeinot on esitetty kuviossa 5.



Kuvio 5. Hengityksen hoidon menetelmät.

Lisähapella korvataan keuhkorakulassa olevaa typpeä, jolloin keuhkorakkulan happiosapaine kasvaa merkittävästi. Kun keuhkorakkula on kyllästetty hapella, voi potilas olla merkittävästikin hypoventiloituva menemättä kuitenkaan hypoksiseksi. (Kuisma ym. 2021, 377.)

4.2.1 COPD:tä sairastava potilas heräämössä

SpO₂ ja pO₂ tavoitearvoissa on huomioitava kroonista hengitysvajausta (esim. COPD) sairastavat potilaat, joilla hiilidioksidi on kroonisesti korkea ja se on elimistön ainut hengitystä ylläpitävä stimulaatio. Tällöin liiallinen happi voi vaimentaa ventilaation. (Lönn & Pajunen 2017c; Uusaro & Okkonen 2018, 186.)

COPD potilaan kroonisesti korkea pCO₂ arvo on hyvä huomioida käyttämällä potilaalla venturimaskia, jossa on aukkoja, joiden kautta hiilidioksidi pääsee poistumaan (Lönn & Pajunen 2017c). NIV-hoidon onnistuminen vähentää COPD potilaiden intubaation tarvetta ja kuolleisuutta (Uusaro & Okkonen 2018, 187).

4.2.2 Happiviikset ja -naamarit

Happea voidaan annostella happiviiksillä ja erilaisilla happinaamareilla. Happiviiksien käytössä virtaus ei saa ylittää 6 l/min nopeutta sillä se altistaa limakalvovaurioille. Happinaamarin käytössä on huomioitava riittävä virtaus (vähintään 6 l/min) jotta hiilidioksidi ei kertyisi naamarin sisälle. (Lönn & Pajunen 2017c.) Haasteena happinaamareissa ja viiksissä on niiden limakalvoja kuivattava vaikutus, joka huonontaa värekarvatoimintaa. Värekarvatoiminnan huonontuminen vaikeuttaa eritteiden poistumista hengitysteistä. Itsessään limakalvojen kuivuus aiheuttaa epämukavaa tunnetta. (Illman 2019, 196.) Tarkemmin hapenantovälineiden virtaukset ja niillä saavutettavat FiO₂ pitoisuudet on esitetty taulukossa 6.

Hapenantoväline	Virtaus	FiO ₂	Koodiväri
Happiviikset	1-4l/min	~24–36%	
Happimaski	5-10l/min	~40–60%	
Venturimaskit	2l/min	24%	Sininen
	4l/min	28%	Valkoinen
	8l/min	35%	Keltainen
	10l/min	40%	Punainen
	15l/min	60%	Vihreä

Taulukko 6. Happiviiksillä- ja naamareilla saavutettavat FiO₂ pitoisuudet (Niinimäki 2017, 5)

Jos potilaan happeutumisongelma ei korjaudu lisähapella, aloitetaan suurivirtauksinen nenäkanyylihoito, CPAP tai NIV-hoito (Lönn & Pajunen 2017a).

4.2.3 Korkeavirtauksinen nenäkanyyli

Korkeavirtauksisen nenäkanyylin lämmittävän ja kostuttavan ominaisuuden avulla potilaalle on mahdollista annostella happea jopa 60 litraa minuutissa. Suuri virtausnopeus vähentää huoneilman sekoittumista sisään hengitettävään kaasuun. Suuri virtaus tuottaa keuhkoihin lähteestä riippuen 1-7cmH₂O suuruisen positiivisen paineen. Paine vähentää hen-

gitystyötä pitämällä ilmaita avoimena, jolloin sisäänhengitys helpottuu. (Ekroos 2017, 14; Karjula ym. 2017; Illman 2019, 197; Niinimäki 2017, 5.) Sisään hengitettävä ilma on lämpötilaltaan noin 37-asteista ja kostutettua. Tämä parantaa värekarvatoimintaa limakalvoilla ja helpottaa liman poistumista hengitysteistä. (Ekroos 2017, 14; Karjula ym. 2017; Illman 2019, 197.)

4.2.4 CPAP ja NIV

Korkeavirtauksisen nenäkanyylin jälkeen vaihtoehtoina on CPAP- ja NIV-hoito. CPAP on hyvä hoitoväline etenkin alveolitason happeutumishäiriöön ja NIV tilanteeseen, jossa hiilidioksidin tuuletusta halutaan tehostaa. (Uusaro & Okkonen 2018, 186–187.)

