



# **HENGITYKSEN HARJOITTAMINEN JA HARJOITTELUN APUVÄLINEET**

Mirva Valén

Kehittämistehtävä  
Toukokuu 2012  
Ammatilliset erikoistumisopinnot  
Neurologinen fysioterapia  
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen Ammattikorkeakoulu  
Ammatilliset erikoistumisopinnot  
Neurologinen fysioterapia

VALÉN MIRVA: Hengityksen harjoittaminen ja harjoittelun apuvälineet

Kehittämistehtävä 42 sivua.  
Toukokuu 2012

---

Hengitys on elämän perusta ja perusilmaus. Hengitys tuo rajapinnalle monta tieteenalaa ja ammattiryhmää. Se on ei-kenenkään –aluetta ja samalla se kuuluu kaikille. Vaikka hengitys on tärkeimpiä elintoimintojamme, siihen kiinnitetään harvoin huomiota. Hengitys on normaalisti automaattista ja tiedostamatonta, mutta siitä on mahdollista tulla tietoiseksi ja siihen on mahdollista vaikuttaa tahdonalaisesti.

Tämän kehittämistehtävän tavoitteena oli perehtyä hengitykseen ja hengityksen harjoittamiseen laajemmin. Tarkoituksena oli saada tietoa erilaisista hengityksen harjoittamiseen käytetyistä apuvälineistä, niiden käytöstä sekä hankinnasta. Kehittämistehtävän aihe nousi työelämästä neurologisten kuntoutujien parista, jossa on havaittu, että monella neurologisella kuntoutujalla hengityskapasiteetti on alentunut.

Kehittämistehtävässä esitellään muutamia hengityksen harjoittamiseen käytettyjä laitteita ja apuvälineitä, jotka esiintyivät yleisimmin materiaaleissa ja tutkimuksissa. Lisäksi käsitellään myös muita fysioterapeuttisia keinoja hengityksen harjoittamiseen.

Kuntoutujan hengityskapasiteetin alentuessa on tärkeää, että siihen kiinnitetään huomiota. Hengitys vaikuttaa moniin eri elintoimintoihin. Hengitysfysioterapian tavoitteena on keuhkojen toiminnan normalisoituminen tai säilyminen mahdollisimman hyvänä. Tutkimusten mukaan parhaan hyödyn kuntoutuja, jolla hengityskapasiteetti on alentunut, saa lihaskestävyyttä ja lihasvoimaa lisäävästä harjoittelusta. Harjoitteluun opastaminen on fysioterapian päätavoitteita. Hengitysfysioterapia koostuukin hengitystekniikan harjoituksista, liman irrottamisesta ja poistamisesta, voima- ja liikkuvuusharjoittelusta sekä yleiskunnon ylläpitämisestä.

Aiheeseen liittyviä tutkimuksia on saatavilla, mutta monet tutkimuksista on tehty lyhyellä aikavälillä ja tutkimusjoukko on ollut suhteellisen pieni. Luotettavampaa näyttöä kaivattaisiin jatkossa laajemmilla tutkimusotoksilla.

---

Asiasanat: hengitys, hengityksen harjoittaminen, apuvälineet

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	4
2 HENGITYS.....	6
2.1 Hengityselimet ja hengityslihakset .....	6
2.2 Hengitystoiminta.....	9
2.3 Hengityksen säätely .....	10
3 HENGITYKSEN HARJOITTAMINEN .....	12
3.1 Hengityksen harjoittamisen laitteet ja apuvälineet .....	13
3.1.1 PEP (positive expiratory pressure) -pullopuhallus .....	13
3.1.2 Threshold IMT / PEP.....	14
3.1.3 SpiroTiger .....	16
3.1.4 Flutter.....	17
3.1.5 Hengityspalje .....	19
3.1.6 Acapella .....	20
3.1.7 Muita hengityksen harjoittamisen välineitä.....	21
3.2 Muita fysioterapeuttisia keinoja hengityksen harjoittamiseen.....	23
3.3 Tutkittua tietoa hengityksen harjoittamisen laitteista ja menetelmistä .....	28
4 HENGITYKSEN HARJOITTAMISEN LAITTEIDEN JA APUVÄLINEIDEN KÄYTTÖ NEUROLOGISILLA KUNTOUTUJILLA.....	32
5 POHDINTA .....	34
5.1 Omia kokemuksia hengitysharjoitus laitteiden ja apuvälineiden käytöstä neurologisilla kuntoutujilla .....	34
5.2 Pohdintaa työn tekemiseen liittyen .....	36
LÄHTEET.....	39

