LAB University of Applied Sciences

Poikkeavien hengitysäänten keuhkoperäiset syyt ja auskultaatioterminologia

LAB-ammattikorkeakoulu
Ensihoitaja (AMK)
2024
Kalle Almonkari & Eeli Kokkonen

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Kalle Almonkari Eeli Kokkonen	Opinnäytetyö, AMK	2024
	Sivumäärä 40	

Työn nimi

Poikkeavien hengitysäänten keuhkoperäiset syyt ja auskultaatioterminologia

Tutkinto ja koulutusala

Ensihoitaja (AMK)

Toimeksiantajaorganisaatio (jos opinnäytetyöllä on toimeksiantaja)

LAB-ammattikorkeakoulu

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kuvailla keuhkoperäisten hengitysäänten tunnistamista, patofysiologiaa sekä selvittää, miten keuhkoperäiset tautitilat aiheuttavat auskultoiden poikkeavat hengitysäänet ja, miten hengitysäänten terminologiaa voisi yhtenäistää. Tavoitteena oli lisätä ymmärrystä hengityksen perusteista, hengitysäänten kuuntelusta sekä tunnistettavista keuhkoperäisistä auskultaatiolöydöksistä.

Opinnäytetyö toteutettiin kartoittavana kirjallisuuskatsauksena. Aineisto haettiin PubMed-, Medic- ja EBSCO-tietokannoista sekä manuaalisella haulla. Lopullinen tutkimusaineisto koostui yhdeksästä tutkimuksesta ja artikkelista sekä yhdestä oppikirjasta. Aineiston tukena käytettiin myös muita terveydenhuoltoalan oppikirjoja ja artikkeleita.

Tuloksina saatiin terveydenhuollon käyttöön suositellut suomenkieliset hengitysäänitermit sekä yleinen kuvaus siitä, miten poikkeavat hengitysäänet muodostuvat ja liittyvät eri keuhkoperäisiin tautitiloihin.

Asiasanat

hengitysäänet, patofysiologia, onomatopoieettinen, hengityselinten taudit, keuhkosairaudet, kartoittava kirjallisuuskatsaus

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Kalle Almonkari Eeli Kokkonen	Thesis, UAS	2024
	Number of Pages 40	

Title of Publication

Pulmonary causes of abnormal lung sounds and auscultation terminology

Degree, Field of Study

Paramedic (UAS)

Organisation of the client (if the thesis work is commissioned by another party)

LAB University of Applied Sciences

Abstract

The purpose of the thesis was to describe the identification of pulmonary breath sounds, their pathophysiology, and to investigate how pulmonary conditions cause abnormal breath sounds detected during auscultation. Additionally, it aimed to explore ways to standardize the terminology of breath sounds. The objective was to enhance understanding of the fundamentals of respiration, the process of listening to breath sounds, and the identification of pulmonary auscultation findings.

The thesis was conducted as a scoping literature review. The data were retrieved from PubMed, Medic, and EBSCO databases, as well as through manual searches. The final research material consisted of nine studies and articles, along with one text-book. Additional healthcare textbooks and articles were also utilized to support the analysis.

The results provided recommended Finnish-language terms for breath sounds to be used in healthcare, along with a general description of how abnormal breath sounds are formed and how they are linked to various pulmonary conditions.

Keywords

lung sound, pathophysiology, expressive words, respiratory diseases, lung diseases, scoping review

Sisällys

1 Johdanto 1
1.1 Opinnäytetyön tausta 1
1.2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset 2
2 Hengitys 3
2.1 Ihmisen energia-aineenvaihdunta 3
2.2 Miksi ihminen hengittää? 4
2.3 Hengityselimistön anatomia 4
2.4 Hengitysmekaniikan fysiologia 6
2.5 Hengitysäänten syntyminen 8
3 Keuhkojen auskultaatio 9
4 Poikkeavien hengitysäänten keuhkoperäiset syyt 10
4.1 Astma 10
4.2 Keuhkoahtaumatauti 10
4.3 Keuhkotulehdus 11
4.4 Keuhkofibroosi 11
5 Opinnäytetyön toteutus 13
5.1 Menetelmä 13
5.2 Tutkimusasetelma ja -aineisto 13
5.3 Tiedonhaku 15
5.4 Aineiston analysointi 16
6 Tulokset 18
6.1 Hengitysäänien terminologian yhtenäistäminen 18
6.2 Hengitysäänilöydösten patofysiologia 20
6.3 Keuhkoperäisten tautitilojen patofysiologian vaikutus hengitysääniin 23
6.3.1 Astma 23
6.3.2 Keuhkoahtaumatauti 23
6.3.3 Keuhkokuume 25
6.3.4 Keuhkofibroosi 25
7 Pohdinta 27
7.1 Tavoite 27
7.2 Opinnäytetyön tulokset ja käytettävyyden arviointi 27
7.3 Etiikka ja luotettavuus 29
7.4 Jatkotutkimusehdotuksia 32
Lähteet 33

Liite 1. Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön tausta

Keuhkosairauksien erikoislääkäri (Salomaa 2022) määrittelee hengenahdistuksen hengityksen vaikeutumiseksi sekä ponnistelun tarpeeksi hengityksen yhteydessä. Hengitysvajaus taas tarkoittaa elintoimintahäiriötä, johon kuuluu hapettumisen häiriö, hiilidioksidin kertyminen tai hengitystyön lisääntyminen (Varpula ym. 2007). Ensihoidon kohtaamiin potilaisiin lukeutuu merkittävä määrä potilaita, jotka kokevat hengitysvaikeutta. Hengitysvaikeus on kuudenneksi tavallisin aihe hälyttää ambulanssi kiireellisesti (Holmström 2020). Hengitysvaikeuteen liittyvillä tehtävillä on toiseksi suurin kuolleisuus kaikista hälytystehtävistä. Hengitysvaikeudeksi määritellään tilat, joissa pääasiallisena oireena on subjektiivisesti tai objektiivisesti hengenahdistus tai hengitysvaikeus. (Kuisma ym. 2021, 373.)

Ensihoidon tehtävänä on tutkimusten, mittausten ja haastattelun avulla luoda kokonaiskuva potilaan tilasta sekä hoitaa sitä tarvittaessa oireen mukaisesti. Yksi näistä tutkimuksista on hengitysäänten kuunteleminen stetoskoopilla, mikä kuuluu ensihoitajan perustutkimuksiin. (Kuisma ym. 2021, 143.) Hengitysäänten kuuntelu kuuluu myös muiden kuin hengitysvaikeuskoodilla tulleiden tehtävien tutkimusprotokollaan. Hengitysäänten kuuntelulla voidaan saada helposti ja nopeasti tietoa keuhkojen tilasta. Se ei kerro suoraa diagnoosia, vaan antaa kuvaa, minkälaisia patofysiologisia prosesseja hengitysteissä ja keuhkoissa on käynnissä. (Lehtimäki ym. 2021.) Hengitysäänten kuuntelijan täytyy osata yhdistää auskultaatiolöydökset patofysiologisiin prosesseihin keuhkoissa.

Haasteeksi Lehtimäen ym. (2021) mukaan tulee yleensä epäselvä terminologia, yhtenäisten termien puute sekä hengitysäänilöydösten kirjava ilmaisu, jolla hengitysäänten kuuntelija voisi yhteneväisesti kuvailla kuulemaansa. Kuitenkin suurimmaksi ongelmaksi Lehtimäki ym. (2021) kuvaa hengitysäänten auskultoinnissa kuuntelijan subjektiivisuuden hengitysäänilöydösten kuvaamisessa. Tieteen termipankki (2017) määrittelee kyseistä ilmiötä kuvaavan deskriptiivisen termin onomatopoieettinen, joka tarkoittaa ääntä tai ääniä jäljittelevää imitoivaa sanaa tai ilmausta. Hengitysäänten kuuntelemisen haastavuudesta kertovat esimerkiksi tutkimukset Kim ym. (2021) ja Hafke-Dys ym. (2019). Tutkimuksissa käy ilmi, että hengitysäänten tulkitseminen on haastavaa myös lääkäreille, eikä esimerkiksi potilaan diagnosointia pelkän hengitysäänilöydöksen perusteella suositella.

Olemme kokeneet edellä mainitut ongelmat myös henkilökohtaisesti perustuen omiin kokemuksiimme hoitotyön harjoitteluista ja työelämästä. Monitulkintaisten hengitysäänten terminologisen kuvailun kohdalla subjektiivisuus sekä onomatopoieettisuus näkyvät erityisesti yleisesti tunnettujen termien puuttuessa. Tällöin hengitysäänten kuuntelija saattaa kuvailla

ja imitoida kuulemaansa moninaisin termein ja ensihoidossa työskennellessä työpari tai hoitotiimin jäsen saattaa käsittää kuuntelijan käyttämän kuvailevan termin aivan eri tavalla kuin kuuntelija itse. Tämä voi aiheuttaa väärinymmärryksiä, kasvattaa potilasturvallisuusriskiä sekä vaikuttaa annettavan ensihoidon laatuun.

Opinnäytetyö toteutetaan kartoittavana kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuuskatsauksessa käsitellään hengitysäänten eri keuhkoperäisiä syitä aina patofysiologiaan asti pureutuen. Valitsimme aiheen ensihoidon opetuksen valmiista aihe-ehdotuksista, jotka on tehnyt ensihoidon lehtori. Aihe on tärkeä osa sosiaali- ja terveysalan ammattilaisen ammattiosaamista sekä potilasturvallista hoitotyötä.

1.2 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyön tarkoituksena on kuvailla keuhkoperäisten hengitysäänilöydösten tunnistamista, patofysiologiaa ja selvittää, miten keuhkoperäiset tautitilat aiheuttavat auskultoiden poikkeavat hengitysäänet. Lisäksi tarkoituksena on selvittää, miten hengitysäänten terminologiaa tulisi yhtenäistää.

Tavoitteena on lisätä ymmärrystä luomalla opinnäytetyön alkuun kattava ja luotettavista lähteistä kerättyä teoriatietoa sisältävä kokonaisuus, jossa käsitellään hengityksen perusteita, hengitysäänten kuuntelua sekä tunnistettavia keuhkoperäisiä löydöksiä, jotka liittyvät patofysiologisten muutosten aiheuttamiin muutoksiin hengitysäänissä. Opinnäytetyössä emme ota kantaa löydöksiin liittyvien vaivojen ja sairauksien hoitamiseen.

Opinnäytetyö etenee rakenteellisesti ja loogisesti käsitellen monelle lukijalle kertauksena teoriaa solutasolta kohti isompia kokonaisuuksia kuten anatomiaa, fysiologiaa sekä normaalien hengitysäänten syntymistä. Tämän jälkeen käsittelemme normaalien hengitysäänten auskultaatiota päästäksemme epänormaalien hengitysäänten keuhkoperäisiin aiheuttajiin sekä tuloksissa niiden syntyperiaatteisiin.

Tämän opinnäytetyön tutkimuskysymykset ovat:

1. Miten hengitysäänien terminologiaa tulisi yhtenäistää?
2. Millainen hengitysäänilöydösten patofysiologia on?
3. Miten keuhkoperäisten tautitilojen patofysiologia vaikuttaa hengitysääniin?

2 Hengitys

2.1 Ihmisen energia-aineenvaihdunta

Ihmisen elimistö tarvitsee energiaa mekaaniseen työhön, ravintoaineiden, viestimolekyylien ja muiden yhdisteiden muodostamiseen sekä niiden hajottamiseen ja kuljettamiseen solukalvon läpi, soluviestintään ja lämmön tuottamiseen (Leppäluoto ym. 2021, 42). Ihmiselimistö pysyy elossa jatkuvan energiankulutuksen avulla. Tämän prosessin varmistamiseksi elimistö kerää energiansaantiin tarvittavia aineita pääsääntöisesti kehon ulkopuolisesta ympäristöstä. Kehon ulkopuolisia energianlähteitä ovat glukoosi ja rasvahapot. Soluhengityksessä käytettävään energiantuotantoon käytetään kemiallisia reaktioita. Ulkopuolista energiaa hyödyntäviä reaktioita kutsutaan endergonisiksi reaktioiksi, kun taas energiaa vapauttavia reaktioita kutsutaan eksegonisiksi reaktioiksi. Ihmisen solut kuuluvat eksegoniseen reaktioon, koska ne vapauttavat energiaa elimistön käytettäväksi. Elimistön energiavaluuttana käytetään termiä adenosiinitrifosfaatti. (Risto 2023, 58–60.) Tästä eteenpäin adenosiinitrifosfaatista käytetään lyhennettä *ATP*.

ATP tarkoittaa nukleiinihapon rakenneyksikköä, johon on varastoitunut suurienergisen fosfaattisidoksen energiaa, jota solut käyttävät eri toiminnoissa (Lääketieteen sanasto 2016). ATP:a syntyy soluhengityksessä joko aerobisesti tai anaerobisesti. Aerobinen energiantuotanto tarkoittaa ravintoaineiden muuttamista energiaksi hapen avulla. Tämän kemiallisen prosessin lopputuotteena syntyy solujen mitokondrioissa runsaasti ATP:a, hiilidioksidia, vettä ja lämpöä. Solut kykenevät tuottamaan ATP:a myös anaerobisesti, mutta sen tuotanto on huomattavasti vähäisempää kuin hapen kanssa. Anaerobisesti tuotettuna sivutuotteena syntyy lisäksi maitohappoa eli laktaattia. (Leppäluoto ym. 2021, 42–32.)

Leppäluoto työryhmineen listaa kehon energian tarpeen liittyvän solujen aktiivisiin kuljetusmekanismeihin, joita ovat solujen ionipumppujen käyttö sekä vesikulaarinen kuljetus. Aktiivinen kuljetusmenetelmä tarvitsee ATP:a toimiakseen. Jokaisessa solussa esiintyy ionipumppuina natriumia ja kaliumia kuljettavia Na–K-pumppuja. Tämä kuljetusmekanismi saa energiansa soluhengityksessä tuotetusta ATP:stä. Se pumppaa natriumioneja solusta ulos sekä kaliumioneja soluun sisään. Muita aktiivisia pumppuja ihmisen soluissa on esimerkiksi lihassoluissa olevat Ca-ATPaasit. Vesikulaarinen kuljetus tarkoittaa sitä, kun soluun kuljetettava molekyyli tai kappale on liian suuri muille solun kuljetusmekanismeille. Tällöin solukalvo kuroo partikkelin solun sisälle endosytoosin eli solukalvoon muodostettavan syvennyksen avulla. (Leppäluoto ym. 2021, 33–35.)

Aktiivisten kuljetusmekanismien lisäksi on käytössä myös passiivisia kuljetusmekanismeja, jotka eivät vaadi energiaa toimiakseen. Tätä on esimerkiksi diffuusio ja fasilitoitu kuljetus.