CPAP pitää keuhkoissa jatkuvan tasaisen ylipaineen, joka parantaa keuhkokomplianssia. CPAP avaa kasaan painuneita alveoleja ja poistaa niistä nestettä, jolloin ventilaatio-perfuusio-epäsuhta vähenee. (Uusaro & Okkonen 2018, 186; Lönn 2020a.) Eritoten alveolitason happeutumishäiriöön CPAP on hyvä hoito (Uusaro & Okkonen 2018, 186). CPAP:in käyttö verrattuna pelkän hapen käyttöön on vähentänyt merkittävästi intubaation tarvetta ja muiden vakavien komplikaatioiden kuten sepsiksen ja keuhkokuumeen ilmentymistä (Karcz & Papadacos 2013, 26). Alla (taulukko 7) on CPAP hoidon indikaatiot ja kontraindikaatiot.

Indikaatiot	Kontraindikaatiot
Happeutumista ei saada turvattua lisäämällä FiO ₂ tai tuuletusta mutta potilasta ei ole tarpeen intuboida.	Ruuansulatuskanavan yläosan tuore vamma tai leikkaus
Pieni keuhkotilavuus tai alveolikollapsi	Tuore kasvojen tai kallonpohjan vamma tai leikkaus
Obstruktio	Ilmarinta ilman toimivaa pleuradreeniä
Kardiogeeninen keuhkoedeema	Tajuttomuus tai vaikea sekavuus
Heikentynyt keuhkojen komplianssi	Oksentelu ja pahoinvointi
Atelektaasi-ongelma	Sokki tai epävakaata verenkierto
Uniapnea	Ylähengitysteiden ahtauma

Taulukko 7. CPAP-hoidon indikaatiot ja kontraindikaatiot (Lönn 2020a; Kuisma ym. 383)

NIV on hengityksen avustamista hengityslaitteella ilman keinoilmätietä. NIV pitää jatkuvan tasaisen hengitystiepaineen ja vaikuttaa samalla tavalla kuin CPAP. NIV:in erona CPAP:iin on virtaustehostin sisäänhengitykseen, jolloin myös potilaan ventiloituminen helpottuu. Tämä tehostaa hiilidioksidin poistumista elimistöstä. (Brander P-E 2011, 167; Lönn & Pajunen 2017d; Uusaro & Okkonen 2018, 187.) Haasteena NIV hoidossa on etenkin aspiraatoriski, kun ilma kulkeutuu mahalaukkuun korkean ilmatiepaineen vuoksi (Uusaro & Okkonen 2018, 187). Alla taulukko 8 esittää NIV-hoidon indikaatioita ja taulukko 9 NIV-hoidon kontraindikaatioita.

Indikaatiot	
Äkillisen hengitysvajauksen alkuvaiheessa	Alveolitason kaasujenvaihtohäiriö Akuutti keuhkoedeema Keuhkokuume Hengitysvajaus ekstubaation jälkeen
Intubointia vältettäessä	COPD:tä sairastavat Immunosuppressio- ja elinsiirtopotilaat
Hiilidioksidikertymään johtavien kroonisten hengitystä heikentävien sairauksien pahenemisvaiheessa	Lihassairaudet. Kyfoskolioosi Lihavuus Astma

Taulukko 8. NIV-hoidon indikaatiot (Lönn & Pajunen 2017d)

Kontraindikaatiot	
Verenkiertoon liittyvä	Epävakaa verenkierto
Tajunnantason liittyvät	Tajuttomuus Vaikea sekavuus Yhteistyökyvyttömyys
Vamma tai leikkaus	Tuore kasvojen vamma tai leikkaus Ruuansulatuskanavan yläosan tuore vamma tai leikkaus Dreneeraamaton ilmarinta
Hengitysteihin liittyvät	Ylähengitysteiden ahtauma Hengitysteissä liikaa eritettä Oksentelu

Taulukko 9. NIV-hoidon kontraindikaatiot (Lönn & Pajunen 2017d)

4.2.5 Asentohoito

Potilaan asentohoito on osa hyvää hengityksen hoitoa. Asentohoito tehostaa keuhkojen toimintaa helpottamalla hengitystyötä, parantamalla hapenkuljetusta ja pienentämällä riskiä atelektaaseihin. Asentohoitoa toteutettaessa on tärkeää kysyä potilaan tuntemuksia ja lisätä aikaa sen mukaan tai keskeyttää asentohoito. (Karjula & Klasila 2021, 145.) Asentohoidon lisäksi potilaan hengitystä tehostavat raajojen liikuttelu, seisominen ja kävely. Kosteaa hengitysilmaa tekee limasta helpompaa yskiä pois. (Haapalainen ym. 2020.)