## 1 JOHDANTO

Hengitys on elämän perusta ja perusilmaus. Hengitys tuo rajapinnalle monta tieteenalaa ja ammattiryhmää. Se on ei-kenenkään –aluetta ja samalla se kuuluu kaikille. (Martin, Seppä, Lehtinen, Törö & Lillrank 2010, 12-13.) Vaikka hengitys on tärkeimpiä elintoimintojamme, siihen kiinnitetään harvoin huomiota. Hengitys on normaalisti automaattista ja tiedostamatonta, mutta siitä on mahdollista tulla tietoiseksi ja siihen on mahdollista vaikuttaa tahdonalaisesti. (Herrala, Kahrola & Sandström 2008, 76-77.)

Kuntoutujan hengityskapasiteetin alentuessa on tärkeää, että siihen kiinnitetään huomiota. Hengitys vaikuttaa moniin eri elintoimintoihin sekä meidän päivittäiseen elämäämme. Kohtaan itse työssäni paljon neurologisia kuntoutujia, joiden hengityskapasiteetti on alentunut. Tämän vuoksi kehittämistehtäväni aiheeksi nousi hengitys, hengityksen harjoittaminen sekä harjoittamiseen käytetyt laitteet, apuvälineet ja keinot.

Hengitysfysioterapian tavoitteena on hengityssairaana keuhkojen toiminnan normalisoituminen tai säilyminen mahdollisimman hyvänä. Tutkimusten mukaan parhaan hyödyn hengityssairas saa lihaskestävyyttä ja lihasvoimaa lisäävästä harjoittelusta. Harjoitteluun opastaminen on fysioterapian päätavoitteita. (Kämäräinen & Kontula 2010, 23.) Hengitysfysioterapia koostuu hengitystekniikan harjoituksista, liman irrottamisesta ja poistamisesta, voima- ja liikkuvuusharjoittelusta ja yleiskunnon ylläpitämisestä sekä liikuntaohjauksesta. Erilaisten apuvälineiden avulla tuetaan henkilöiden omatoimisuutta. (Kinnula, Puolanne, Juvonen-Posti & Kajosaari 2008, 409; Talvitie, Karppi & Mansikkamäki 2006, 176.)

Hengityskuntoutuksella on vaikuttavaa käyttöä kaikissa niissä tautitiloissa ja vammoissa, joissa hengitystoiminnat vaikeutuvat pitkäaikaisesti. Hengityskuntoutus ei rajoitu vain hengityssairauksien pääluokan sairauksiin. Keuhkosityöpään liittyvässä kuntoutuksessa on paljon yhtymäkohtia hengityssairauksien eri kuntoutusmuotoihin; eräät neurologiset sairaudet ulottavat vaikutuksensa ja oirehtivat merkittävästi hengityksen alueella. (Lehtinen, Paljakka, Puolanne & Vilkkumaa 2004, 62.)

Kehittämistehtävän tavoitteena on perehtyä hengitykseen ja hengityksen harjoittamiseen laajemmin. Tarkoituksena on saada tietoa erilaisista hengityksen harjoittamiseen käytetyistä laitteista ja apuvälineistä, niiden käytöstä sekä hankinnasta. Hankittua tietoa on tarkoituksena hyödyntää työelämässäni neurologisten kuntoutujien parissa.

Hengityksen harjoittamiseen käytetyt laitteet ja apuvälineet, joihin tässä työssä tarkemmin keskitytään valikoitui siten, että kirjallisuuteen ja tutkimuksiin perehtyessä nämä laitteet olivat yleisimmin esillä. Valintaan vaikutti myös ajatus siitä, mistä laitteista, apuvälineistä ja harjoittelusta omassa työssäni neurologisten kuntoutujien kanssa olisi eniten hyötyä.