Diffuusio tarkoittaa aineiden passiivista kulkeutumista suuremman pitoisuuden tilasta kohti pienemmän pitoisuuden tilaa. Fasilitoitu diffuusio tarkoittaa avustettua kuljetusta, jossa solukalvon kalvoproteiineihin kuuluvat kuljetusproteiinit kuljettavat passiivisesti yhdisteitä solukalvon läpi. (Leppäluoto ym. 2021, 33.) Energia-aineenvaihdunnan takia elimistön solut kykenevät säilyttämään elämää ylläpitävän toiminnan (Risto 2023, 58)

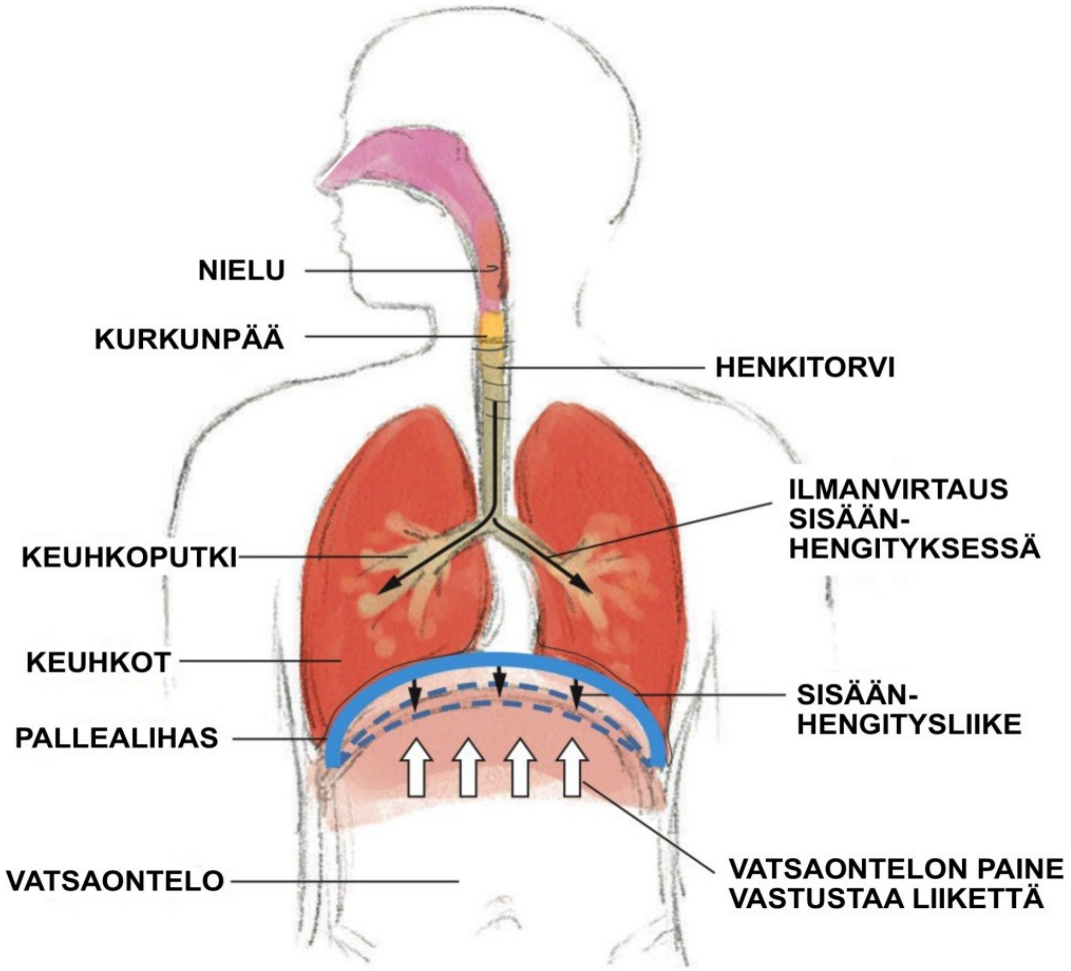
2.2 Miksi ihminen hengittää?

Hengityksen tehtävänä on turvata elimistön hapensaanti sekä aineenvaihdunnan sivutuotteena syntyneen hiilidioksidin poistaminen elimistöstä kaikissa tilanteissa. Hengitysjärjestelmä on yksi elimistön huoltojärjestelmän osa yhdessä verenkierto-, ruoansulatus- ja virtsaneritysjärjestelmän kanssa. Hengitys voidaan jakaa ulkoiseen- ja sisäiseen hengitykseen. Ulkoinen hengitys tarkoittaa keuhkotuuletusta eli ventilaatiota. Tässä ilma virtaa keuhkoputkia pitkin keuhkoihin sekä sieltä pois. Siihen kuuluu myös rintaontelon vuorottainen laajenemis- ja supistumisliike. Sisäinen hengitys taas tarkoittaa soluhengitystä. Tässä happi kulkeutuu elimistön solujen mitokondrioihin, joissa tapahtuu happeen liittyviä aineenvaihduntareaktioita. (Leppäluoto ym. 2021, 162.)

Soluhengityksen lopputuotteena syntyy energiaa (ATP), hiilidioksidia ja kuona-aineita. Ulkoinen ja sisäinen hengitys liittyvät toisiinsa diffuusion periaatteella. Tässä happi siirtyy keuhkorakkuloista verenkiertoon ja hiilidioksidi verenkierrosta keuhkorakkuloihin, joista se hengitetään pois. (Leppäluoto ym. 2021, 162.)

2.3 Hengityselimistön anatomia

Hengityselimistö voidaan jakaa karkeasti hengitysteihin ja alveoleihin. Hengitysteiden tehtävä on muodostaa reitti hengityskaasuille ulkoilman ja alveolien välille. Kaasujen vaihtaminen tapahtuu alveolitasolla lyhyen diffuusioetäisyyden sekä suuren pinta-alan takia. Hengitysteissä kaasujen vaihtumista ei tapahdu. (Risto 2023, 300.) Ihmisen hengityselinjärjestelmään kuuluu ylemmät- ja alemmat hengitystiet (Kuva 1), keuhkot sekä hengitykseen käytettävät lihakset. Ylempiin hengitysteihin kuuluvat nenäontelo (*cavitas nasi*), nenänielu (*nasopharynx*), nielu (*pharynx*) ja kurkunpää (*larynx*), jota pidetään ylä- ja alahengitysteiden rajana. Alempiin hengitysteihin kuuluvat henkitorvi (*trachea*), keuhkoputket (*bronchus*) ja keuhkorakkulat (*alveoli*). (Leppäluoto ym. 2021, 164.)

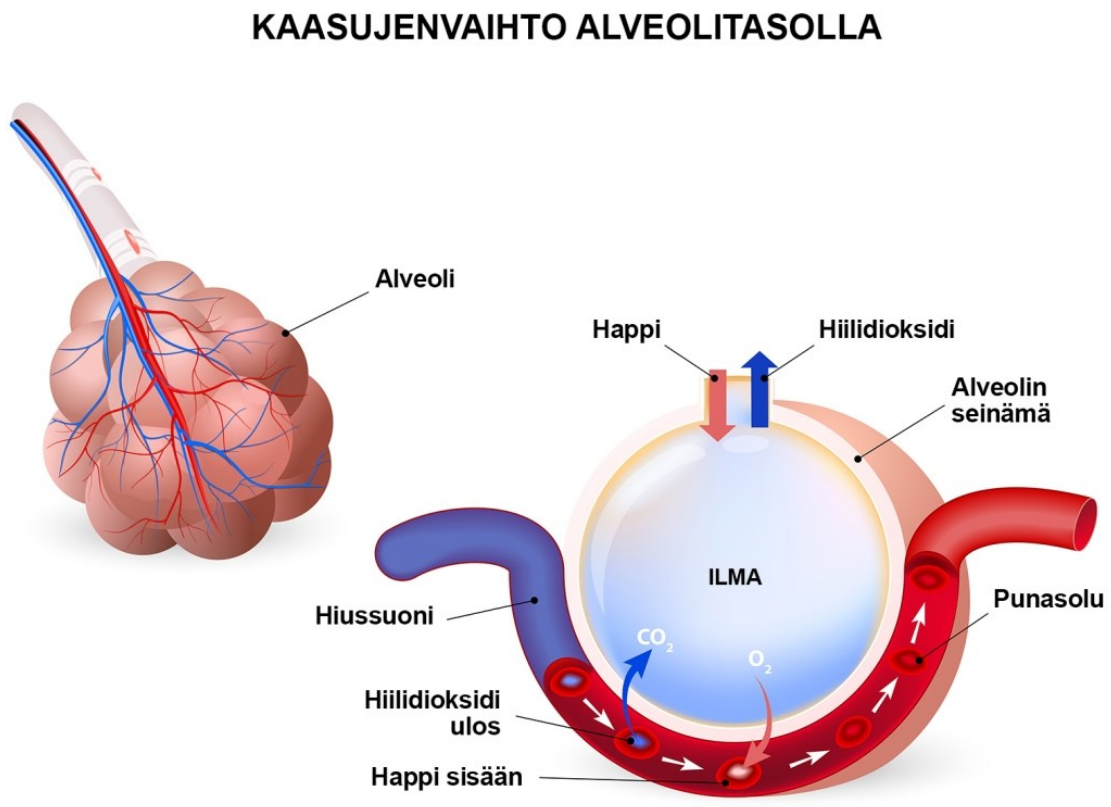


Kuva 1. Ihmisen hengityselinjärjestelmä (Sovijärvi 2017)

Keuhkot (*pulmones*) ovat parillinen rakenne, joka jakautuu oikeaan ja vasempaan keuhkopuoliskoon. Oikea keuhko jakautuu kolmeen lohkoon: ylälohkoon, keskilohkoon ja alalohkoon. Vasen keuhko jakautuu kahteen lohkoon: ylä- ja alalohkoon. (Leppäluoto ym. 2021, 163–165.) Keuhkojen sisällä olevat keuhkoputket haarautuvat 19–23 kertaa pienempiin ja pienempiin keuhkoputkiin ennen kuin niissä kulkeva ilma saavuttaa alveolit (Risto 2023, 300–301). Näitä ennen alveoleita tulevia pieniä keuhkoputkia nimitetään hengitystiehyeiksi ja keuhkorakkulatiehyeiksi (Leppäluoto ym. 2021, 164–166).

Keuhkorakkuloissa tapahtuu diffuusion periaatteella kaasujen vaihtumista verenkierron ja alveolien välillä (Kuva 2). Keuhkorakkulat ovat halkaisijaltaan noin 0,25–0,5 mm. Alveolit muodostavat rypälemäisiä ryppäitä, joita peittää keuhkon hiussuoniverkosto muodostaen respiratorisen pääte-elimen. (Risto 2023, 300–302.) Alveolien määrä on yhteensä noin 300 miljoonaa, jolloin niiden yhteispinta-ala on arviolta 70–100 m² (Leppäluoto ym. 2021, 165–

166). Alveolit muodostuvat kahdesta eri solutyypistä: tyypin I ja II soluista. Tyypin I solut kattavat 90–95 % alveolien pinta-alasta. Tyypin I solut yhdessä kapillaarisuonten endoteelisolujen sekä niiden välissä olevan tyvikalvon kanssa muodostavat normaalitilanteessa hengityskaasuille noin 0,4–0,8 µm diffuusioetäisyyden. Tyypin II solut tuottavat keuhkorakkuloille surfaktanttia, joka alentaa niiden pintajännitystä, estää nesteen kertymistä soluun ja alveolia painumasta kasaan. (Risto 2023, 300–304.)



Kuva 2. Kaasujenvaihto alveolitasolla keuhkoissa (Sovijärvi)

2.4 Hengitysmekaniikan fysiologia

Ihmisen hengittäminen eli keuhkotuuletus jaetaan sisään- ja uloshengitykseen. Sisäänhengitysvaihe on aina aktiivinen, lihastyötä vaativa vaihe. (Leppäluoto ym. 2021, 171.) Hengittämiseen vaikuttaa myös keuhkoissa vallitsevat paine-erot sekä keuhkojen fyysiset ominaisuudet kuten elastisuus, komplianssi eli myötäävyys ja pintajännitys. Hengityslihaksista tärkein on pallea. (Risto 2023, 306.) Hengitystyössä pallea supistuu vetäytyen rintaontelossa alaspäin luoden keuhkoihin alipaineen, joka vetää ilmaa sisään (Kuva 1). (Leppäluoto ym. 2021, 171). Pallealihas hermotetaan C3–C5-nikamien välistä (Risto 2023, 306). Levossa

pallea laskeutuu vain 1–2 cm, mutta voimakkaan sisäänhengityksen aikana se laskeutuu maksimissaan jopa 10–12 cm. Rintakehän laajenemista ja ventilaation tehostamista tukevat myös useat lihakset. (Leppäluoto ym. 2021, 171.) Näitä lihaksia kutsutaan apuhengityslihaksiksi. Sisäänhengitysapulihaksia ovat ulommat kylkivälilihakset, päännyökyttäjälihas, kylkiluunkannattajalihas ja pieni rintalihas. Uloshengitysapulihaksia ovat sisemmät kylkivälilihakset, ulompi vino vatsalihas, sisempi vino vatsalihas ja suora vatsalihas. Levossa ollessa hengityslihakset käyttävät koko hapenkulutuksesta vain 1–2 % ja enimmäisrasituksessakin vain alle 10 %. Vaikeimpien keuhkosairauksien pahenemisvaiheessa energiankulutus voi olla jopa 50 %. (Kuisma ym. 2021, 375–376.)

Keuhkoissa virtaavan ilman määrään vaikuttaa suoraan verrannollisesti paine-eron suuruus ulkoilmaan verrattuna. Mitä suurempi paine-ero keuhkojen sisälle saadaan luotua, sen enemmän ilmaa sinne virtaa. Ilman virtaukseen vaikuttaa myös keuhkoissa oleva virtausvastus. Mitä enemmän vastusta keuhkoputket aiheuttavat, sitä vähemmän ilmaa keuhkoihin virtaa. Suurin virtausvastus hengitysteissä on keuhkoputkien alkupäässä aina noin kahdeksanteen keuhkoputkien jakautumisvaiheeseen saakka. Tämän jälkeen hengitettävän ilman virtausvastus vähenee merkittävästi. Tämä johtuu hengitysteiden kokonaispinta-alan kasvusta, mikä johtuu hengitysteiden halkaisijan pienemisen aiheuttamasta hengitysteiden lukumäärän nopeasta lisääntymisestä. (Risto 2023, 303.)

Pallealihas jakaa kehon sisäelimet kahteen osioon. Ylemmässä osastossa rintaontelon alueella sijaitsevat keuhkot, sydän, suuret verisuonet, henkitorvi ja ruokatorvi. Alemmassa osastossa vatsaontelossa sijaitsevat haima, maksa, ruuansulatuskanava, perna sekä virtsanerityselimistö. Keuhkoja ympäröi keuhkopussi eli pleura. Pallean jakamassa ylemmässä osiossa on keuhkojen ja keuhkopussin lisäksi välikarsina eli mediastinum, joka sisältää kaikki muut rintaontelon elimet. (Risto 2023, 303–306.)

Keuhkopussissa on kaksikalvoinen rakenne. Kalvojen välissä on nestettä vähentämään näiden toisiinsa hankauksen aiheuttamaa kitkaa. Keuhkopussin sisäpuoleinen kalvo on nimeltään viskeraalinen kalvo. Ulompi kalvo on nimeltään parietaalinen kalvo. Parietaaliseen kalvoon kiinnittyy ympärillä olevat rintakehän rakenteet ja pallealihas. Nämä mahdollistavat mekaanisen hengitystyön. Keuhkoilla on niiden sisällä olevan nesteen pintajännityksen vuoksi taipumus painua kasaan. Pleuraontelon kiinnitykset ja lihakset estävät kasaan painumisen, joko laajenemalla tai paikoillaan pysymällä. Tämä aiheuttaa keuhkojen sisälle ilmakehää alemman paineen eli alipaineen. (Risto 2023, 303–304.)