Nopeasti toteutettavissa oleva apu hengitysvaikeuteen on avustaa potilas puoli-istuvaan asentoon. (Lönn & Pajunen 2017b; Lund 2015.) Istuma-asennossa rintakehä pysyy auki eikä pääse painumaan, jolloin keuhkoilla on tilaa laajentua. Kaasujenvaihto keuhkoissa muuttuu paremmaksi. Hengitysvaikeuspotilas tulisi lievässäkin tilanteessa avustaa aina puoli-istuvaan asentoon. Puoli-istuva asento lisäksi vähentää mahansisällön regurgitaation riskiä, joka on etenkin ylipainoisten ihmisten ongelma. (Lund 2015.)

Mekaaninen ventilaatio ja induktiossa annettu korkea FiO₂ pitoisuus aiheuttaa keuhkoihin atelektaaseja (Karcz & Papadakos). Kylkiasento avaa atelektaattisia keuhkon osia. Ate-

lektaattisten alueiden aukeaminen tehostuu, kun potilas avustetaan atelektaattinen puoli ylöspäin. Limaisen potilaan oloa voidaan helpottaa kuppimaisella taputtelulla, joka tuo värähtelyä perifeerisiin hengitysteihin ja helpottaa liman irtoamista. (Karjula & Klasila 2021, 145.) Kuitenkin ylipainoisen potilaan keuhkot painuvat kylkiasennossa enemmän kasaan kuin selinmakuulla. Kylkiasennossa paino keuhkoihin tulee sekä ylhäältä että alhaalta ja hengitysilma painottuu pienempää vastapainetta kohden eli yläpuoliseen keuhkoon. HPV:n vaikutus ei kuitenkaan välttämättä näy heti, joten hetkellisesti sydämen vasemmalle puolelle tulee myös ilmattoman atelektaasin kautta kiertänyttä verta, jolloin elimistöön aiheutuu hapenpuute koska veren kokonaishappimäärä on tavanomaista pienempi. (Lund 2015.)

VATI- asentohoitoa toteutetaan selinmakuulla olevalle potilaalle, jonka selän alle laitetaan V-, A-, T- tai I-kirjaimen muotoinen tuki (kuva 8) esimerkiksi kinestetiikkatyynyistä tai napakaksi käärityistä pyyhkeistä. T- ja I-asento parantavat keuhkotuuletusta keuhkojen alaja yläosissa. T-asento sopii erityisesti isokokoisille potilaille. V-asento tehostaa keuhkotuuletusta keuhkojen alaosissa ja A-asento keuhkojen yläosissa. (Haapalainen ym. 2020.)



Kuva 8. Peiton asettelu kirjaimien V, A, T ja I muotoon (Haapalainen ym. 2020)

Vatsa-asento parantaa keuhkojen takaosan tuuletusta ja verenkiertoa. Lisäksi vatsa-asento tehostaa eritteiden poistumista keuhkoista. (Karjula & Klasila 2021, 145.)

4.2.6 Hengitysharjoitukset

Potilaalle voidaan ohjata hengitysharjoituksia. Hengitysharjoituksissa hengitetään nenän kautta sisään pitäen samalla hartiat rentona. Uloshengityksessä ilma virtaa rauhallisesti suun kautta ulos ja pidetään pieni tauko. Viiden sisäänhengityksen jälkeen pidetään pidempi tauko, jolloin yskitään. Hengitysharjoitusta tehdään kerrallaan yhteensä kolme sarjaa. Yläraajojen liikuttelun yhdistäminen hengitysharjoitukseen syventää hengitystä. Yksitellen kättä vuorotellen viedään käsi ylös pään vierelle samalla kun hengitetään sisään ja käsi tuodaan takaisin vartalon vierelle uloshengityksen aikana. Hengitysteitä avaavan lääkkeen anto ennen hengitysharjoituksia tehostaa harjoituksen vaikutusta. (Haapalainen ym. 2020.)

Inhaloitavalla lääkkeellä on hyvä paikallinen teho ja vähäiset systeemiset vaikutukset. Inhaloitavia lääkkeitä voidaan annostella annosaerosolilla, jossa on inhalaatiokammio tai jauheannostelijalla. Nebulisaattorilla eli lääkeainesumuttimella saadaan annosteltua lääkettä myös potilaalle, jonka tajunnan taso on laskenut eikä hänelle pystytä ohjaamaan oikeapista lääkkeen ottamista. Lääkeainesumuttimen etuna on sen kustuttava vaikutus ja hidas inhalointiaika. Kun inhalaatioaika on pitkä, saadaan pienelläkin hengitystilavuudella keuhkoihin inhaloitua suurikin määrä lääkeainetta. (Leppälä ym. 2017.)

Yskiminen auttaa eritteiden poistumista hengitysteistä. Tehokkaassa yskimistekniikassa ohjataan potilas vetämään keuhkot nenän kautta täyteen ilmaa ja sen jälkeen yskäisemään tai hönkäisemään kahdesti. Vatsa- tai rinta-alueen leikkauspotilaiden haavan voi tukea tukivyyöllä tai tyynyllä, joka tekee yskimisestä kivuttomampaa. Yskimistä tehostaa kylkien tai vatsan tukeminen käsin. (Haapalainen ym. 2020.)