Kysymykset, joihin kehittämistehtävällä haetaan vastauksia:

1. Miten harjoittaa hengitystoimintaa neurologisilla kuntoutujilla?
2. Millaisia hengityksen harjoittamisen apuvälineitä on olemassa, miten niitä käytetään ja mistä niitä voi hankkia?

## **2 HENGITYS**

Hengitys käsittää tärkeiden hengityskaasujen eli hapen ja hiilidioksidin vaihdunnan elimistön ja ulkoilman välillä. Käytännössä hengityksen tehtävänä on turvata elimistön tarvitsema hapen saanti ja aineenvaihdunnassa syntyneen hiilidioksidin poistaminen kaikissa oloissa. Hengityksestä vastaa hengityselinjärjestelmä, joka yhdessä verenkierto-, ruoansulatus- ja virtsaneritysjärjestelmän kanssa muodostaa elimistön huoltokoneiston. (Leppäluoto, Kettunen, Rintamäki, Vakkuri, Vierimaa & Lätti 2008, 198.)

Hengitys voidaan jakaa ulkoiseen ja sisäiseen hengitykseen. Ulkoinen hengitys käsittää hengityksen niin sanotun näkyvän osan, ventilaation eli keuhkotuuletuksen, jolla tarkoitetaan ilman virtaamista hengitysteitä pitkin keuhkoihin ja sieltä pois sisään- ja uloshengityksen yhteydessä. Sisäinen hengitys taas tarkoittaa soluhengitystä eli erityisesti hapteen liittyviä aineenvaihduntareaktioita mitokondrioissa. (Leppäluoto ym. 2008, 198.)

### **2.1 Hengityselimet ja hengityslihakset**

Ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelot, suuontelo ja nielu. Alahengitysteihin kuuluvat kurkunpää, henkitorvi, keuhkoputket ja ilmatiehyet. (Sand, Sjaastad, Haug & Bjålie 2011, 357-358.)

Levon aikana sisäänhengitys tapahtuu pääasiassa nenäontelon kautta. Nenäontelosta nieluun siirtyvä hengitysilma on osittain mikrobeista puhdistettua, lämmitettyä ja vesihöyryllä kyllästettyä. Tämä on tärkeää, sillä se suojaa keuhkoja infektioilta, jäähtymiseltä sekä kuivumiselta. Jos nenäontelon kautta saapuva ilma ei riitä kattamaan elimistön hapentarvetta, osa sisäänhengitysilmaasta kulkee suuontelon läpi (rasituksessa, nenän limakalvojen tulehduksessa). Ilma kulkee suuontelon läpi nopeammin kuin nenäontelon läpi, joten sen kosketus limakalvoon on vähäisempää. Tällöin keuhkoihin kulkeutuu runsaasti lämmittämätöntä, kostuttamatonta ja pieneliöistä puhdistamatonta ilmaa ja esimerkiksi hengitystieinfektioiden riski suurenee. Nenän ja suuontelon kautta

kulkevat sisäänhengitysilman virrat kohtaavat nielussa, jossa on kaksi aukkoa. Toinen niistä johtaa ruokatorveen ja toinen kurkunpään. Nielun limakalvo on kerrostunutta levyepiteeliä, joka on mekaanisesti vahvempaa kuin hengitystie-epiteeli. Tämä on tarkoituksenmukaista, koska myös ruoka kulkee nielun läpi. (Sand ym. 2011, 357-358.)