Hengitystyölle on merkityksellistä kuinka myötäävät ja joustavat keuhkot ovat. Keuhkot ovat muodostuneet joustavaksi kudostyypiksi ja ovat hengittäessä helposti myötäävät. Myötäävyys eli komplianssi tarkoittaa sitä, kuinka helposti keuhkokudos joustaa paineen

muuttuessa. Sen lisääntyessä keuhkojen tilavuuden muuttuminen helpottuu. Komplianssiin vaikuttaa ympäröivä sidekudos ja alveolien pintajännitys. Mikäli komplianssi heikkenee, huononee myös kaasujen vaihtuminen. Keuhkojen elastisuus taas vaikuttaa siihen, kuinka hyvin sisäänhengityksen jälkeen rintaontelo ja pallea palautuvat alkuperäiseen kokoonsa. Rauhallisessa hengityksessä uloshengitys ei vaadi lainkaan lihastyötä keuhkojen elastisuuden takia. Elastisuuden lisäksi yksi keuhkojen tilavuuden laajentamista estävä voima on pintajännitys. (Risto 2023, 303–304.)

2.5 Hengitysäänten syntyminen

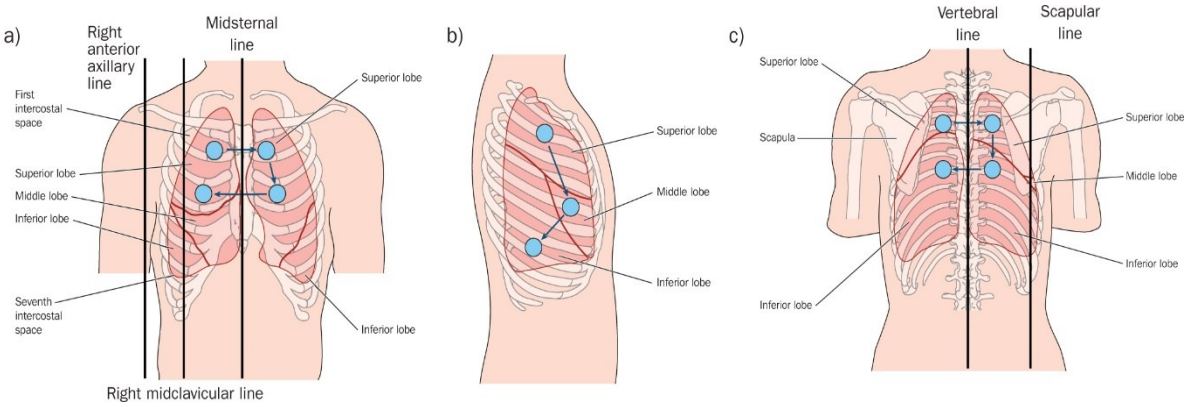
Normaalit hengitysäänet muodostuvat hengityksen ilmavirtauksesta sisään ja ulos. Ilmavirran liikkuminen ja siitä syntyvä ilman pyörteily (turbulenssi) värisyttää hengitysteiden seinämiä. Tämä värinä kulkeutuu keuhkokudoksen ja rintakehän seinämän rakenteiden läpi pinnalle, josta se on kuultavissa pelkällä korvallakin, mutta huomattavasti tarkemmin stetoskoopin avulla. Normaalisti sisäänhengityksen äänet kuuluvat voimakkaampina kuin uloshengityksen äänet. Keuhkoista kuultava uloshengitysääni on kestoltaan lyhyempi kuin sisäänhengityksen ääni, vaikka uloshengitys on sisäänhengitystä pidempi. Sisään- ja uloshengityksen keston ajallista suhdetta kuvataan I:E suhteeksi (*Inspirium ja Expirium).* (Alanen ym. 2018, 30.)

Sisään- ja uloshengityksen suhde liittyy ihmisellä vallitsevaan hengitystaajuuteen. Tyypillinen I:E suhde normaalikeuhkoisilla ihmisillä on 1:2. 60 sekunnin aikana kymmenen kertaa hengittävän ihmisen hengityssykli on 6 sekuntia. Tämä tarkoittaa 2 sekuntia sisäänhengitystä ja 4 sekuntia uloshengitystä. Hengitystaajuuden kasvaessa myös sisään- ja uloshengityksen suhde muuttuu. (Sembroski ym. 2023.)

3 Keuhkojen auskultaatio

Keuhkojen auskultointi tehdään hiljaisessa tilassa potilaan paljaalta iholta stetoskoopin kalvosimen avulla mahdollisimman hyvän kuuluvuuden takaamiseksi. Hengitysäänet kuunnellaan potilaan rintakehältä, kyljistä ja selkäpuolelta (Kuva 3). Parhaiten tämä onnistuu potilaan istuessa. Samaan aikaan voi tarkkailla potilaan hengitysmekaniikkaa tai sen poikkeavuuksia. Lapsipotilaan auskultointi onnistuu parhaiten vanhemman sylissä. Hengitysäänten kuunteluun vaikuttavat kuuntelupaikka, keuhkoista kuultava äänen lähde, stetoskoopin välissä olevan keuhkokudoksen määrä sekä rintakehän seinämä ja ihonalainen rasvakerros. Hengitysäänet kuuluvat parhaiten, kun potilasta pyydetään hengittämään syvään suun kautta ja puhaltamaan ilma suun kautta myös ulos. (Lehtimäki ym. 2021.)

Kattava hengitysäänien kuuntelu suoritetaan ensin rintakehän etuosasta molemmin puolisesti mielellään kolmesta eri kohdasta. Tämän jälkeen kuunnellaan hengitysäänet rintakehän sivuilta molempien kainaloiden alapuolelta yhdestä-kolmesta eri kohdasta huomioiden keuhkolohkojen anatomia. Viimeisenä kuunnellaan hengitysäänet selkäpuolelta vähintään kahdesta, mielellään neljästä kohdasta. Kuuntelu tehdään aina molemminpuolisesti, jolloin mahdolliset puolierot löydetään. (Alanen ym. 2018, 28–29.)



Kuva 3. Hengitysäänten auskultointikohdat anteriorisesti, lateraalisesti ja posteriorisesti (Squires 2022)

Normaalit hengitysäänet syntyvät keuhkoputkien alueella ja muokkautuvat keuhkokudoksen mukaan. Nykypäivänä ääniä kutsutaan *normaaleiksi hengitysääniksi*. (Lehtimäki ym. 2021.) Aikaisemmin hengitysääniä on voitu jaotella vesikulaarisiksi (rakkulamaiset), bronkiaalisiksi (keuhkoputkilähtöiset) ja trakeaalisiksi (henkitorvilähtöisiksi) (Kuisma ym. 2021, 143). Näistä termeistä on nykyään luovuttu (Lehtimäki ym. 2021).

4 Poikkeavien hengitysäänten keuhkoperäiset syyt

4.1 Astma

Astma tarkoittaa keuhkojen pitkäaikaista tulehduksellista sairautta, jossa keuhkoputkien supistumisherkkyys lisääntyy (Haahtela ym. 2013). Astmatyyppejä tunnetaan erilaisia ja jakoa eri alatyyppeihin tehdään tulehduksen mekanismin ja sairauden ilmiasun piirteisiin perustuen. Yhteistä kaikille astmatyypeille on kuitenkin vaihteleva ja laukeava obstruktio ja tähän liittyvä oireisto. (Kauppi & Lehtimäki 2021.)

Käypä hoito -suositus esittää astman tyyppioireiksi yskän, limanerityksen, hengenahdistuksen ja hengityksen vinkumisen. Oireille ominaista on niiden vaihtelevuus ja kohtauksellisuus. Oireet johtuvat keuhkoputkien limakalvotulehduksesta ja lisääntyneestä supistumisherkkyydestä. (Astma: Käypä hoito -suositus 2022.) Sairautena astma kehittyy usein vähitellen ja salakavalasti. Kehittymisvaiheessa ensioireina on tyypillisesti pitkittynyttä yskää ja lisääntynyttä limannousua. (Kuisma ym. 2021, 395.)

Väestötasolla astmaa sairastaa noin 6–9 %, eniten sitä tavataan lapsilla ja yli 40-vuotiailla (Kauppi 2023). Astmaan voi kuitenkin sairastua missä iässä tahansa (Astma: Käypä hoito -suositus 2022).

4.2 Keuhkoahtaumatauti

Keuhkoahtaumatauti eli COPD (*chronic obstructive pulmonary disease*) on keuhkojen pitkäaikainen sairaus, joka tyypillisesti liittyy tupakointiin ja on luonteeltaan vuosien aikana kehittyvä. Sairauteen liittyy kolme osatekijää: krooninen keuhkoputkitulehdus, keuhkoputkien ahtautuminen ja keuhkolaajentuma. (Salomaa. 2022.)

Keuhkoahtaumataudin taudinkuvaan kuuluu keuhkoputkiston pysyvä tulehdustila, mikä ylläpitää limanerityst sekä keuhkoputkien supistustilaa eli obstruktiota. Lisäksi tapahtuu värekarvojen tuhoutumista, joka vähentää liman poistumista hengitysteistä, mikä altistaa toistuville infektioille. Arviolta 80 %:iin keuhkoahtaumataudin pahenemisvaiheista liittyykin infektio. Joillakin potilailla tulehdus lisäksi tuhoaa alveoliseinämiä, mikä johtaa suurien ilmapitoisten onkaloiden eli emfyseeman muodostumiseen. Nämä onkalot eivät osallistu happeutumiseen ja tuulettuvat huonosti. (Kuisma ym. 2022, 398–399.) Emfyseema myös pienentää keuhkokudoksen kimmovoimia ja täten hengitysteiden ahtauman kanssa huonontaa uloshengitysvirtausta (Keuhkoahtaumatauti: Käypä hoito -suositus 2020).

Käytännössä taudin ilmiasu vaihtelee muun muassa kroonisen keuhkoputkitulehduksen oireiden, obstruktion ja emfyseeman vaikeusasteen sekä samanaikaisen astman tai eosinofiilimäärän ja mahdollisten pahenemisvaiheiden mukaan. Keuhkoahtaumatautiin kuitenkin liittyy myös keuhkojen ulkopuolisia muutoksia ja useat liitännäissairaudet ovat yleisempiä kuin samanikäisessä muussa väestössä. (Keuhkoahtaumatauti: Käypä hoito -suositus 2020.)

4.3 Keuhkotulehdus

Keuhkokuumeella (*pneumonia, keuhkotulehdus*) tarkoitetaan keuhkokudoksen tulehdusta. Vuosittain keuhkokuumeeseen sairastuu arviolta 50 000 ihmistä kotonaan ja noin 5000 sairaalahoidon aikana. (Anttila 2024.) Se on toisiksi yleisin sairaalainfektio ja yleisin kuolemia aiheuttava infektiosairaus (Halme & Koskela 2021a; Kuisma ym. 2022, 400).

Tyypillisesti keuhkokuumetta aiheuttavat bakteerit, virukset tai molemmat (Anttila 2024). Valtaosalla infektio tapahtuu taudinaiheuttajan päästessä ylähengitysteistä keuhkokudokseen mikroaspiraation kautta (Halme & Koskela 2021b). Tulehdus voi kehittyä myös muun hengitystieinfektion seurauksena (Kuisma 2022, 400).

Anttilan (2024) mukaan keuhkokuumeessa tyypillisiä oireita ovat muun muassa kuume, yskä, hengenahdistus sekä yleisoireet kuten väsymys ja sairauden tunne. Erityisryhmillä kuten esimerkiksi vanhuksilla ja imeväisillä voi oirekuva olla kuitenkin vaihteleva, esimerkiksi iäkkäillä väsymys ja sekavuus voivat olla taudin ainoat oireet (Kuisma ym. 2022, 400; Anttila 2024). Bronkiitti eli keuhkoputkitulehdus voi olla oireistoltaan melko samanlainen kuin keuhkotulehdus mutta pneumoniassa oireisto on tavallisesti rajumpi (Anttila 2024). Raju keuhkokuume voi johtaa esimerkiksi septiseen sokkiin (Kuisma ym. 2022, 400–401).

4.4 Keuhkofibroosi

Idiopaattinen keuhkofibroosi (IPF) kuuluu idiopaattisten interstitiaalisten pneumonioiden ryhmään ja on näistä tavallisin. Sairaus on valtaosalla huonoennusteinen ja johtaa yleensä etenevään keuhkofibroosiin. (Kaarteenaho 2016.)

IPF:n tarkkaa aiheuttajaa ei tunneta, mutta sen ajatellaan olevan seurausta pitkäkestoisista toistuvista alveoliepiteelin mikrovaurioista, joiden normaalin korjausmekanismin häiriö johtaa fibroplastien aktivaatioon. Fibroosi eli sidekudoksen muodostuminen johtaa interstitiumin eli alveoliepiteelin ja keuhkokapillaariendoteelin välisen kudoksen paksuuntumiseen

ja keuhkokudoksen jäykistymiseen heikentäen kaasujenvaihtoa ja keuhkotuuletusta. (Lehtimäki ym. 2024.)

Taudinkuvaan usein liittyy pitkään jatkunutta kuivaa yskää ja sairauden edetessä hengenahdistusta (Kaarteenaho 2016). Taudinkulussa voi olla suuriakin vaihteluita, mutta hoitamattomana sairaus johtaa keuhkokudoksen fibrosoitumisen myötä pysyvään ventilaatiovajaukseen ja kuolemaan yleensä muutaman vuoden sisällä (Kaarteenaho 2016; Lehtimäki ym. 2024).

5 Opinnäytetyön toteutus

5.1 Menetelmä

Opinnäytetyön menetelmäksi valitsimme kartoittavan kirjallisuuskatsauksen. Valitsimme tämän sen takia, että kartoittavan kirjallisuuskatsauksen avulla pystymme tarkastelemaan aihealueen lähteitä laajemmin, luomaan kattavamman yleiskatsauksen aiheesta sekä selvittää aiheen luonteenomaiset piirteet joustavasti. Tämä ei myöskään sisällä tiukkaa laadunarviointia, tilastollista analyysiä ja mahdollisuuksia uusien tutkimuskysymysten luomiseen, mikä on tyypillistä systemaattiselle kirjallisuuskatsaukselle. (Munn ym. 2018.) Salmisen mukaan kartoittava kirjallisuuskatsaus on aineistolähtöinen ja siinä hyödynnetään ja käydään läpi laajoja erityyppisiä tutkimusaineistoja (Salminen 2011, 9–10). Systemaattinen kirjallisuuskatsaus puolestaan määritellään tiivistelmäksi tietyn aihepiirin aiempien tutkimusten olennaisesta sisällöstä. Sen tarkoituksena on kartoittaa keskustelua sekä seuloa esiin tieteellisten tulosten kannalta mielenkiintoisia ja tärkeitä tutkimuksia. (Salminen 2011, 15.) Kartoittava kirjallisuuskatsaus antaa enemmän mahdollisuuksia ja vapautta lähteiden käyttämiseen opinnäytetyön laatimisessa.