Vastapainepuhalluksessa litran pulloon laitetaan vettä pohjalle ja pulloon puhalletaan letkun kautta, jolloin vesimassaa vastaan puhallettaessa rintaonteloon syntyy positiivinen uloshengityspaine. PEEP irrottaa limaa sekä avaa keuhkorakkuloita, jolloin kaasujenvaihto parantuu. (Niinimäki 2017, 6; Lönn 2020b.)

Vastapainepuhallusten lisäksi on myös muita mekaanisempia apuvälineitä, joilla pyritään laajentamaan keuhkorakkuloita ja irrottamaan limaa, kuten kannustava spirometri (kuva 9) ja acapella (kuva 10). Mekaaninen yskityslaitte (cough assist) johtaa hengitysteihin positiivista painetta vaihtaen sen äkillisesti negatiiviseen paineeseen jäljitellen näin yskimistä. (Haapalainen ym. 2020.)



Kuva 9. Coach (Steripolar a)



Kuva 10. Acapella (Steripolar b)

4.2.7 Kivun hoito

Kivun kokeminen postoperatiivisesti erityisesti vatsaontelon ja rintakehän alueella voi aiheuttaa tahatonta hengityksen pidättämistä ja estää tehokasta yskimistä, jolloin eritteiden poistuminen hengitysteistä heikkenee. Kipu stimuloi hengitystä voimakkaasti, jolloin hengitystaajuus nousee mutta kertatilavuudet voivat jäädä pieniksi, sillä syvään hengittäminen

aiheuttaa usein kipua. Näistä johtuen kivulias potilas voi kärsiä hapenpuutteesta ja ventilaatiovajeesta. (Niinimäki 2017,7.)

Kivun lääkehoitoon kuuluvat tulehduskipulääkkeet, opioidit ja puudutteet (Kangasmäki & Pudas-Tähkä 2017). NMDA-reseptoria salpaavan ketamiinin käyttö on lisääntynyt postoperatiivisen vaiheen kipulääkkeenä. Ketamiinin etuna on, että se ei analgeettisilla annoksilla heikennä ilmasteiden hallintaa tai aiheuta hengitysvajasta. Ketamiini vähentää opioidien kulutusta. (Niinimäki 2017,7.) Kipua voidaan hoitaa lääkkeettömästi esimerkiksi asentohoidon, hieronnan ja hengitysharjoitusten avulla. Potilaan oloa rauhoittaa hoitajan läsnäolo. (Kangasmäki & Pudas-Tähkä 2017.)

Kivun hoidossa haasteena on anesteettien ja opioidien aiheuttama sedatoituminen ja hengitysvajaus. Potilasta tulee kuitenkin kipulääkettä myös opioidilla pienin annosin, niin kauan kun potilas kokee kipua ja seurata vastetta tarkasti. Opioidin vaikutusta voidaan kumota naloksonilla, jonka vaikutusaika on 45–60 minuuttia. On siis huomioitava, että naloksonin vaikutusajan loppuessa voi opioidivaikutusta olla edelleen elimistössä. (Niinimäki 2017,7.)

5 Pohdinta

5.1 Tulosten arviointi ja johtopäätökset

Opinnäytetyössä selvitettiin hengityksen fysiologia ja spontaanin hengityksen arviointi ja hoito heräämöhoidotyössä. Tavoitteena oli tehdä anestesiahoitajille koontityö, jota he voivat käyttää koemateriaalina. Opinnäytetyön tutkimuskysymyksiä olivat ”mitä hengityksen fysiologia on”, ”miten toteutetaan spontaanin hengityksen arviointia heräämössä” ja ”millaista spontaanin hengityksen hoito on heräämössä?”.

Hengityksen fysiologiasta löytyi kirjallisuudesta hyvin tietoa. Sitä oli haastavaa kuvailla omin sanoin koska fysiologia perustuu vahvasti muuttumattomaan teoriatietoon, jossa on paljon käsitteitä. Hengityksen arvioinnista ja hoidosta tietoa löytyi hyvin mutta juuri heräämössä olevan ja spontaanisti hengittävän potilaan erityispiirteitä en löytänyt kuin lehtien artikkeleista, joista kaikkia ei ollut saatavilla. Hengityksen hoito ja arviointi on mielestäni tärkeä aihe etenkin nyt korona-aikana. Ohjausajat opinnäytetyön toimeksiantajan kanssa auttoivat heräämöhoidotyön erityispiirteiden havaitsemiseen ja pystyin sen pohjalta kirjoittamaan konkreettisia huomioita opinnäytetyöhöni.