Kurkunpää yhdistää nielun henkitorven. Kurkunpäässä sijaitsevat myös kaksi äänihuulta, joiden välissä on äänirako. Kurkunpää ja ahdas äänirako suojaavat alahengitysteitä vierasesineiltä. Henkitorven sisäpinnan muodostaa hengitystie-epiteeli, jonka jokaisessa solussa on satoja värekarvoja. Epiteeliä peittävä lima muodostaa tahmean kerroksen, joka sitoo itseensä hengitysilman hiukkasia. Henkitorvi jakaantuu oikeaksi ja vasemmaksi pääkeuhkoputkeksi, jotka menevät oikeaan ja vasempaan keuhkoon. Keuhkoportiksi kutsutaan kohtaa, jossa pääkeuhkoputket työntyvät keuhkoon. Keuhkoissa keuhkoputket jakaantuvat yhä pienemmiksi haaroiksi, jokainen uusi haara on edellistä kapeampi. Putkia kutsutaan keuhkoputkiksi niin kauan kuin niiden seinämissä on rustokudosta. Keuhkoputkien ja suurimpien ilmatiehyiden eli bronkiolien sisäpinnalla on hengitystie-epiteeliä, jotka suojaavat osaltaan hengitysteitä infektioilta. Pienempien ilmatiehyiden sisäpintaa peittää yhdenkertainen kuutioepiteeli, joka ei tuota limaa ja jossa ei myöskään ole värekarvoja. Osa kaasujenvaihdosta tapahtuu näissä ilmatiehyissä, joita kutsutaan hengitystiehyiksi. (Sand ym. 2011, 358-359.)

Hengitystiehyt päättyvät keuhkorakkulasäkkeihin, joiden seinämät muodostuvat pallomaisista, ohutseinäisistä keuhkorakkuloista eli alveoleista. Alveoleja ympäröi tiuha hiussuoniverkosto ja runsas määrä kimmoisia sidekudossyitä. Kummassakin keuhkossa on 150-250 miljoonaa keuhkorakkulaa. Keuhkorakkuloissa olevan ilman ja hiussuonissa kulkevan veren erottaa toisistaan vain ohut seinämä, joka koostuu keuhkorakkulan yhdenkertaisesta levyepiteelistä, hiussuonen seinämän endoteelisoluista sekä niiden välissä sijaitsevasta yhteisestä tyvikalvosta. Kaasujen vaihto tapahtuu tämän seinämän läpi. (Sand ym. 2011, 359-360.)

Keuhkot sijaitsevat rintakehän sisällä, suljetussa rintaontelossa. Rintakehän muodostavat selkärangan rintanikamat, kylkiluut, kylkiluiden väliset kylkivälilihakset ja rintalasta. Rintaontelon kattona ovat kaulan eri lihakset ja sen pohjana pallea. Rintakehän kummankin laidan täyttää muodoltaan keilamainen keuhko. Keuhkon kärki

ulottuu pari senttiä solisluun yläpuolelle. Pohja on palleaa vasten ja muodoltaan kovera, jotta se sopii pallean kaareen. Keuhkoja ympäröi keuhkopussi, pleura, joka on yhdenkertaista levyepiteeliä ja jonka alla on säikeistä sidekudosta. Kaksilehtinen umpinainen keuhkopussi ympäröi koko keuhkoa lukuun ottamatta keuhkojen tyveä, josta pääkeuhkoputket kulkevat keuhkoihin. (Sand ym. 2011, 361.)

Keuhkot jakaantuvat lohkoihin, joita erottavat keuhkojen pinnalta tyveen kulkevat raot. Lohkojako parantaa keuhkojen liikkuvuutta hengityksen yhteydessä ja helpottaa niiden täyttymistä ilmalla. Oikeassa keuhkossa on kolme lohkoa ja vasemmassa kaksi lohkoa, vasen keuhko on siis hieman pienempi. Keuhkon tyvi jatkuu keuhkoihin keuhkoportin muodossa, jossa on pääkeuhkoputki, keuhkovaltimon ja keuhkolaskimoiden haaroja, imusuonia ja hermoja. Pääkeuhkoputki, keuhkovaltimot ja keuhkolaskimot haarautuvat heti keuhkoportin jälkeen ja kulkevat koko ajan rinnakkain. Keuhkolohkon aluetta, johon päättyy yksi pääkeuhkoputken haara ja vastaava keuhkovaltimon päähaara, sanotaan keuhkojaokkeeksi (segmentti). Oikeassa keuhkossa on kymmenen ja vasemmassa keuhkossa kahdeksan jaoketta. Tämän rakenteen ansiosta keuhkoista voidaan poistaa leikkauksessa jaoke ilman, että poisto vaikuttaa muiden alueiden toimintaan. (Sand ym. 2011, 362.)