Alkuperäislähteeseen (Munn ym. 2018) viitaten Jakonen ja Ericsson (2021, 28) mainitsevat kartoittavan kirjallisuuskatsauksen olevan hyödyllinen erityisesti silloin, kun päämääränä on tutkimusaiheen erityyppisten näyttöjen tunnistaminen, keskeisten käsitteiden selkeyttäminen aiemmasta kirjallisuudesta, selvittää, miten valitun aiheen parissa on tehty tutkimusta, tutkittavan aiheen luonteenomaisten piirteiden selvittäminen, systemaattisen kirjallisuuskatsauksen alustaminen sekä tutkimusaiheen tiedollisten aukkojen tunnistaminen ja analysoiminen.

5.2 Tutkimusasetelma ja -aineisto

Opinnäytetyön tiedonhaussa käytimme pääsääntöisesti aineistoja sekä tietokantoja, jotka löytyivät EBSCO-, Medic- ja PubMed hakupalvelusta. Muita lähteitä olivat ensihoitoon ja terveysalalle tarkoitetut julkaisut. Lähteiksi emme hyväksyneet toisia ammattikorkeakoulutasoisia opinnäytetöitä tai muita vastaavia tutkielmia.

Tiedonhaku aloitettiin määrittelemällä oikeat hakusanat suomalaisesta asiasanasto- ja ontologiapalvelusta Finto.fi MeSH / FinMeSH avulla (Finto.fi). Täältä löytyi suomenkielisten lääketieteellisten termien lisäksi samalla myös vastaavat oikeaoppiset termit vastaamaan englanninkielisiin hakutuloksiin, jotta tiedonhaku olisi mahdollisimman tasalaatuista kielestä riippumatta. Muita asiasanoja haimme Tieteen termipankista (2017). Tiedonhaussa

itsessään hyödynsimme hakupalveluiden tiedonhakumahdollisuuksia Boolen operaattorien avulla (LUT Academic Library). Hakupalvelussa lähteiden hakeminen suoritettiin hakusanojen avulla, jotka rajattiin ohjeistuksen mukaisesti. Ongelmaksi useiden lähteiden kohdalla tuli se, etteivät ne käsitelleet aihealuettamme kattavasti. Käytämme muita lähteitä tukemaan tulokset-osiossa käsiteltäviä asioita.

Lähteiden valikointikriteerit perustuvat laatuun, joten analysoitavaksi hyväksyttiin muun muassa vertaisarvioidut lääketieteelliset artikkelit, meta-analyysit, tietokannoista löydetyt tutkimukset, tieteelliset artikkelit sekä Terveysportista ja PubMedistä löydettävissä oleva mahdollisimman tuore ensihoitoon- ja terveysalalle tarkoitettu kirjallisuus. Etsimme lähteitä myös manuaalisesti. Rajasimme lähteiden hakua maksimissaan 15 vuotta vanhoihin lähteisiin. Tulokset-osiossa käytimme lähdekriittisesti sekä harkiten muutamia vanhempia lähteitä. Arvioimme lähdekohtaisesti, ettei anatomia ja fysiologia ole merkittävästi muuttuneet kyseisten lähteiden kohdalla. Etsimme tiedonhaun pohjalta löydettyjen aineistojen lähdeluetteloista alkuperäisiä lähteitä, joita käytimme työssämme. Käytettäviksi valikoitiin sekä suomen- että englanninkielisiä lähteitä, mutta ruotsinkielistä aineistoa ei käytetty.

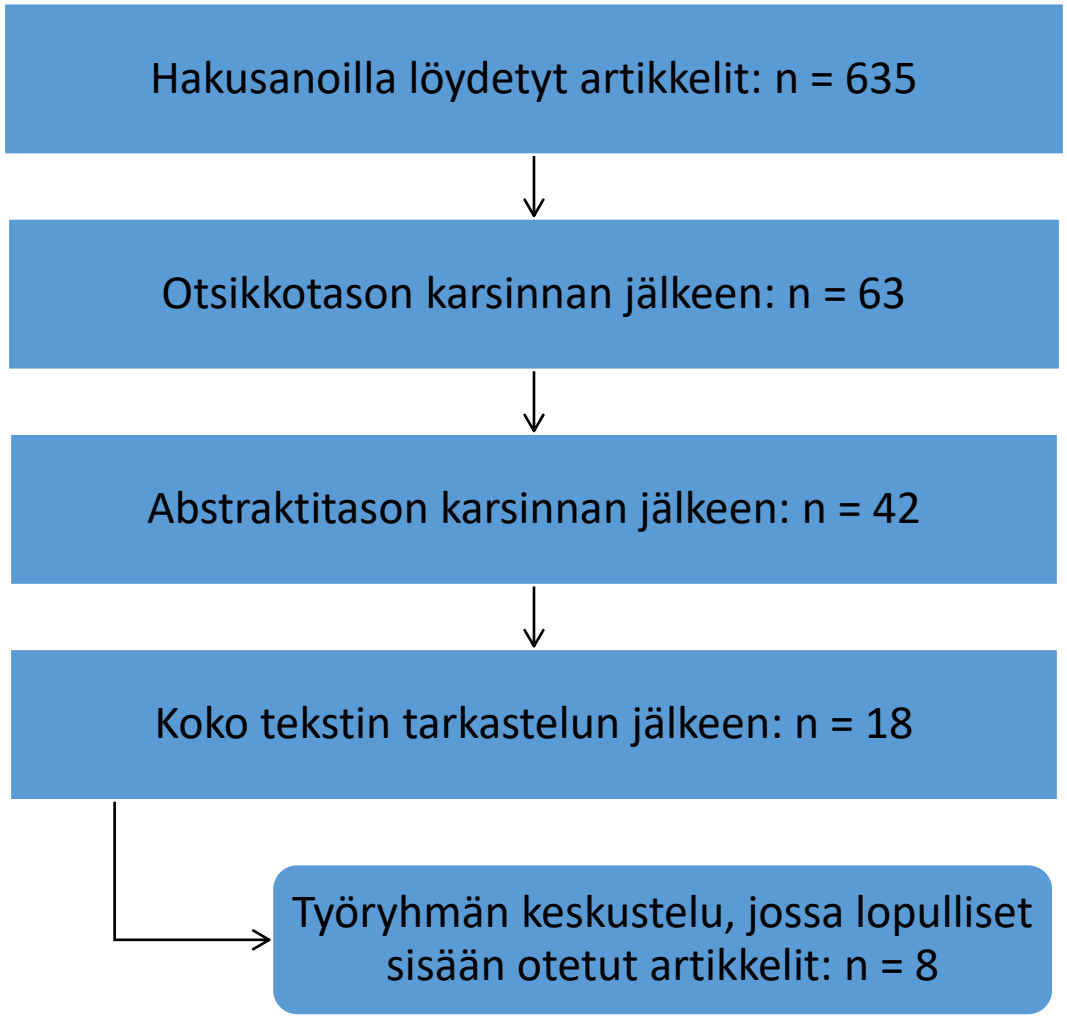
5.3 Tiedonhaku

Tiedonhaku EBSCO, Medic ja PubMed tiedonhakupalveluista rajavuosilta 2009–2024 (Taulukko 1). Pieni ’’n’’ tarkoittaa hakutulosten määrää. Lähteitä löytyi tiedonhaussa yhteensä 635 kappaletta. Kuitenkin suurin osa karsiutui jo otsikkotason karsinnassa sisäänotto- ja poissulkukriteerien avulla opinnäytetyön sisältöön sopimattomana (Taulukko 2). Tiedonhaku toteutettiin marraskuussa 2024.

Hakutermit	**EBSCO**	**Medic**	**PubMed**
auskultaatio AND hengitysäänet AND patofysiologia / auscultation AND respiratory sounds AND pathophysiology 2009-2024	n=1	n=0	n=119
pneumonia pathophysiology AND auscultation 2010-2024	n=0	n=0	n=34
lung sounds in bronchial asthma AND pathophysiology AND obstruction 2012-2024	n=0	n=0	n=97
auscultation of lungs AND analysis of lung sounds AND respiratory sounds / meta-analysis 2010-2024	n=0	n=0	n=2
’’wheezing’’ AND ’’asthma’’ AND ''respiratory tract infection'' 2016-2024	n=144	n=14	
’’pulmonary diseases’’ AND ’’lung sounds’’ AND ‘’pathophysiology’’ / systematic review 2012-2024	n=0		n=18
rhonchi OR rhonchi detection AND rhonchi classification 2020-2024			n=206
Hakutermeillä löydettyjen lähteiden määrä	**n=145**	**n=14**	**n=476**

Taulukko 1. Opinnäytetyössä käytetty tiedonhaku

Hakusanoilla tietokannasta haettujen lähteiden sisäänotto- ja poissulkukriteerit:



Taulukko 2. Mukaillen lähteestä Laakkonen ym. 2022, 25

Tiedonhaun pohjalta valitsimme yhteensä 8 artikkelia, joiden lähdeluetteloista käytimme tulokset osiossa myös kahta ylimääräistä lähdettä. Lopullisessa työssä käytetyistä artikkeleista kaksi oli Yhdysvalloista ja loppuja oli yksi Iso-Britanniasta, Intiasta, Koreasta, Puolasta, Suomesta, Alankomaista, Ranskasta ja Portugalista (Liite 1).

5.4 Aineiston analysointi

Opinnäytetyössä käytettiin deduktiivista sisällönanalyysiä. Deduktiivinen sisällönanalyysi tarkoittaa teorialähtöistä lähestymistapaa. Tämä sisällönanalyysi edellyttää, että aiheesta on riittävästi aikaisempaa tutkimustietoa tai tuotettua teoriaa. Tutkimustiedon ja tuotetun teorian pohjalta laadittiin opinnäytetyöhön analyysimatriisi (Taulukko 5). Deduktiivinen

sisällönanalyysi sisälsi valmisteluvaiheen, analyysivaiheen ja tulosten raportointivaiheen. Yleisesti sisällönanalyysin tavoitteena oli tiivistää ja pelkistää yleisessä muodossa kuvattu tutkimusmateriaali. Analyysin etenemistä ohjaa tutkimuskysymykset. (Elo ym. 2022, 215–224.)

Etsiessämme lähteitä tulokset-osuuteen löysimme PubMedistä hakusanoilla: ’’pulmonary diseases’’ AND ’’lung sounds’’ AND ‘’pathophysiology’’ / systematic review, systemaattinen katsaus, joka tarkasteli aihealuetta loistavasti. Tutkimuksen nimi oli *Automatic Adventitious Respiratory Sound Analysis: A Systematic Review* (Pramono ym. 2017). Pramonon tutkimusryhmän systemaattisesta kirjallisuuskatsauksesta ja sen lähdeluettelosta löytyvät tutkimukset muodostivat rungon tämän opinnäytetyön tuloksia käsittelevään osuuteen.

Yksittäisistä tutkimuksista kerättiin tietoa edellä mainitulla menetelmällä ja sitä yhdistettiin valittuun teoriaan. Opinnäytetyössä käytettiin vain luotettavia lähteitä, ja kerätty aineisto oli relevanttia aiheeseen liittyen. Aineisto liittyi hengitysääniin, hengitysäänten patofysiologiaan, anatomiaan ja fysiologiaan, keuhkoperäisiin tautitiloihin sekä niiden patofysiologiaan ja hengitysäänitermistöön.

6 Tulokset

6.1 Hengitysäänien terminologian yhtenäistäminen

Ulkomailla tehty systemaattinen katsaus ja meta-analyysi *The diagnostic accuracy of lung auscultation in adult patients with acute pulmonary pathologies* (2020) mainitsee varsinkin lääkärien tekemien tautidiagnoosien vaikeutta pelkkien stetoskoopilla kuultavien auskultaatiolöydösten perusteella. Kliinisesti auskultaatiolöydökset voivat olla epävarmoja ja niiden tulkinta riippuu pitkälti auskultoijan kokemuksesta ja itse tutkimuksen pituudesta. Suositeltu keuhkoauskultaatiotutkimus kestää jopa 10 minuuttia. Katsaus listaa haasteeksi myös useat samanaikaisesti päällekkäin keuhkoissa vallitsevat tautitilat, jotka laskevat diagnostista painoarvoa. Kuitenkin vähäresurssisissa ympäristöissä, joissa on keuhkotautien korkea esiintyvyys, on kokeneen kuuntelijan stetoskoopilla tekemä keuhkojen auskultaatio yhä hyvä tutkimusmenetelmä. (Arts ym. 2020.)

Artikkelissaan *Hengitysäänten kuuntelu ja suomenkieliset termit* Lehtimäki ym. (2021a) kertovat tehneensä englanninkielisten poikkeavien hengitysäänilöydösten termistön pohjalta Duodecim-seuran alaisuudessa toimivalle Lääketieteen sanastolautakunnalle kannanottopyynnön. Kannanotossa halutaan selvittää yhteneväiset suomenkieliset termit hengitysäänilöydösten oikeaoppiseen ja tasalaatuiseen kuvaamiseen. Artikkelissa kerrotaan myös tehdystä kyselytutkimuksesta (Taulukko 3), jossa kysyttiin sähköpostitse Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen, Suomen lastenlääkäreiden allergologiayhdistyksen, Suomen Lastenlääkäriyhdistyksen infektiotautien alajaoston ja Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen jäseniltä hengitysääniä kuvaavista termeistä. Artikkelin mukaan tähän vastasi 154 yhdistyksien jäsentä. (Lehtimäki ym. 2021a.) Luettelemme seuraavaksi Lehtimäen tutkimusryhmineen tekemän kyselyn tuloksista kolme yleisintä suomenkielistä vastausvaihtoehtoa englanninkielisistä termeistä. Taulukkoon merkityt prosentit kertovat termien käyttöasteesta vastaajien osalta ja kuvastavat kuinka monella eri tavalla samaa hengitysäänilöydöstä kuvataan lääkäreiden keskuudessa.

Englanninkielinen hengitysäänitermi			
Stridor	sisäänhengityksen vinkuna (33 %)	stridor (28 %)	kurkunpäävinkuna (18 %)
Wheezing	vinkuna (42 %)	uloshengityksen vinkuna (42 %)	keuhkoputkivinkuna (2 %)
Rhoncus	rohina (44 %)	limarohina (34 %)	pörinä (6 %)
Fine crackles	ritinä (29 %)	hienojakoinen rahina (23 %)	pienirakkulainen rahina (14 %)
Coarse crackles	karkea rahina (27 %)	suurirakkulainen rahina (13%)	rahina (13 %)
Pleural friction	pleuraalinen hankausääni (56 %)	keuhkopussin narina (9 %)	narina (7 %)

Taulukko 3. Englanninkielisten hengitysäänitermien Suomessa käytetyt vastineet. (mukaillen Lehtimäki ym. 2021b)

Artikkelissa Lehtimäki ym. (2021a) ehdottavat käytettäviksi suomenkielisiksi käsitteiksi seuraavia termejä

Englanninkielinen termi	Ehdotus suomenkielisestä termistä
Stridor	Kurkkuvinkuna
Wheezing	Vinkuna
Rhoncus	Rohina
Fine crackles	Ritinä
Coarse crackles	Rahina
Pleural friction	Keuhkopussin hankausääni
Squawk	Vingahdus

Taulukko 4. Suositellut suomenkieliset hengitysäänitermit (mukaillen Lehtimäki ym. 2021a)

6.2 Hengitysäänilöydösten patofysiologia

Käymme seuraavaksi läpi hengitysäänilöydösten patofysiologiaa ja avaamme minkä takia äänet kehittyvät auskultoitaviksi ääniksi. Avaamme tämän jälkeen näiden yhteyttä keuhkoperäisiin tautitiloihin. Jatkossa käytämme edellä mainittuja suomenkielisiä termejä (Taulukko 4) tasalaatuisuuden lisäämiseksi sekä hengitysäänilöydösten terminologian yhtenäistämiseksi.