Opinnäytetyön teko opetti paljon erityisesti hengityksen hoidosta. Hengityksen arvioinnissa esille tulleet asiat olivat itselleni tuttuja ja yhteneväisiä asioiden kanssa, joita on opetettu koulussa ja työharjoitteluissa. Koska arviointi oli itselleni tuttua, oli siitä helppo kirjoittaa. Aihetta analysoidessa korostin objektiivisuuden tärkeyttä.

Hengityksen arviointia toteutetaan laskemalla hengitystaajuus, tarkkailemalla hengitysliikkeiden symmetriaa, kuuntelemalla hengityssäänet, arvioimalla hengityssyvyyttä sekä seuraamalla ihon ja limakalvojen väriä. Potilaan puhe on hyvä mittari hengityksen arviointiin ja tajunnan seuranta on tärkeää, sillä sen muutokset johtavat nopeasti tarpeeseen hoitaa hengitystä. (Niinimäki 2017,4.)

Löytämäni tieto hengityksen arvioinnista näissä artikkeleissa ja oppikirjoissa olivat yhteneväisiä. Poikkeavuuksia oli joissakin numeerisissa arvoissa, jotka jätin opinnäytetyöhön laittamatta. Arvot voivat vaihdella esimerkiksi sairaalakohtaisesti, joten en koe niitä työissäni oleellisina asioina.

Hengityksen hoidossa hyödynnetään lisähapetta ja sitä voidaan antaa erilaisilla viiksillä ja maskeilla (Niinimäki 2017, 5). Suurivirtauksisen nenäkanyylin etu tavanomaisiin viiksiin ja maskeihin on vähäisempi huoneilman sekoittuminen sisään hengitettävään kaasuun ja sen limakalvoja kostuttava vaikutus (Illman 2019, 196). Seuraavia hoitovaihtoehtoja ovat CPAP ja NIV ennen potilaan intuboinnista (Brander 2011, 167). Näiden hapenantovälinei-

den lisäksi hengityksen hoitoa on asentohoito, vastapainepuhallukset, inhalaatiot, kivunhoito ja hengitysharjoitukset.

Hengityksen hoidon osuuden kirjoituksessa haastavinta oli pitäytyä aiheen rajauksessa. Hengityksen hoidossa minasi helposti alkaa avata hengityksen hoidon välineitä laajemminkin. Tutkimuskysymys oli kuitenkin hengityksen hoito ja opinnäytetyö olisi lähtenyt paisumaan mahdottomuuksiin, jos jokaisesta välineestä olisi kirjoitettu esimerkiksi käyttöohjeita. Mielestäni onnistuin rajaamaan hoidon kuitenkin hyvin.

5.2 Opinnäytetyön eettisyys ja luotettavuus

Opinnäytetyön toteutus itsenäisesti ilman toista opiskelijaa on voinut vähentää opinnäytetyön luotettavuutta. Työpari opinnäytetyötä tehdessä olisi voinut helpottaa kyseenalaistamaan opinnäytetyön vaiheita ja työn tulosta olisi päässyt arvioimaan kahdesta näkökulmasta. Kuitenkin se, että opinnäytetyöllä on toimeksiantaja, lisää opinnäytetyön luotettavuutta. Opinnäytetyö on palautettu toimeksiantajan luettavaksi fysiologian kirjoittamisen jälkeen ja seuraavaksi hengityksen arvioinnin ja hoidon kirjoittamisen jälkeen. Toimeksiantaja on tarkistanut asiasisältöä ja antanut omia ehdotuksiaan. Toimeksiantajan lisäksi opinnäytetyön on lukenut läpi anestesia lääkäri ennen opinnäytetyön julkaisemista.

Lähdekriittisyys on huomioitu jatkuvasti lähteitä valitessa ja opinnäytetyössä on käytetty LAB-ammattikorkeakoulun opiskelijoille tarkoitettuja tietokantoja. Ennen varsinaista tiedonhakua olen kokeillut erilaisia hakusanoja, eli tehnyt ns. koehakua. Tällä tavoin olen kokeillut hakusanojen toimivuutta. Opinnäytetyön ohjaaja on ohjannut aineiston haussa, joka lisää kirjallisuuskatsauksen aineiston haun luotettavuutta. Kirjallisuuskatsauksen aineiston haku tietokannoista on tehty suunnitelmallisesti ja hakuprosessi on kuvattu taulukkoon, jolloin se on mahdollista toistaa ja se lisää opinnäytetyön luotettavuutta.