Tärkeimmät hengityksen mekaniikasta huolehtivat lihakset ovat pallea (C2-C4), kylkivälilihakset (T2-T12) ja vatsalihakset (T6-L1) (Kannisto & Alaranta 2006, 451). Kylkivälilihakset muodostavat varsinaiset hengityslihakset, joilla ei ole muita tehtäviä. Ulommat kylkivälilihakset, muun muassa *intercostales externi*, muodostavat uloimman kerroksen, sisemmät kylkivälilihakset, muun muassa *intercostales interni*, muodostavat keskikerroksen ja muun muassa *intercostales intimi*, *subcostales* ja *transversus thoracis* muodostavat sisimmän lihaskerroksen. Muita hengityslihaksia ovat muun muassa *subcostales*, *transversus thoracis*, *levator costarum*, *serratus posterior superior*, *serratus posterior inferior* ja *diaphragma* eli pallealihäs. (Laitinen & Laitinen 2005, 26-27.)



## 2.2 Hengitystoiminta

Hengityksellä tarkoitetaan kaikkia ilman ja elimistön solujen välillä tapahtuvaa kaasujen vaihdon vaiheita. Keuhkotuuletuksella eli ventilaatiolla tarkoitetaan ilman kulkua ulkoilmasta keuhkorakkuloihin ja takaisin. (Sand ym. 2011, 356, 362.) Ventilaatio perustuu rintakehän ja pallean liikkeiden aiheuttamiin rintaontelon paineenvaihteluihin (Sovijärvi & Salorinne 2005, 35).

### *Sisäänhengitys*

Sisäänhengityksessä pallea ja uloimmat kylkivälilihakset supistuvat, jolloin rintaontelo ja keuhkot laajenevat. Samalla keuhkorakkuloihin syntyy ulkoilmaan nähden negatiivinen paine, jolloin ilma alkaa virrata keuhkoihin. (Sovijärvi & Salorinne 2005, 35.) Ulommat kylkivälilihakset osallistuvat sisäänhengitykseen nostamalla kylkiluita. Ne lähtevät yhdentoista ensimmäisen kylkiluun alareunasta ja kiinnittyvät alemman kylkiluun yläreunaan. Seitsemän alimman lihaksen syyt ovat yhteydessä ulomman vinon vatsalihaksen (*musculus obliquus externus abdominis*) syiden kanssa. Diaphragma eli pallealihas on kupolimainen lihaskudoksen ja sidekudoksen muodostama levy, joka erottaa rinta- ja vatsaontelon. Siinä on kolme osaa: *pars sternalis*, *pars costalis* ja *pars lumbalis*. Kun pallea supistuu, sen kupu madaltuu ja laskee, jolloin rintakehän volyyymi kasvaa ja seuraa sisäänhengitys. (Laitinen & Laitinen 2005, 26-27.)

### *Uloshengitys*

Rauhallinen uloshengitys on passiivinen tapahtuma, jolloin hengityselimet rentoutuvat ja rintaontelo pienenee elastisten säikeiden palautuessa venytystilasta lepotilaan. Voimakkaassa uloshengityksessä käytetään apuna vatsalihaksia ja sisempiä kylkivälilihaksia, jolloin rintaontelo supistuu voimakkaammin ja nopeammin. (Sovijärvi & Salorinne 2005, 35-36.) Sisemmät kylkivälilihakset osallistuvat uloshengitykseen vetämällä kylkiluita alaspäin. Myös näitä lihaksia on yksitoista paria. Ne lähtevät kylkiluiden alareunasta *musculus intercostalis externus* sisäpuolelta ja niiden lihassyöt kulkevat alas ja taakse alemman kylkiluun yläreunaa kohti. Ne kohtaavat *musculus intercostalis externus* syyt lähes suorassa kulmassa. (Laitinen & Laitinen 2005, 26-27.)