Keuhkoista kuultavat epänormaalit hengitysäänet voidaan luokitella satunnaisiin löydöksiin, hengitysäänten puuttumiseen tai äänen voimakkuuden muuttumiseen sekä hengitysäänten kuulumiseen epänormaaleilta alueilta keuhkoista. Satunnaisilla hengitysäänilöydöksillä viitataan ääniin, jotka esiintyvät normaalien hengitysäänten kanssa yhtä aikaa. Satunnaiset hengitysäänilöydökset voidaan jakaa kahteen luokkaan, jatkuviin tai epäjatkuviin riippuen niiden kestosta. Jatkuvat satunnaiset äänet (*continuous adventitious sounds*) ovat epänormaaleja löydöksiä, jotka esiintyvät normaalien hengitysäänten kanssa samaan aikaan. Tyypillisesti nämä äänet kestävät auskultoitaessa 250 ms ja ne voidaan luokitella korkea- tai matalaäänisiksi. Korkeaäänisiä löydöksiä ovat vinkuna ja kurkkuvinkuna. Matalaäänisiä löydöksiä ovat rohina ja vingahdus. Epäjatkuvat satunnaiset äänet (*discontinuous adventitious sounds)* ovat auskultoidessa kestoltaan lyhyempiä, noin 25 ms. Epäjatkuvia hengitysäänilöydöksiä ovat ritinä, rahina ja keuhkopussin hankausääni. (Pramono ym. 2017.)

Vinkuna johtuu keuhkoputkia ympäröivän lihaskudoksen supistumisesta, joka aiheuttaa vaikeutuneen uloshengityksen supistuneiden keuhkoputkien läpi (Kuisma ym. 2021, 393). Vinkunaa kuvataan musikaaliseksi ja korkeaääniseksi soinnuksi (minimissään 400 Hz), joka kestää 80–250 ms (Pramono ym. 2017). Sille tyypillisen korkean äänen aiheuttaa keuhkoputkiston seinämän massa, elastisuus sekä virtaavan ilman virtausnopeus. Vinkunaa esiintyy eniten uloshengityksessä, mutta sitä voi esiintyä myös sisäänhengittäessä tai molemmissa yhtä aikaa. (Malay ym. 2015.) Uloshengityksen vinkuna johtuu alempien hengitysteiden pienten putkien ahtautumisesta (Alanen ym. 2018, 69). Gong kuvailee hengityksen vinkumisen johtuvan lähes sulkeutuneiden keuhkoputkien seinämien värähtelystä, joka johtuu ilman kulkemisesta suurella virtausnopeudella niiden läpi. Virtausnopeuden kasvu vähentää Bernoullin periaatteen mukaisesti kaasun painetta ja virtausta ahtautuneella alueella. Tämä aiheuttaa ahtautuneiden keuhkoputkien läpimitan hyvin pienen laajentumisen sekä vastavuoroisesti palautumisen ahtautuneiksi. Tämä pieni liike itsessään aiheuttaa ’’värähtelyn’’, joka muodostuu vinkuvaksi ja musikaaliseksi ääneksi hengittäessä. (Gong 1990.) Hengitys vinkuu yleisimmin uloshengityksen yhteydessä johtuen hengitysteiden kapenemisesta uloshengityksen aikana (Gong 1990; Alanen 2018, 69). Hafke-Dys ym. (2019) tutkimuksen perusteella vinkunat on yleisimmin tunnistettu hengitysäänilöydös.

Kurkkuvinkuna on kova- ja kimeä musikaalinen ääni (yli 500 Hz), joka aiheutuu ylähengitysteiden ahtautumisesta. Se syntyy, kun ahtautuneen hengitystien läpi kulkee ilmavirtaus, joka muuttuu ahtauman takia turbulenttiseksi. (Malay ym. 2015.) Kurkkuvinkunaa kuullaan yleensä sisäänhengityksen aikana, mutta sitä saattaa esiintyä myös uloshengityksessä tai molemmissa vaiheissa yhtäaikaisesti. Se kestää yleensä yli 250ms. (Pramono ym. 2017.) Pramono ym. (2017) määrittelee ylähengitystieahtauman silloin, kun ahtauma sijaitsee kurkunpään tai keuhkoputkipuuston alueella. Sovijärvi mainitsee ahtautuneiden ylähengitysteiden nostavan energiankulutusta huomattavasti. Tämä johtuu siitä, kun elimistön täytyy tehdä enemmän lihastyötä saadakseen vedettyä ahtauman takia turbulenttista ilmaa keuhkoihin. Lisäksi sitä hankaloittaa virtausvastus, joka on kurkunpään alueella 50 % ja keuhkoputkien alueella 20 %. Ahtauma näillä alueilla kasvattaa virtausvastusta entisestään. (Sovijärvi 2018, 86–89.)

Rohinoille tyypillistä on se, että ne saattavat loppua hetkellisesti yskiessä (Kim ym. 2021). Rohina on suomenkieliselle termilleen epätyypillisesti matalaääninen (maksimissaan 200 Hz), jatkuva ja musikaalinen vinkuna. Se liittyy suuremmissa hengitysteissä paksuuntuneeseen limaan ja tämän takia ahtautuneisiin keuhkoputkiin. Kuin vinkunassa, myös rohina syntyy ahtautuneista keuhkoputkista. Auskultoidessa rohina kestää noin 80–250 ms. Rohina ja vinkuna kuuluvat molemmat jatkuviin satunnaisiin hengitysäänilöydöksiin niiden keuhkoputkia ahtauttavien syiden takia. (Pramono ym. 2017.) Rohinalle tyypillistä on kuorsaavalta kuulostava ääni. Matalaäänisenä se kuuluu parhaiten rintakehän päältä auskultoiden. (Malay ym. 2015.) Tutkimuksessaan Kim tutkimusryhmineen toteaa rohinoiden olleen kaikkein vaikein tunnistettavissa oleva hengitysääni. Muita vertailtavia hengitysääniä tutkimuksessa mainittiin normaalit hengitysäänet, rahinat ja vinkunat. Tutkimuksessa kartoitettiin lääkäriopiskelijoiden, amanuenssien, erikoistuvien lääkärien ja luennoitsijoiden tarkkuutta hengitysäänilöydöksien auskultoimisessa. Rohinat oikein diagnosoitua sai vain 41,7 % vastaajista. (Kim ym. 2021.) Hafke-Dys ym. (2019) tutkimuksessa rohinan kuvattiin olevan hyvin lähellä vinkunoita akustisesti ja tämän takia ne sekoitetaan yleensä niihin.

Vingahdus kuuluu yleisimmin myöhäissisäänhengitysvaiheen yhteydessä. Ääntä kuvaillaan sekoitukseksi musikaalista ja ei-musikaalista ääntä. Sitä saatetaan myös kuvailla kestoltaan lyhyeksi, matalaääniseksi vinkunaksi (noin 200–300 Hz). (Pramono ym. 2017.) Malay tutkimusryhmineen mainitsee, ettei vingahduksen tarkkaa syntymekanismia tunneta. Sen epäillään syntyvän perifeeristen hengitysteiden värähtelyn seurauksena ilmasta tyhjällä keuhkoalueella, kun hengitysteiden seinämät pysyvät pidempään kosketuksissa toisiinsa ja avautuvan vasta myöhään sisäänhengityksen aikana. (Malay ym. 2015.) Andrés ym. (2018) mainitsee vingahduksen muistuttavan lyhyttä vinkunaa mille on tyypillistä, että sitä edeltää pienen hetken auskultoiden kuultavaa ritinää. Vingahdukset ovat lyhyempiä ja

tiheämpiä potilailla, jotka sairastavat allergista keuhkorakkulatulehdusta. Tämä johtuu pienten hengitysteiden värähtelemisestä korkeammalla taajuudella. (Malay ym. 2015.)

Ritinä johtuu sulkeutuneiden ilmateiden avautumisesta sisäänhengittäessä. (Alanen ym. 2018, 31–32). Pramono ym. (2017) määrittelee ritinän johtuvan pienten ilmateiden räjähdyksenomaisesta aukeamisesta sisäänhengityksen lopussa. Ritinää kuvaillaan korkeataajuiseksi (noin 650 Hz) ja lyhytkestoiseksi, noin 0.7–5 ms (Malay ym. 2015; Pramono ym. 2017). Yleensä se on kuultavissa sisäänhengityksen keski- ja loppuvaiheessa. Auskultoiden ritinät kuullaan parhaiten keuhkojen alaosasta. Kehon asennolla on vaikutusta, mistä ritinöitä pystyy auskultoimaan. Yskiminen ei vaikuta ritinöihin. (Malay ym. 2015.) Sillä ei ole musikaalista sointia (Pramono ym. 2017). Malay ym. mainitsee ritinän ja rahinan lisäksi myös kolmannen äänen nimeltään ’’medium crackles’’. Tälle ei varsinaista suomenkielistä termiä ole. Tämä ääni syntyy liman kuplimisesta ilman kulkiessa sen läpi pienissä keuhkoputkissa. (Malay ym. 2015.) Hafke-Dys ym. tekemän tutkimuksen mukaan ritinän äänen tunnisti moni vastaajista. Moni vastaaja siitä huolimatta sekoitti esimerkiksi krepitaation ritinäksi. Kuitenkaan ritinää ei sekoitettu rahinaan niin usein, mitä yleensä saattaa tapahtua epäjatkuvia satunnaisia ääniä auskultoidessa. (Hafke-Dys ym. 2019.)

Rahinan aiheuttaa yleensä keuhkoputkistossa oleva lima tai neste (Alanen ym. 2018, 31). Kuisma ym. (2021, 143) kuvaa karkean rahinan kuulostavan ’’poksahteluna’’ joka johtuu venyvästä limasta hengitysteissä. Malay ym. (2015) mainitsee rahinan syntyvän kaasusta, joka kulkee hengitysteiden läpi, jotka avautuvat ja sulkeutuvat ajoittain. Ääni kuuluu parhaiten sisään hengittäessä, mutta se on kuultavissa myös uloshengityksen aikana. Verrattuna ritinään rahina on matalataajuisempaa (noin 350 Hz) ja kestoltaan hieman pidempi, noin 1.5–10 ms (Malay ym. 2015; Pramono ym. 2017). Lisäksi kehon asennolla ei ole rahinoihin vaikutusta. Yskiminen saattaa muuttaa hetkellisesti rahinoiden luonnetta. Keuhkoputkistossa oleva lima tai neste saattaa nousta ysköksinä suuhun asti. (Malay ym. 2015.) Kim ym. (2021) tutkimuksessa kokonaisuudessaan rahinat tunnistivat oikein 72.2 % vastaajista, joka oli oikeinvastauksista toiseksi korkein. Normaalit hengitysäänet tunnistivat oikein 73,5 % tutkimukseen osallistuneista. Hafke-Dys ym. (2019) tutkimuksessa huomattiin, että karkeat rahinat sekoitettiin yleisimmin toisentyyppisiin rahinoihin, krepitaatioon sekä rohinaan.

Keuhkopussin hankausääni syntyy, kun viskeraalinen ja parietaalinen kalvo hankaavat toisiaan vasten hengittäessä. Pleuran hankauksesta johtuvan kitkan muodostama ääni on bifaasinen eli se kuuluu sekä sisään että ulos hengittäessä. Luonteeltaan se on matalaäänistä (normaalisti alle 350 Hz) ja kestää noin 15 ms. (Pramono ym. 2017.) Malay tutkimusryhmineen kuvailee keuhkopussin hankausääntä ei-musikaaliseksi, lyhyiksi

räjähdysmäisiksi ääniksi, värähteleväksi, hankaavaksi, narisevaksi tai nahkaiseksi. Tyypillisesti se paikallistuu pienelle alueelle eikä esimerkiksi yskiminen vaikuta siihen. (Malay ym. 2015.)

6.3 Keuhkoperäisten tautitilojen patofysiologian vaikutus hengitysääniin

6.3.1 Astma

Astma on kansanterveydellinen ja yleinen sairaus. Sen määritelmä on palautuva keuhkoputkien kohtauksellinen supistuminen. (Kauppi 2023.) Sovijärvi mainitsee astmalle olevan tyypillistä keuhkoputkien poikkeava taipumus supistua erilaisten ärsykkeiden vuoksi. Perimmäinen syy astmalle on keuhkoputkien seinämien tulehdus. Astmareaktiossa keuhkoputki ahtautuu keuhkoputken lihasten supistumisesta, limakalvon turvotuksesta ja liman erityksen lisääntymisestä johtuen. Tämän takia hengittäminen supistuneiden keuhkoputkien läpi kasvattaa virtausvastusta ja ihminen joutuu käyttämään apuhengityslihaksistoa vetämään ilmaa keuhkoihin taatakseen riittävän keuhkotuuletuksen. (Sovijärvi 2018, 76–77.)

Astmalle tyypillisin hengitysäänilöydös on uloshengityksen vinkuna, jota kuulee auskultoidessa koko rinnan alueella (Malay ym. 2015). Vinkuna johtuu nimenomaan keuhkoobstruktiosta (Alanen ym. 2018, 31). Vertaisarvioidussa Lääkärilehden artikkelissa *Lapsen vaikeutunut hengitys* kirjoittajat Elenius ja Jartti mainitsevat vinkunoiden olevan polyfonisia. Tämä tarkoittaa, että keuhkoista pystytään auskultoimaan samanaikaisesti useilla eri taajuuksilla kuuluvia vinkunoita, jotka aiheutuvat useista ahtaumista erikokoisissa keuhkoputkissa. (Elenius & Jartti 2016.) Malay tutkimusryhmineen kuitenkin huomauttaa, ettei hengityksen vinkuminen ole synonyymi astmalle. Jos potilaalla on erityisen vaikea astmakohtaus, voi hengitysäänet sekä täten vinkumiset puuttua kokonaan, koska vinkunaäänen tuottaminen tarvitsee tietyn tasoista ilmavirtaa. Vaikeassa astmakohtauksessa hengitysvirtaus on niin alhaisella tasolla, ettei se kykene tuottamaan energiaa hengitykseen. (Malay ym. 2015.)

6.3.2 Keuhkoahtaumatauti

Keuhkoahtaumatauti tarkoittaa kroonista bronkiittia eli pysyvää tulehdustilaa keuhkoputkissa. Tauti lisää limaneritystä, tuhoaa keuhkoputkien värekarvoja ja huonontaa täten liman poistumista hengitysteistä. Limanerityksen lisääntyminen, keuhkoputkien huono puhdistuminen ja tuuletusvaje kasvattavat infektion riskiä ja johtavat lopulta infektiokierteeseen. Tulehdus voi myös tuhota alveoliseinämiä aiheuttaen keuhkokudoksen suurentuneen

ilmapitoisuuden. Alveoliseinämien tuhoutuminen aiheuttaa huonosti tuulettuvia onkaloita, joissa kaasujen vaihtuminen on vähäistä. Tätä kutsutaan emfyseemaksi. (Kuisma ym. 2021, 398–399.) Sovijärvi (2018, 82) määrittelee emfyseeman keuhkolaajentumaksi.