Opinnäytetyössäni käytin kymmentä eri aineistoa, joita löysin tiedonhaussa ja lisänä käytin kirjallisuutta, jonka osa oli merkittävä vähäisen aineiston vuoksi. Kirjallisuuskatsauksen aineisto jäi todella suppeaksi, sillä vaikka aiheesta löytyi melko hyvin tietoa, oli esimerkiksi joihinkin lehtiin vaikea päästä käsiksi. Lisäksi aineistoa, joka olisi suoraan kertonut hengityksen arvioinnista tai hoidosta nimenomaan heräämössä löytyi huonosti, vaan tieto oli yleisempää liittyen hengitykseen. Englanninkielistä aineistoa on valittu opinnäytetyöhön vain kaksi ja niiden käyttö oli vähäistä, sillä aineiston käännessä oli haasteita enkä halunnut käyttää lähteitä opinnäytetyön luotettavuuden kustannuksella. Aineiston lähteiksi valikoitui myös materiaalia, joka on vähemmän laajaa, kuten artikkeleja. Opinnäytetyön luotettavuutta lisäsi käytetyn aineiston analysointi.

Tekijänoikeudet on huomioitu ja niitä on kunnioitettu koko opinnäytetyön teon ajan. Luettu tieto on kerrottu omin sanoin tekstiä plagioimatta ja lähdemerkinnät on tehty tekstiin oikein. Alkuperäiset lähteet on merkitty tekstiin ja lähdeluetteloon.

Eettiset kysymykset tässä tutkimusmenetelmässä liittyvät tutkimuskysymyksen muotoiluun ja siihen, että noudatetaan hyvää tutkimusetiikkaa kaikissa tutkimuksen neljässä vaiheessa. (Kangasniemi ym. 2013, 291–292.) Opinnäytetyö noudattaa tutkimuseettisen neuvottelukunnan ohjeita, joista nostan esille eettisesti kestävätkä tiedonhankinta-, tutkimus- ja arviointimenetelmät sekä lähdeviittausten käytön asianmukaisella tavalla (Tutkimuseettinen neuvottelukunta).

5.3 Kehittämisehdotukset

Kehittämisehdotuksena voisi olla hengityksen hoito postoperatiivisesti vuodeosastolla. Hoito vuodeosastolla olisi looginen jatkumo heräämössä hoidetulle potilaalle. Opinnäytetyön aiheesta voisi tehdä kirjallisuuskatsauksen avulla. Uskon koostetyön tekemisen vuodeosastolle kohdistettuna tuottavan arvokasta tietoa osastolla työskenteleville hoitajille. Opinnäytetyössä voisi olla myös toiminnallinen osuus eli tarkistuskortin laatiminen.

Lähteet

Aittomäki, J. 2020a. Soluhengitys. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Aittomäki, J. 2020b. Hengityselimistön rakenne ja toiminta. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Aittomäki, J. 2020c. Keuhkotilavuudet. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Aittomäki, J. 2020d. Hengittäminen spontaanisti ja mekaanisesti. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Aittomäki, J. 2020e. Keuhkojen komplianssi. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Aittomäki, J. 2020f. Hengitystievastus. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Aittomäki, J. 2020 g. Tuuletuksen ja verenkierron jakautuminen keuhkoissa. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Aittomäki, J. 2020 h. Hengityksen säätely. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Annala, K. 2005. Keuhkoleikkauspotilaan hyvä hoito. Finnanest 38 (1). Saatavissa http://www.finnanest.fi/files/a_annala.pdf

Bergman M. Pietarinen M. 2017. Atelektaasista kärsivän potilaan hoito. Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Brander, P-E. 2011. Noninvasiivinen ventilaatio ja äkillinen hengitysvajaus. Duodecim;127.

Ekroos, H. 2017. Suurivirtauksinen nenäkanyyli. *Spirium* 52 (1).

EPSHP. Leikkauksen ja anestesian jälkeinen hoito. Viitattu 31.10.2021. Saatavissa [He-räämö - Etelä-Pohjanmaan Sairaanhoidopiiri \(eps hp.fi\)](#)

Haapalainen, N. Klasila, M. Klasila, S. Pesonen, L. Sukanen, H. 2020. Hengityksen tehostaminen. Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Hoikka, A. Laine, H. 2021. Hengityksen arviointi ja seuranta. Teoksessa: Ahlmén-Laiho, U. Katomaa, J. Kalliomäki, M-J. Laine, H. Olkkola, K. Soljanlahti, S. Tiala, T. 2021. Anestesiakäsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Ilola, T. Heikkinen, K. Hoikka, A. Honkanen, R. 2013. Anestesiahoitotyön käsikirja. 1. painos. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Illman, H. 2019. Turboviikset tulivat taloon. *Finnanest* 52 (3).

Kangasniemi, E. Pudas-Tähkä, S-M. 2017. Kivunhoitomenetelmät. Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Kangasniemi, M. Utriainen, K. Ahonen, S-M. Pietilä, A-M. Jääskeläinen, P. Liikanen, E. 2013. Kuvaileva kirjallisuuskatsaus: eteneminen tutkimuskysymyksestä jäsennettyyn tietoon. *Hoitotiede*. Luettu 13.5.2021.

Kahathuduwa, C. 29.7.2013. Lung compliance and elastance. *Owlcation*. Saatavissa [Lung Compliance and Elastance - Owlcation](#)

Kalliomäki, J. Långsjö, J. Kuitunen, A. 2012. Äkillinen vaikea hengitysvajaus ja kehonul-koinen happeutushoito (ECMO). *Finnanest* 45 (5).

Karcz, M. Papadacos, P-J. 2013. Respiratory complications in the postanesthesia care unit. *Can J Respir Ther*. 49 (4).

Karjula, E. Pajunen, T. Lönn, M. 2017. Suurivirtauksinen nenäkanyylihoito. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Karjula, E. Klasila, M. 2021. Hengitystä tukeva asentohoito. *Tehohoito* 39 (2).

Kuisma, M. Holmström, P. Nurmi, J. Porthan, K. Puolakka, T. 2018. Ensihoito. 6.–7. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Kuisma, M. Holmström, P. Nurmi, J. Porthan, K. Puolakka, T. 2021. Ensihoito. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Käypä hoito -suositus. 2020. Keuhkohtaumatauti. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen lääkäriseura Duodecim. Viitattu 22.11.2021. Saatavissa [Keuhkohtaumatauti \(kaypahoito.fi\)](#)

Käypä hoito -suositus. 2012. Astma. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Keuhkolääkäriyhdistys ry:n, Suomen Lastenlääkäriyhdistys ry:n ja Suomen Kliinisen Fysiologian Yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen lääkäriseura Duodecim. Viitattu 22.11.2021. Saatavissa [Astma \(kaypahoito.fi\)](#)

Lehtimäki, L. Kiljander, T. Korppi, M. Piirilä, P. Sovijärvi, A. 2021. Hengitysänten kuuntelu ja suomenkieliset termit. Duodecim 137 (7). Viitattu 29.10.2021. Saatavissa [Hengitysänten kuuntelu ja suomenkieliset termit \(duodecimlehti.fi\)](#)

Leppälä, K. Lönn, M. Pajunen, T. 2017. Lääkesumutteiden anto. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lund, V. 2015. Ylipainoisen potilaan hengitysvajaus. Lääkärilehti. 23. vsk 70. Viitattu 28.10.2021. Saatavissa [Lääkärilehti - Ylipainoisen potilaan hengitysvajaus \(saimia.fi\)](#)

Lönn, M. 2020a. CPAP-hoidon käyttöperiaatteet ja välineet. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lönn, M. 2020b. Vastapainepuhallusten toteutus. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lönn, M. 2017. Respiratorisen ja metabolisen alkaloosin tunnistaminen ja hoito. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lönn, M. Korva, T. Pajunen, T. 2020. Potilaan hengityksen arviointi. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lönn, M. Pajunen, T. 2017a. Hengitysvajauspotilaan seuranta ja hoito. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lönn, M. Pajunen, T. 2017b. Hengitysvajauksen tunnistaminen. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lönn, M. Pajunen, T. 2017c. Hapen anto. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Lönn, M. Pajunen, T. 2017 d. Noninvasiivisen ventilaation (NIV) käyttöperiaatteet. Teoksessa: Ritmala-Castrén, M. Lönn, M. Lundgrén-Laine, H. Meriläinen, M. Peltomaa, M. 2017. Teho- ja valvontahoitotyön opas. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

MBBS. Medicine. 22.5.2011. Viitattu 15.7.2021. Saatavissa [MBBS Medicine \(Humanity First\): Normal Values and Concentrations \(Respiratory System\) \(medicinembbs.com\)](https://www.medicinembbs.com/normal-values-and-concentrations-respiratory-system)

Meretoja, O. Onko jäännösrelaksaatiolla väliä? Finnanest 45 (3). Viitattu 22.11.2021. Saatavissa [meretoja_onko.pdf \(finnanest.fi\)](https://www.finnanest.fi/meretoja_onko.pdf)

Moisio, M. 2011. Vanhuspotilaan anestesia. Finnanest 44 (4).

Niinimäki, S. 2017. Näkökulmia hengityksen hoitoon heräämössä. Spirium 52 (1).