COPD on toiseksi yleisin krooninen keuhkosairaus (Sovijärvi 2018, 81). Keuhkoahtaumataudin vaikeusasteen mukaan potilaalla voi esiintyä useammin sairauden vaikeutumista. Tämä johtaa kasvaneisiin ensihoidon kohtaamisiin. Tyypillisesti pahentuman takana on infektio, lääke- tai kotihoidon riittämättömyys tai taudin eteneminen. (Kuisma ym. 2021, 398.)

Keuhkoputkien ahtautumisen aste vaihtelee keuhkojen eri osissa. Sairauden alkaessa ja kehittyessä ahtautumista esiintyy erityisesti pienissä keuhkoputkissa. Keuhkoahtauman hengenahdistuksen mekaniikka syntyy virtausvastuksen ja keuhkojen ilmatäytteisyyden lisääntymisenä sekä keuhkokudoksen kimmoisuuden vähentymisenä. Tämä johtaa hengitystyön lisääntymiseen sekä valtimoveren hiilidioksidipitoisuuden nousuun. Obstruktiotilanteessa syntyy myös tuuletuksen ja verenkierron epäsuhta, joka alentaa valtimoveren happipitoisuutta, nostaa keuhkovaltimopainetta, ’’piiskaa’’ aivojen hengityskeskusta ja aiheuttaa täten hengenahdistusta. Tätä samaa mekaniikkaa voi soveltaa myös vaikeutuneessa astmakohtauksessa (Sovijärvi 2018, 81–87.)

Keuhkojen jatkuvan obstruktion, lisääntyneen limanerityksen ja infektioiden takia keuhkoahtaumapotilailla on kuultavissa monia patofysiologiasta johtuvia hengitysääniä. Inspiraatiossa kuuluu karkeita rahinoita sisäänhengityksen alusta noin hengenvedon puoliväliin saakka. Rahinat johtuvat eritteistä suurissa hengitysteissä. Yskiminen saattaa vähentää niiden kuulumista hetkellisesti. Toisinaan karkeaa rahinaa pystyy kuulla myös expiriumissa. Tämä johtuu proksimaalisten keuhkoputkien peräkkäisestä avautumisesta ja sulkeutumisesta tulehduksesta johtuvan kaventuman sekä keuhkoputkien tuhoutuneiden rustotukien takia. Karkeiden rahinoiden lisäksi keuhkoahtaumatautipotilaalla voi kuulua myös vinkunoita ja rohinoita. Näiden määrä ja laatu määräytyy obstruktion vaikeuden perusteella sekä voi esiintyä joko inspiratorisesti tai expiratorisesti tai molemmissa samanaikaisesti. Joskus keuhkoahtaumatauti potilaalta on korvinkuultavat rahinat. (Malay ym. 2015.) Portugalilaisen systemaattisen katsauksen perusteella COPD potilaalla yleisin auskultaatiolöydös oli inspiratorinen rahina. Vinkunaa oli uloshengityksessä havaittavissa enemmän kuin sisäänhengittäessä (12 % versus 2 %). Samoin uloshengityksen rohinaa oli enemmän kuin sisään hengittäessä (7 % versus 3 %). (Jácome & Marques 2014.) Potilaalla, jolla on kehittynyt keuhkoihin emfyseema, hengitysäänet ovat auskultoiden hiljentyneet (Andrès ym. 2018).

6.3.3 Keuhkokuume

Keuhkokuume on lähtökohtaisesti bakteerin aiheuttama tauti (Vilhonen. 2024). Se rajoittuu yleensä vain yhteen tai pariin keuhkolohkoon, jolloin puhutaan lohkokeuhkotulehduksesta. Keuhkotulehdus aiheuttaa keuhkoputkien ja alveoliseinien turvotusta sekä tulehduseritteiden ja tuhoutuneiden hengitysteiden pintasolujen kertymistä keuhkoihin. Nämä aiheuttavat kaasujenvaihdon heikkenemistä. Nesteen kertyminen keuhkoihin ja pienten hengitysteiden ahtautuminen aiheuttavat keuhkokudoksen kimmoisuuden vähentymisen. Tämän takia keuhkoihin syntyy atelektaaseja eli keuhkokudos painuu kasaan alueellisesti. Ateklektaattisella alueella ei tapahdu kaasujenvaihtoa, jolloin keuhkoverenkierto sunttautuu kudoksen ohi aiheuttaen edelleen huonontuvan happeutumisen. (Kuisma ym. 2021, 400–402.)

Keuhkokuumeessa on auskultoiden mahdollista kuulla hieno- tai karkeajakoisia rahinoita (Alanen ym. 2018, 31–32). Rahinoiden luonne vaihtelee riippuen keuhkokuumeen vaiheesta. Akuutissa keuhkokuumeessa rahinat ovat karkeita ja esiintyvät yleensä sisäänhengityksen puolivälissä. Tämä aiheutuu keuhkojen turvotuksen ja tulehduseritteiden tukkimien alveolien ja pienten keuhkoputkien avautumisesta hengityksen aikana. Keuhkokuumeen loppuvaiheessa keuhkokudos alkaa paranemaan, muuttuu kuivaksi ja jäykemmäksi vähentyneen turvotuksen paranemisprosessin seurauksena. Paranemisprosessin aikana keuhkot vaativat suurempaa painetta sekä tilavuutta avatakseen hengitysteitä riittävästi. Tämä aiheuttaa rahinan muuttuvan hengityksen loppuvaiheen ritinäksi (Malay ym. 2015.) Vuonna 2012 Yhdysvalloissa Massachusettsissa tehty tutkimus huomasi leikkauksessa olleella potilaalla syntyneen paikallaan ollessaan rahinoita. Ennen leikkausta näitä ei ollut havaittavissa. Muutaman syvän hengenvedon jälkeen rahinat hävisivät. Johtopäätöksenä tästä Vyshedskiy tutkimusryhmineen päättelivät rahinoiden syynä olleen keuhkoihin kehittyneet atelektaasit. Toisin kuin keuhkokuumeen stabiileissa rahinoissa, normaalisti kehittyneiden atelektaasien hengitysäänipoikkeavuudet häviävät syvään hengittäessä. (Vyshedskiy ym. 2012.) Alanen ym. (2018, 31) mainitsee atelektaasien avautumisen aiheuttavan hienojakoista rahinaa, joka johtuu vaiheittain sulkeutuneiden ilmattomien alahengitysteiden kaasujen paineiden äkillisestä tasoittumisesta. Atelektaasit saattavat aiheuttaa myös hengitysäänten puuttumisen johtuen riittämättömästä ventilaatiosta (Andrès ym. 2018).

6.3.4 Keuhkofibroosi

Keuhkofibroosi tarkoittaa keuhkokudosta tuhoavaa sairautta. Se aiheuttaa vaikeutuvaa keuhkojen jäykistymistä ja restriktiota, kaasuja vaihtavan tilan vähenemistä ja tästä johtuvaa ventilaation vähenemistä sekä happeutumishäiriötä. (Kuisma ym. 2021, 398.)

Sairauden aiheuttaja on toistaiseksi tuntematon, minkä takia keuhkofibroosista käytetään termiä idiopaattinen keuhkofibroosi (IPF). Sairaudelle tyypillistä ovat äkilliset pahenemisvaiheet, joissa hengenahdistus voimistuu. Pahenemisvaiheen aiheuttajia voivat olla tunnetut tekijät kuten infektio, toimenpide, lääke ja aspiraatio tai tuntematon niin sanottu idiopaattinen syy. (Kaarteenaho 2022.) IPF-potilailta on kuultavissa auskultaatiolöydöksenä ritinää johtuen pienten keuhkoputkien räjähdyksenomaisesta aukeamisesta (Pramono ym. 2017). Tämän uskotaan johtuvan sairauden kohdasta keuhkoissa, jossa se yleensä sijaitsee ala- ja ääriosissa. Ritinää on kuultavissa sisään hengityksen puolivälistä sen loppuun asti. Toisin kuin keuhkoahtaumataudissa, IPF:n ritinä ei ole korvin kuultavaa. (Malay ym. 2015.)

Keuhkoperäiset sairaudet	Tyypillisin poikkeava hengitysäänilöydös	Äänen kuvailu	Äänen voimakkuus	Äänen patofysiologia
Astma	Uloshengityksen vinkuna	Vinkuna: musikaalinen ja korkeaääninen sointu	Minimissään 400 Hz	Keuhko-obstruktion aiheuttama keuhkoputkien lihasten supistuminen, limakalvon turvotus ja limanerityksen lisääntyminen
COPD	Sisään- ja uloshengityksessä karkeat rahinat, vinkuna ja rohina	Rahina: matalataajuinen, poksahteleva Rohina: matalaääninen, jatkuva, musikaalinen vinkuna	Rahina noin 350 Hz Rohina maksimissaan 200 Hz	Jatkuva tai pahentunut keuhko-obstruktio kroonisen bronkiitin takia sekä keuhko-obstruktion vaikeuden laatu
Keuhkokuume	Hieno- tai karkeajakoinen rahina/ritinä	Rahina: matalataajuinen, poksahteleva Ritinä: korkeataajuinen ja lyhytkestoinen	Rahina noin 350 Hz Ritinä noin 650 Hz	Riippuu keuhkokuumeen vaiheesta. Karkeat rahinat johtuvat keuhkoputkissa olevasta tulehduseritteestä. Ritinät johtuvat suuremman paineen tarpeesta avata kuivuneet hengitystiet
Keuhkofibroosi	Hengityksen puolivälistä sen loppuun asti oleva ritinä	Ritinä: korkeataajuinen ja lyhytkestoinen	Ritinä noin 650 Hz	Aiheutuu pienten keuhkoputkien räjähdyksenomaisesta aukeamisesta

Taulukko 5. Poikkeavien hengitysäänten keuhkoperäisten syiden analyysimatriisi

7 Pohdinta

7.1 Tavoite

Olemme kokemuksemme kautta kohdanneet ensihoidon kenttätyössä tilanteita, jossa potilaalta kuunneltavat hengitysäänet ovat olleet haastavia. Tällöin myös itse olemme sortuneet kuvailemaan hengitysäänilöydöksiä onomatopoieettisesti, kuvaillen sekä imitoiden sanallisesti kuulemaamme. Yksi tämän opinnäytetyön henkilökohtaisista tavoitteista oli oppia tunnistamaan keuhkoista kuultavista hengitysäänistä helposti tunnistettavat patofysiologiset prosessit, jolloin pystymme luomaan paremman kokonaiskuvan potilaan tilasta. Opinnäytetyön tarkoituksena ja tavoitteena oli kuvailla keuhkoperäisten hengitysäänten tunnistamista, patofysiologiaa sekä selvittää, miten keuhkoperäiset tautitilat aiheuttavat auskultoiden poikkeavat hengitysäänet ja, miten hengitysäänten terminologiaa tulisi yhtenäistää sekä lisätä ymmärrystä hengityksen perusteista, hengitysäänten kuuntelusta sekä tunnistettavista keuhkoperäisistä auskultaatiolöydöksistä. Pyrimme lisäämään tietoa aiheesta luomalla luotettaviin lähteisiin perustuvan kokonaisuuden, jossa käsitellään hengityksen ja hengitysäänten kuuntelun perusteita, keuhkoperäisiä tautitiloja, suomenkielisten hengitysäänitermistön yhtenäistämistä, auskultoitavien hengitysäänten patofysiologiaa sekä keuhkoperäisten tautitilojen vaikutusta hengitysääniin.

Opinnäytetyön kirjoittamisprosessin aikana koemme saavuttaneemme tarkoituksen ja tavoitteet, mikä on vaatinut paljon työtä. On ollut myös mielenkiintoista päästä tutustumaan aihetta käsitteleviin tutkimuksiin ja kirjallisuuteen. Opimme opinnäytetyöprosessin aikana tärkeitä tulevaisuuden taitoja, kuten tutkimuksellisen työn suunnittelua, tiedonetsintää ja asiatyylistä kirjoittamista. Opinnäytetyömme tutkimuskysymykset oli laadittu tarkoituksella haastaviksi, ajankohtaisiksi ja innovatiivisiksi (LAB-ammattikorkeakoulu 2024). Toivomme tämän opinnäytetyön lukijan oppineen käsitellystä aiheesta jotain uutta niin kuin kuin mekin opimme.

7.2 Opinnäytetyön tulokset ja käytettävyyden arviointi

Kartoittavalla kirjallisuuskatsauksella pyrimme löytämään vastaukset tutkimuskysymyksiin; Miten hengitysäänien terminologiaa tulisi yhtenäistää, millainen hengitysäänilöydösten patofysiologia on sekä, miten keuhkoperäisten tautitilojen patofysiologia vaikuttaa hengitysääniin? Työn kirjoitusprosessin aikana koemme vastanneemme laadittuihin tutkimuskysymyksiin kiitettävästi käyttäen läpinäkyvää tutkimusta ja luotettavia lähteitä parhaan kykymme mukaisesti. Kerätty lähdemateriaali tuki tuloksiamme. Saamamme tulokset eivät olleet

ristiriidassa keskenään vaan yhdessä opinnäytetyömme rakenteen kanssa loi mielestämme loogisen, teoriatiedoltaan kattavan ja opettavaisen opinnäytetyön.

Kartoitimme opinnäytetyössämme muun muassa hengitysäänten terminologian yhtenäistämistä. Useissa lääketieteellisissä piireissä tehdyissä tutkimuksissa on huomioitu standardoitujen hengitysäänilöydöksien kuvaavien termien tarve (Andrès ym. 2018; Hafke-Dys ym. 2019; Kim ym. 2021.) Lehtimäki ym. (2021) perustelee yhteneväisen terminologian käyttämisen tärkeyttä löydösten kirjaamisen sekä myöhemmin tehtävän vertailun vuoksi. Löysimme hengitysäänilöydösten yhtenäistämisestä ensimmäisen maininnan suomenkielisestä kirjallisuudesta vuodelta 1987 (Piirilä & Sovijärvi 1987). Selvisi, että nykypäivänä on kansainvälisiä suosituksia hengitysäänien sanalliseen kuvaamiseen, mutta edelleen varsinaiset suomenkieliset termit vaihtelevat (Lehtimäki ym. 2021). Artikkelissaan *Hengitysäänten kuuntelu ja suomenkieliset termit* Lehtimäki ym. (2021) listaavat ehdotuksen käytettävistä suomenkielisistä termeistä kuvaamaan hengitysäänten auskultaatiolöydöksiä (Taulukko 4).

Terminologian yhtenäistämisen lisäksi selvitimme, kuinka poikkeavat hengitysäänet syntyvät eri keuhkoperäisissä tautitiloissa. Epänormaaleja hengitysääniä ovat vinkuna, kurkkuvinkuna, rohina, vingahdus, ritinä, rahina ja keuhkopussin hankausääni. Keuhkoperäisistä tautitiloista, jotka voivat luoda epänormaaleja hengitysääniä, käsittelimme astman, keuhkoahtaumataudin, keuhkokuumeen ja keuhkofibroosin. Tulokset monilta osin vastasivat omia ennakkokäsityksiämme poikkeavien hengitysäänten syntymisen patofysiologiasta. Tutkimustiedon etsiminen ja koostaminen kuitenkin toi meille myös uusia oivalluksia ja näin syvensimme osaamistamme aihealueesta.

Opinnäytetyön tuloksien pohjalta koostimme analyysimatriisin (Taulukko 5). Matriisista voidaan päätellen huomata, että keuhkoperäisiin tautitiloihin liittyy monia auskultoitavia hengitysäänilöydöksiä. Äänet ovat keskenään patofysiologisista syistä erilaisia. Matriisissa on mainittuna äänenkorkeus hertseinä mitattuna havainnollistamaan poikkeavien auskultaatiolöydösten eroa toisiinsa. Vaihteluväli hertseissä oli 200–650 Hz. Johtopäätöksiä analyysimatrikkelin tuloksista on, että sekä äänen kuvailu että äänenkorkeus ovat arjen hoitotyössä edelleen liian abstrakteja määritelmiä poikkeavien hengitysäänten tunnistamiseksi. Tämän vuoksi potilasta hoitava henkilö perustaa poikkeavan hengitysäänen tunnistamisen äänen onomatopoetiikkaan eli ääntä muistuttavan termin käyttöön äänen nimeämisessä.

Koemme, että auskultaatiolöydösten ymmärtäminen on monimutkaista ja vaatii teoriatiedon lisäksi myös poikkeavien hengitysäänten kuulemista. Siis opinnäytetyön tuloksista huolimatta on hyvä huomioida, että stetoskoopilla kuultavien epänormaalien hengitysäänilöydösten tunnistaminen vaatii kokemusta ja asiantuntijuutta (Pramono ym. 2017; Hafke-Dys

ym. 2019; Kim ym. 2021). Tämän ja subjektiivisuuden lisäksi epänormaalien auskultaatiolöydöksien tulkintaa vaikeuttaa se, etteivät poikkeavat hengitysäänilöydökset ole millekään sairaudelle tyypillisiä. Tämä tarkoittaa, että monen sairauden kohdalla voidaan auskultoiden kuulla, riippuen taudin vaiheesta, erilaisia sekä poikkeavia ääniä. Täten on tärkeä tiedostaa, että keuhkojen auskultaatio ei kerro suoraa diagnoosia, vaan minkälaisia patofysiologisia prosesseja keuhkoissa on käynnissä. (Lehtimäki ym. 2021.)

Opinnäytetyöprosessissa meidät yllätti tiedonhankinnan haastavuus ja erityisesti, kuinka vaikea oli löytää suomenkielistä tietoa aiheesta. Aiemmin suomenkielistä kattavaa kokonaisuutta hengitysäänten patofysiologiasta, jota olisimme voineet käyttää lähteissä, ei ollut. Tämän vuoksi jouduimme käyttämään kansainvälistä kirjallisuutta ja tutkimuksia. Nyt opinnäytetyön tuloksena olemme luoneet kattavan suomenkielisen kokonaisuuden aiheesta. Vastaavanlaista pintaa syvemmälle patofysiologiaan pureutuvaa materiaalia on suomen kielellä vain vähän, esimerkiksi Lehtimäen ym. (2021) artikkeli sekä populäärilähteenä paramedic.fi -nettisivusto. Mielestämme saimme kehitettyä tästä spesifistä aihesubstanssista tiiviin ja syväluotaavan kokonaisuuden, jonka toivomme palvelevan terveydenhuoltoalan opiskelijoita sekä työntekijöitä.

Opinnäytetyön tulokset auttavat meitä tulevaisuuden urallamme. Ymmärtäen hengitysäänien terminologian onomatopoieettisen sekä subjektiivisen kuvailun vaaran paikat, pystymme edistämään omalla toiminnallamme hengitysäänten auskultaatiolöydöksien oikeaoppisen kuvailun jalkautumista työelämään. Tärkeää on kuitenkin huomioida, että hoitotyötä edistetään vain tutkitun ja luotettavan tiedon avulla. Tämän lisäksi koemme tärkeäksi opiksi hengitysäänten patofysiologisset syntymekanismit sekä keuhkoperäisten tautitilojen aiheuttamat muutokset, jotka luovat auskultoiden kuultavat hengitysäänet. Uskomme opinnäytetyöstä saatujen oppiemme palvelevan itseämme, aiheesta kiinnostuneita kollegoita sekä ennen kaikkea potilaita.

7.3 Etiikka ja luotettavuus

Tutkimuseettinen neuvottelukunta (TENK) on tuottanut ohjeen hyvästä tieteellisestä käytännöstä (HTK) ja sen loukkausepäilyjen käsittelemisestä Suomessa (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2024a). Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene:n mukaan ammattikorkeakoulut ovat sitoutuneet noudattamaan tätä niin sanottua HTK-ohjetta viitaten vuonna 2012 julkaistuun versioon ohjeesta (Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset 2019, 3). TENK:n ylläpitämän listan mukaan LAB-ammattikorkeakoulukin on kyseiseen ohjeeseen sitoutunut. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2024b). TENK

(2024a) kuitenkin korostaa, että lopullinen vastuu hyvän tieteellisen käytännön toteuttamisesta on ensisijaisesti tutkijalla eli meillä opinnäytetyön tekijöinä.

Olemme noudattaneet opinnäytetyössämme hyvän tieteellisen käytännön periaatteita. Työmme luotettavuuden varmistamiseksi olemme käyttäneet luotettavia lähteitä läpinäkyvästi. Työtä on edistetty tavoitteellisesti sekä hyvän tieteellisen toimintatavan mukaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2023, 12.) Käytetyt lähteet on dokumentoitu LAB-ammattikorkeakoulun viittausohjeiden mukaisesti (LAB-ammattikorkeakoulu. 2024).

Eurooppalaisen tutkimuseettisen ohjeistuksen mukaan hyvän tieteellisen käytännön perusperiaatteita ovat luotettavuus, rehellisyys, arvostus sekä vastuunkanto. HTK-ohjeen mukaisesti olemme noudattaneet opinnäytetyössämme hyvän tieteellisen käytännön menettelytapoja, jotka varmistavat hyvän tieteellisen käytännön toteutumisen. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 9–11.)

Hyvän tieteellisen käytännön periaatteet näkyvät työssämme seuraavasti: Opinnäytetyössämme luotettavuus varmistettiin suunnittelemalla työ hyvin sekä käyttämällä oikeaoppisia menetelmiä työn tekemiseen. Rehellisyys on huomioitu hyvän tieteellisen toimintatavan sekä tavoitteiden noudattamisella. Opinnäytetyön arvostus näkyy työssämme käytettyjen lähteiden oikeaoppisella viittaamisella sekä tieteellisen toiminnan osapuolten kunnioittamisella. Kannamme vastuun opinnäytetyömme toteutuksen ja julkaisemisen oikeellisuudesta. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2023, 12.) Hyvän tieteellisen käytännön lisäksi koulumme opinnäytetyöohjeessa painotetaan, että LAB-ammattikorkeakoulussa tehtävät opinnäytetyöt tehdään avoimen tieteen ja tutkimuksen periaatteiden ja tavoitteiden mukaisesti. Osoituksena avoimuudesta opinnäytetyömme julkaistaan Theseus-palvelussa. (LAB-ammattikorkeakoulu 2024.)

Opinnäytetyössä käytettyyn kartoittavan kirjallisuuskatsauksen tutkimusprosessiin liittyy eettisiä ohjeistuksia ja toimintatapoja. Munn ym. (2018) mainitsee kartoittavan kirjallisuuskatsauksen tarvitsevan läpinäkyvän ja tiukan metodin, jolla tutkimusta tehdään tulosten luotettavuuden varmistamiseksi. Salmisen mukaan kartoittavan kirjallisuuskatsauksen tarkoitus, metodologinen prosessi, termit ja raportointi on vielä toistaiseksi jossain määrin vakiintumattomia. Katsaus itsessään on lähtökohtaisesti aineistolähtöinen ja siinä käydään läpi laajoja tutkimusaineistoja. Tulee huomioida, että työssä etsitään mahdollisimman relevanttia tietoa ja tutkimusnäyttöä sekä eri tutkimuksista että muista lähteistä. (Salminen 2023.)

Lähteinä käytimme ensisijaisesti maksimissaan 15 vuotta vanhoja lähteitä. Muutamat tästä kriteeristä poikkeavat vanhemmat lähteet valittiin huolellisesti. LAB informaatiolukutaidon perusteet verkkosivulla suositeltaviksi lähteiksi mainitaan ’’tutkimustietoa sisältävät tieteelliset julkaisut, ammatillista tietoa sisältävät julkaisut, viranomaistietoa sisältävät lähteet,

kuten lait, tilastot ja standardit sekä muut sen kaltaiset alan perustiedot.'' Lisäksi lähteen luotettavuuden arviointiin voidaan käyttää KATSE-muistisääntöä, joka tulee sanoista kirjoittaja, ajankohtaisuus, tarkoitus, sponsorointi ja evidenssi. (LAB Informaatiolukutaidon perusteet. 2024.)

Työssämme emme soveltaneet materiaalia, joka käsittelisi henkilötietoja tai tiedonkeruumenetelmiä eri ihmisistä tai ihmisryhmistä (Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset 2019, 18–19). Opinnäytetyö ei sisällä ääninäytteitä hengitysäänistä. Tämä on sovittu tilaajan eli LAB-ammattikorkeakoulun vastuulle. Alkuperäinen tarkoituksemme oli nauhoittaa hengitysääniä oikeilta potilailta kirjallisuuskatsauksen tueksi. Hengitysääniaineiston hankkiminen kuitenkin rajautui työn ulkopuolelle taloudellisista sekä lainopillisista syistä.

Opinnäytetyössä käytettyihin kuviin on kysytty lupa sähköpostitse Paramedic.fi sivuston tekijältä Tapio Sovijärveltä sekä Practise Nursing -verkkoaineiston artikkelin kirjoittaneelta Eleanor Squiresilta. Kummatkaan opinnäytetyön kirjoittajista eivät ole esteellisiä tai puolueellisia toteutuksen osalta. Opinnäytetyössä ei ole rahoitukseen liittyviä sidonnaisuuksia. (Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset 2019, 16–23.)

Opinnäytetyömme aiheeseen liittyvää suomenkielistä kirjallisuutta ja tutkimuksia oli löydettävissä niukasti. Parhaiten työtämme palveli Lehtimäki ym. (2021) artikkeli *Hengitysäänten kuuntelu ja suomenkieliset termit*. Tämän takia jouduimme painottamaan tiedonhakuvaiheessa pääsääntöisesti ulkomaalaisia tietokantoja, joista keskeisimmäksi osoittautui PubMed, josta löytyi suurin osa opinnäytetyössä käytetystä tieteellisestä aineistosta. Täältä löysimme lähes jokaisen työssämme käytetyn tieteellisen lähteen. Englanninkielisten lähteiden karsinta, lukeminen sekä kääntäminen oli työlästä ja vei paljon aikaa. Lisäksi ongelmaksi muodostui se, ettei aihetta käsittelevää tarkkaa lähdettä löytynyt. Opinnäytetyön tuloksien pohjana käytettiin lopulta Malay ym. (2015) ja Pramono ym. (2017) systemaattisia katsauksia. Muut artikkelit, tutkimukset ja opinnäytetyöhön valitut lähteet tukivat pohja-aineistoa ja niiden tuloksia (Kananen 2014, 153–154). Olemme kiinnittäneet erityistä huomiota käytettyjen lähteiden laatuun. On kuitenkin syytä huomioida, että käytetyille lähteille ei ole tehty kriteeriperusteista laadunarviointia.

Aineiston analyysimenetelmänä käytimme deduktiivista aineistonanalyysiä, koska pyrimme laajasta teoriasta koostamaan tiiviin vastauksen tutkimuskysymyksiin, tai niin kuin Saaranen-Kauppinen & Puusniekka (2006) kuvaavat, edeten yleisestä yksittäiseen. Tämä analyysitapa edellyttää, että aiheesta on riittävästi aikaisempaa tutkimustietoa tai tuotettua teoriaa (Elo ym. 2022, 218). Opinnäytetyön haasteeksi kuitenkin osoittautui löytää tarpeeksi lähteitä suhteutettuna opinnäytetyön aihesubstanssin sekä tutkimuskysymysten laajuuteen,

minkä vuoksi deduktiivisen sisällönanalyysin oikeaoppinen toteuttaminen osaltaan kärsi. Näemme kuitenkin valitsemamme menetelmän ja aineistonanalyysin olevan työhön soveltuvia.

Tutkimuskysymykset ovat ohjanneet opinnäytetyötämme koko prosessin ajan. Työ on toteutettu sillä pyrkimyksellä, että lukija pystyy luottamaan työssä esitettyjen tulosten olevan luotettavia ja ammattikäyttöön soveltuvia.

7.4 Jatkotutkimusehdotuksia

Hengitysäänilöydöksiä kuvaavien yhtenäisten termien tarve on huomioitu jo kauan sitten, mutta vieläkään asiaa ei ole saatu korjattua. Hengitysäänten yhtenäisen terminologian laatiminen ja jalkauttaminen terveydenhoitoalan ammattilaisten käyttöön palvelisi lääkäreitä, hoitohenkilöstöä ja parantaisi potilasturvallisuutta (Andrès ym. 2018; Hafke-Dys ym. 2019; Kim ym. 2021; Lehtimäki ym. 2021).

Hengitysäänten terminologian vakiinnuttaminen edellyttäisi ammattilaisten toteuttamaa äänipankkia tai opiskelumateriaalia, jossa Lehtimäki ym. (2021) ehdottamiin suomenkielisiin hengitysäänten termeihin yhdistettäisiin kunkin hengitysäänen eri äänivariaatiot siten, ettei äänen tuottajan henkilötieto olisi lainkaan tunnistettavissa. Ääniaineisto olisi mahdollista julkaista osana ammattilaisten ja terveydenhoitoalan opiskelijoiden käyttämiä aineistoja. Hengitysäänten tunnistaminen ja yhtenäistäminen ei ole mahdollista ilman monipuolista vertailuaineistoa.

Hengitysäänten auskultaation subjektiivisuutta ja haasteellisuutta on tutkittu pääosin vain lääkäreiden näkökulmasta (Hafke-Dys ym. 2019; Lehtimäki ym. 2021). Mielestämme näitä samoja aiheita voisi tutkia hoitohenkilöstöllä ja hoitoalan opiskelijoilla.

Lähteet

Alanen, P. Jormakka, J. Kosonen, A & Saikko, S. 2018. Oireista työdiagnoosiin. 1.–3. painos. Sanoma Pro Oy, Helsinki. Viitattu 12.9.2024.