Holley, A-B. 30.9.2016. Medscape. Viitattu 16.7.2021. Saatavissa [What Is Transpulmonary Pressure, Really? \(medscape.com\)](https://www.medscape.com/what-is-transpulmonary-pressure-really)

Okkonen, M. 2015. Makupaloja hengitysmekaniikasta. Finnanest 48 (1). Viitattu 22.5.2021. Saatavissa [okkonen_makupaloja_hengitysmekaniikasta.pdf \(finnanest.fi\)](https://www.finnanest.fi/okkonen_makupaloja_hengitysmekaniikasta.pdf)

Poukkanen, M. Tunturi, P. 2021. Kylkiasento. Teoksessa: Ahlmén-Laiho, U. Katomaa, J. Kalliomäki, M-J. Laine, H. Olkkola, K. Soljanlahti, S. Tiala, T. 2021. Anestesiakäsikirja. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Reinikainen, M. Hypoksemia. Teoksessa: Ala-Kokko, T. Alahuhta, S. Hyppölä, H. Kaartiainen, J. Savolainen, T. 2021. Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito. 3. uudistettu painos. Helsinki: Kustannus Ou Duodecim.

Reinikainen, M. Uusaro, A. 2002. O₂, CO₂ ja hengityslaitehoito. Finnanest 35 (2). Viitattu Luettu 22.5.2021. Saatavissa [a_reinikainen.pdf \(finnanest.fi\)](https://www.finnanest.fi/a_reinikainen.pdf)

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus? Vaasan yliopisto. Luettu 13.5.2021.

Sand, O. Sjaastad, . Haug, E. Bjälle, J. 2012. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 8.-9. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Steripolar a. Viitattu 20.11.2021. Saatavissa [Acapella® Green DH : Steripolar verkko-kauppa](#)

Steripolar b. Viitattu 20.11.2021. Saatavissa [Coach2-spirometri - Steripolar](#)

Suomen anestesiahoitajat ry. Anestesiahoitajan osaamisvaatimukset. Osaamisvaatimukset - Suomen Anestesiahoitajat ry (sash.fi) Luettu 20.5.2021.

Tallgren, M. Abdillahi, N. 2020. Keuhkohtaumatautipotilaan anestesian erityispiirteet. Teoksessa: Olkkola, K. Kiviluoma, K. Saari, T. Tallgren, M. Uusaro, A. Yli-Hankala, A. 2021. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Tuomi, J. Sarajärvi, A. 2018. Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Helsinki. Tammi

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. Viitattu 19.5.2021. Saatavissa <http://www.tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanto>

Uusaro, A. Okkonen, M. 2018. Miten hoidan akuuttia hengitysvajaausta. Duodecim;134.

Vierimaa, H. Laurila, M. 2017. Keho, anatomia ja fysiologia. 7. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Wilks, C. Foran, P. 2021. Capnography monitoring in the post Anaesthesia Care Unit (PACU). Journal of Perioperative Nursing. 34 (2).

Liite 1. Lähteiden päätulokset.

Tekijät	Vuosi	Artikkelin nimi	Päätulokset	Tietokanta
Brander, P-E.	2011	Noninvasiivinen ventilaatio ja äkillinen hengitysvajaus	Äkillinen hengitysvajaus ja hoidon tavoitteet. NIV:in käyttöalueet ja toteutus.	Medic
Moisio, M.	2011	Vanhuspotilaan anestesia	Hapenpuutteelle altistavat tekijät. Iän vaikutukset hengityselimistöön	Medic
Karcz, M. Papadakos, P-J.	2013	Respiratory complications in the postanesthesia care unit	Atelektaasit, CPAP etu pelkään happeen.	Cinahl
Lund, V.	2015	Ylipainoisen potilaan hengitysvajaus	Ylipainon ja asennon fysiologiset muutokset keuhkoissa. Atelektaasien hoito.	Medic
Ekroos, H.	2017	Suurivirtauksinen nenäkanyyli	Nenäkanyylin vaikutustapa, käyttö ja käyttöaiheet.	Medic
Niinimäki, S.	2017	Näkökulmia hengityksen hoitoon heräämössä	Hengitystoiminnan perustarkkailu, hengitysvajaus, nenäkanyyli, atelektaasit.	Medic
Uusaro, A. Okkonen, M.	2018	Miten hoidan akuuttia hengitysvajasta?	Akuutti hengitysvajaus ja sen hoito. Nenäkanyyli. CPAP ja NIV.	Medic
Illman, H.	2019	Turboviikset tulivat taloon	Nenäkanyylin vaikutustapa, käyttö ja käyttöaiheet.	Medic
Karjula, E. Klasila, M.	2021	Hengitystä tukeva asentohoito	Akuutti hengitysvajaus. Asennon vaikutus hengitykseen ja atelektaaseihin.	Medic
Wilks, C. Foran, P.	2021	Capnography monitoring in the posti Anaesthesia Care Unit (PACU)	Kapnografin käyttö ja sen nopeus vrt saturaatiomittariin.	Cinahl