Ammattikorkeakoulujen opinnäytetöiden eettiset suositukset. Ammattikorkeakoulujen rehtorineuvosto Arene ry. 2019. Viitattu 22.10.2024. Saatavissa: https://www.arene.fi/wp-content/uploads/Raportit/2020/AMMATTIKORKEAKOULUJEN%20OPINN%C3%84YTET%C3%96IDEN%20EETTISET%20SUOSITUKSET%202020.pdf?_t=1578480382

Andrès, E. Gass, R. Charloux, A. Brandt, C & Hentzler, A. 2018. Respiratory sound analysis in the era of evidence-based medicine and the world of medicine 2.0. Journal of medicine and life. PubMed. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6101681/

Anttila, V-J. 2024. Keuhkokuume (pneumonia) aikuisilla. Duodecim terveyskirjasto. Viitattu 17.11.2024. Saatavissa https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00273

Arts, L. Lim, E. Marinus van de Ven, P. Heunks, L & Tuinman P. 2020. The diagnostic accuracy of lung auscultation in adult patients with acute pulmonary pathologies: a meta-analysis. Scientific reports. PubMed. Viitattu 10.11.2024. Saatavissa: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7192898/#SeKKMc19

Astma. 2022. Käypä hoito -suositus. 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 27.10.2024. Saatavissa https://www.kaypahoito.fi/hoi06030#K1

Elenius, V & Jartti, T. 2016. Lapsen vaikeutunut hengitys. Lääkärilehti. Lehti 23: Katsausartikkeli. Viitattu 15.11.2024. Saatavissa rajoitetusti: http://www.laakarilehti.fi.ezproxy.saimia.fi/tieteessa/katsausartikkeli/lapsen-vaikeutunut-hengitys/

Elo, S. Tohmola, A. Kajula, O & Kääriäinen, M. 2022. Laadullisen sisällönanalyysin vaiheet ja eteneminen. Viitattu 25.11.2024. Saatavissa: https://journal.fi/hoitotiede/article/view/128987/78028?acceptCookies=1

Finto.fi -ontologia. MeSH / FinMeSH. Viitattu 11.10.2024. Saatavissa: https://finto.fi/mesh/fi/

Gong, H. 1990. Clinical Methods, 3rd edition: The History, Physical, and Laboratory Examinations. Chapter 37 Wheezing and Asthma. Toim. Walker, K. Hall, D & Hurst, W. Boston. Viitattu 12.11.2024. Saatavissa: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK201/

Haahtela, T. Lehtimäki, L. Ahonen, E. Harju, T. Jartti, T. Kankaanranta, H. Korhonan, K, Mäkelä, M. Puurunen, M. Sovijärvi, A. Valovirta, E. & Venho, K. 2013. Astma. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Viitattu 27.10.2024. Saatavissa: https://www.duodecim-lehti.fi/duo10965

Hafke-Dys, H. Bręborowicz, A. Kleka, P. Kociński, J & Biniakowski, A. 2019. The accuracy of lung auscultation in the practice of physicians and medical students. Research article. PLoS ONE 14(8): e0220606. Viitattu 14.11.2024. Saatavissa: https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0220606&type=printable

Halme, M. & Koskela, H. 2021a. Epidemiologiaa. Teoksessa Keuhkosairaudet. Duodecim Oppiportti. Viitattu 17.11.2024. Saatavissa rajoitetusti https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/kes00089

Halme, M. & Koskela, H. 2021b. Alahengitystieinfektiot; Johdanto. Teoksessa Keuhkosairaudet. Duodecim Oppiportti. Viitattu 17.11.2024. Saatavissa rajoitetusti https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/kes00088

Holmström, P. 2020. Yleistä hengitysvaikeudesta. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito. Duodecim oppiportti. Viitattu 22.11.2024. Saatavissa rajoitetusti: https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/ajt00868?q=hengitysvaikeus

Jakonen, A & Ericsson, C. 2021. Ambulanssisimulaattorin mahdollisuudet ensihoidon tutkimuksessa – kartoittavilla kirjallisuuskatsauksilla uusia tutkimuksellisia näkökulmia?. Näkökulmia ensihoidon tutkimukseen. Toim. Nordquist, H. XAMK kehittää 164. Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Kotka. 27–30. Viitattu 22.9.2024. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/504324/URNISBN9789523443716.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Jácome, C & Marques, A. 2014. Computerized Respiratory Sounds in Patients with COPD: A Systematic Review. Taylor & Francis. Viitattu 15.11.2024. Saatavissa: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/15412555.2014.908832#abstract

Kaarteenaho, R. 2016. Idiopaattinen keuhkofibroosi. Lääketieteellinen aikakausikirja Duodecim. Viitattu 16.11.2024. Saatavissa https://www.duodecimlehti.fi/duo13344

Kaarteenaho, R. 2022. Idiopaattinen keuhkofibroosi. Lääkärin käsikirja. Duodecim Terveysportti. Viitattu 17.11.2024. Saatavissa rajoitetusti: https://www.terveysportti.fi/apps/dna/ltk/article/ykt00179?toc=23021

Kauppi, P. 2023. Astma: oireet ja diagnostiikka. Lääkärin käsikirja. Kustannus Oy Duodecim. Viitattu 27.10.2024.

Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 20.11.2024.

Keiski, R. Hämäläinen, K. Karhunen, M. Löfström, E. Näreaho, S. Varantola, K. Spoof, S-K. Tarkiainen, T. Kaila, E. & Aittasalo, M. 2023. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 1. painos. Helsinki. Viitattu 22.10.2024. Saatavissa: https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf

Keuhkoahtaumatauti. 2020. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim. Viitattu 27.10.2024. Saatavilla: https://www.kaypahoito.fi/hoi06040#K1

Kim, Y. Hyon, Y. Soo Jung, S. Lee, S. Yoo, G. Chung, C & Ha, T. 2021. Respiratory sound classification for crackles, wheezes, and rhonchi in the clinical field using deep learning. Scientific reports 11, Article number: 17186. Viitattu 14.11.2024. Saatavissa: https://www.nature.com/articles/s41598-021-96724-7

Kuisma, M. Holmström, P. Nurmi, J. Porthan, K & Puolakka, T. 2021. Ensihoito. 8. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Kuisma, M. Holmström, P. Nurmi, J. Porthan, K & Puolakka, T. 2022. Ensihoito. 8–9. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Laakkonen, L. Saura, P. Toivanen, T & Kuitunen, S. 2022. Puudutteet ja perifeerisesti vaikuttavat lihasrelaksantit suuren riskin lääkkeinä – kirjallisuuskatsaus lääkehoito prosessin riskikohdista ja suojauksista. Dosis 38: 252–278. Viitattu 28.10.2024. Saatavissa: https://dosis.fi/wp-content/uploads/2022/06/252_278_Dosis_2-22_Laakkonen.pdf

LAB-ammattikorkeakoulu. 2024. Opinnäytetyöohje. Viitattu 23.10.2024. Saatavissa https://elab.lab.fi/sites/default/files/category-page/2024-08/LAB_opinnäytetyö_ohje_AMK_150824_PÄIVITETTY.pdf

LAB Informaatiolukutaidon perusteet. 2024. Viitattu 11.10.2024. Saatavissa: https://libguides.lut.fi/LAB_informaatiolukutaito/arviointi

Lehtimäki, L. Kiljander, T. Korppi, M. Piirilä, P & Sovijärvi, A. 2021a. Hengitysäänten kuuntelu ja suomenkieliset termit. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Viitattu 8.4.2024. Saatavissa: https://www.duodecimlehti.fi/duo16151

Lehtimäki, L. Kiljander, T. Korppi, M. Piirilä, P & Sovijärvi, A. 2021b. Hengitysäänten kuuntelu ja suomenkieliset termit. Lääketieteellinen aikakauskirja Duodecim. Vertaisarvioitu

artikkeli. Viitattu 11.11.2024. Saatavissa: https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo16151.pdf

Lehtimäki, L. Moilanen, E & Kankaanranta, H. 2024. Keuhkofibroosi. Teoksessa Lääketieteellinen farmakologia ja toksikologia. Duodecim Oppiportti. Viitattu 16.11.2024. Saatavissa rajoitetusti https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/lft00967?q=keuhkofibroosi

Leppäluoto, J. Rintamäki, H. Vakkuri, O. Vierimaa, H & Lauri, T. 2021. Anatomia ja fysiologia rakenteesta toimintaan. 9.–12. painos. Sanoma Pro Oy, Helsinki.

LUT Academic Library. 2024. Terveysala. Viitattu 11.11.2024. Saatavissa: https://libguides.lut.fi/LABterveysala

Lääketieteen sanasto. 2016. Adenosiinitrifosfaatti. Kustantaja Duodecim Oy. Viitattu 27.9.2024. Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/ltt00020

Malay, S. Irappa, M. Narasimhalu, N & Megha, D. 2015. Auscultation of the respiratory system. Review article. Annals of Thoracic Medicine. Viitattu 12.11.2024. Saatavissa: https://journals.lww.com/aotm/fulltext/2015/10030/auscultation_of_the_respiratory_system.2.aspx

Munn, Z. Peters, M. Stren, C. Tufanaru, C. McArthur, A & Aromataris, E. 2018. Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. BMC Medical Research Methodology 18. Article number: 143. Viitattu 21.9.2024. Saatavissa: https://bmcmedresmethodol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12874-018-0611-x

Pramono, R. Bowyer, S & Rodriguez-Villegas, E. 2017. Automatic adventitious respiratory sound analysis: A systematic review. PubMed. National Library of Medicine. Viitattu 11.11.2024. Saatavissa: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5446130/#sec014

Piirilä, P & Sovijärvi, AR. 1987. Keuhkojen hengitysäänianalyysi. Duodecim 103: 742–51. Viitattu 19.11.2024. Saatavissa rajoitetusti: https://www.duodecimlehti.fi/d-htm/articles/1987_12_742-751.pdf

Saarinen-Kauppinen & Puusniekka. 2006. KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskunnallinen tietoarkisto. Viitattu 28.11.2024. Saatavissa: https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L2_3_2_3.html

Salminen, A. 2023. Mikä kirjallisuuskatsaus? Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. 2. tarkistettu painos. Vaasan yliopisto. Viitattu 22.10.2024. Saatavissa: https://osuva.uwasa.fi/bitstream/handle/10024/15470/978-952-395-081-8%20%28PDF%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Salminen, A. 2011. Mikä kirjallisuuskatsaus?. Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopisto. Viitattu 21.9.2024. Saatavissa: https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf

Salomaa, E. 2022. Hengenahdistus. Duodecim terveyskirjasto. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00020

Salomaa, E. 2022. Keuhkoahtaumatauti (COPD). Duodecim terveyskirjasto. Viitattu 28.10.2024. Saatavissa: https://www.terveyskirjasto.fi/dlk00029

Sembroski, E. Devang, K & Abhishek, B. 2023. Inverse Ratio Ventilation. National Library of Medicine. National Center for Biotechnology Information. Viitattu 14.9.2024. Saatavissa: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535395/

Sovijärvi, Anssi R. A. 2017. Miksi hengästyn? Helsinki: Kustannus Oy Duodecim.

Sovijärvi, Tapio. Julkaisuvuotta ei tiedossa. Kaasujenvaihto alveolitasolla. Paramedic.fi. Viitattu 17.10.2024. Saatavissa: https://blog.paramedic.fi/hengitysaanet/hengitys/

Tieteen termipankki. 2017. Onomatopoieettinen. Viitattu 28.10.2024. Saatavissa: https://tieteentermipankki.fi/wiki/Kielitiede:onomatopoeettinen

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2024a. Hyvä tieteellinen käytäntö (HTK). Viitattu 23.10.2024. Saatavissa https://tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanto-htk

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2024b. HTK-ohjeeseen sitoutuneet organisaatiot. Viitattu 23.10.2024. Saatavissa https://tenk.fi/fi/hyva-tieteellinen-kaytanto/htk-ohjeeseen-sitoutuneet-organisaatiot

Squires, E. 2022. Assessment and examination of the respiratory system. Practice Nursing. Respiratory Medicine. Viitattu 16.9.2024. Saatavissa: https://www.practicenursing.com/content/clinical/assessment-and-examination-of-the-respiratory-system/#F1

Risto, T. 2023. Ihmisen fysiologia – perusteista pidemmälle. 1. painos. VK-Kustannus Oy, Lahti. Viitattu 27.9.2024.

Varpula, T. Brander, P. Bäcklund, T. Parviainen, I. Tikkanen, H & Valta, P. 2007. Äkillisen hengitysvajauksen hoito. Suomalaisen lääkäriseuran Duodecimin ja suomen anestesiologiyhdistyksen asettama työryhmä. Viitattu 13.11.2024. Saatavissa: https://www.duodecim-lehti.fi/duo96372

Vilhonen, H. 2024. Keuhkokuume. Lääkärin käsikirja. Duodecim Terveysportti. Viitattu 17.11.2024. Saatavissa rajoitetusti: https://www.terveysportti.fi/apps/dna/ltk/article/ykt00167?toc=23020

Vyshedskiy, A. Ishikawa, S & Murphy, R. 2012. Crackle Pitch and Rate Do Not Vary Significantly During a Single Automated-Auscultation Session in Patients With Pneumonia, Congestive Heart Failure, or Interstitial Pulmonary Fibrosis. Respiratory care. Viitattu 17.11.2024. Saatavissa: https://rc.rcjournal.com/content/56/6/806/tab-article-info

Liite 1. Kirjallisuuskatsaukseen valitut artikkelit

Tekijöiden nimet, vuosiluku ja maa	Menetelmä	Tutkimuksen kohderyhmä	Päälöydös
Malay, S. Irappa, M. Narasimhalu, N & Megha, D. 2015. Intia.	Kirjallisuuskatsaus.	Ei ole.	Poikkeavien hengitysäänten patofysiologian kuvaaminen ja tunnistaminen.
Pramono, R. Bowyer, S & Rodriguez-Villegas, E. 2017. Iso-Britannia.	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus.	Ei ole.	Astma, COPD, keuhkotulehduksen, keuhkofibroosin ja keuhkokasvaimien sekä poikkeavien hengitysäänien patofysiologia.
Vyshedskiy, A. Ishikawa, S & Murphy, LH. 2012. Yhdysvallat.	Tutkimusartikkeli.	Ei ole.	Karkean rahinan tunnistaminen pneumonia ja IPF potilailta.
Kim, Y. Hyon, Y. Jung, S. Lee, S. Yoo, G. Chung, C & Ha, T. 2021. Korea	Tutkimusartikkeli.	Ei ole.	Ritinöiden, rahinoiden, vinkunoiden ja rohinan tunnistaminen. Lääkäreiden auskultaatiolöydösten toteutuminen prosentuaalisesti.
Hafke-Dys, H. Bręborowicz, A. Kleka, P. Kociński, J & Biniakowski, A. 2019. Puola.	Tutkimusartikkeli.	Lääketieteen opiskelijat, amanuenssit, erikoistuvat lääkärit ja luennoitsijat.	Tutkimuksella mitattiin eri vaiheessa lääkärin uraa olevien ihmisten taitoja tunnistaa auskultaatiolöydöksiä.

Gong, H. 1990. Toim. Walker, K. Hall, D & Hurst, W. Yhdysvallat.	Oppikirja.	Ei ole.	Astman ja vinkunan patofysiologia sekä tausta.
Elenius, V & Jartti, T. 2016. Suomi	Vertaisarvioitu kirjallisuuskatsaus.	Ei ole.	Hengitystieobstruktion aiheuttamat auskultaatiolöydökset.
Arts, L. Lim, E. Marinus van de Ven, P. Heunks, L & Tuinman P. 2020. Alankomaat.	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus ja meta-analyysi.	Ei ole.	Hengitysäänten kuunteleminen stetoskoopeilla on vaikeaa ja vaatii paljon ammattitaitoa sekä kokemusta.
Andrès, E. Gass, R. Charloux, A. Brandt, C & Hentzler, A. 2018. Ranska.	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus.	Ei ole.	Poikkeavien hengitysäänten tunnistaminen. Hengitysäänten kuuntelun vaikeus.
Jácome, C & Marques, A. 2014. Portugali.	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus.	Ei ole.	COPD potilaan poikkeavat hengitysäänilöydökset.