### 2.3 Hengityksen säätely

Hengityksen säätely on monimutkainen säätelymekanismi, koska hengityksen pitää palvella monia muitakin asioita (esimerkiksi äänen muodostus, hengitysrefleksit) kuin vain sen tärkeintä funktiota eli hengityskaasujen vaihduntaa (Leppäluoto ym. 2008, 217). Hengityksen säätely tapahtuu keskushermostossa, johon tulee perifeeristen reseptorien välityksellä tietoa keuhkojen ja rintakehän liikkeistä ja liikkeen dynamiikasta, veren hiilidioksidi- ja happiosapaineesta sekä veren happamuudesta. (Sovijärvi & Salorinne 2005, 41.)

Hengityksessä voidaan erottaa sentraalinen ja perifeerinen säätely. Hengityskeskus muodostaa tärkeimmän osan hengityksen sentraalisesta säätelystä. Se koostuu useista tumakkeista, jotka sijaitsevat ydinjatkeessa varsin laajalla alueella. Osa tumakkeista palvelee sisäänhengitystä. Sentraaliseen säätelyyn kuuluu myös hengityksen tahdonalainen kontrolli, joka mahdollistaa muun muassa puheen ja laulamisen, jossa tarvitaan ventilaatiota. Hengitystä koordinoiva informaatio tulee aivokuorelta ja tähän liittyykin tyypillisesti oppimista. Sisään- ja uloshengitys rytmitetään siten, että esimerkiksi puheen lauseet saadaan tarkoituksenmukaisesti tuotetuksi uloshengityksen aikana. (Leppäluoto ym. 2008, 218.)

Monissa elimistön osissa on reseptoreita, jotka osallistuvat hengityksen säätelyyn. Osa reseptoreista toimii proprioseptiivisesti (asento- ja liikeaistiin liittyvästi), osa mekano- (kudoksen mekaaniseen muodonmuutokseen reagoiva) tai kemoreseptiivisesti (ulkoa tuleviin tai elimistössä itsessään syntyneisiin kemiallisiin aineisiin reagoiva), usein refleksikaarena. (Leppäluoto ym. 2008, 219.)

Fyysisen kuormituksen yhteydessä ventilaatio kasvaa nopeasti ja voimakkaasti. Lihasten, jänteiden ja nivelten *proprioceptorit*, aivokuorelta lihaksiin johtavat motoriset radat sekä kuormitustilanteeseen liittyvät oppimiset reagoivat herkästi lihasliikkeeseen, joka johtaa sisäänhengityskeskukseen nopeaan aktivoitumiseen. Nopea neuraalinen aktivaatio pyrkii ennakoimaan kuormitustilanteen hapen tarpeen niin hyvin, että kemoreseptoreita tarvitaan vain täydentämään ventilaatiota, jos hengityskaasujen osapaineissa tapahtuu muutoksia myöhemmin kuormituksen aikana. Perifeerisiä *kemoreseptoreita* on muutamien verisuonten, lähinnä yhteisten kaulavaltimoiden

haarautumiskohdan ja aortankaaren yhteydessä sekä rintakehän alueella keuhkoputkien yhteydessä. Hengityksen kokonaissäätelyssä niiden osuus on sekundaarinen, mutta niillä on erityistä merkitystä muun muassa hengitysilman happiosapaineen laskussa. Rintakehän yksi reseptorityyppi on *mekanoreseptori*. Voimakkaan sisäänhengityksen yhteydessä keuhkojen venyminen aktivoi näitä reseptoreita, mikä johtaa sisäänhengitystumakkeiden inhibitioon ja sisäänhengityksen vaihtumiseen uloshengitykseksi. Tätä voidaan pitää suojarefleksinä, joka estää keuhkojen liiallisen venymisen. Lepohengityksessä venyminen on niin vähäistä ettei sillä ole fysiologista merkitystä keuhkojen rytmittämässä. Hengityksen säätelyyn liittyy monia *refleksejä*. Varsinaiset hengitysrefleksit laukaisevat keuhkoputkien ärsykeresptorien aktivoituessa voimakkaan uloshengityslihasten supistuksen, joka saa aikaan äkillisen ilmanpurkauksen keuhkoputkissa ja ylemmissä hengitysteissä. Tämän suojarefleksin tavoitteena on saada vieraat partikkelit pois hengitysteistä. Refleksin laukaisema ärsyke voi olla mekaaninen (ruokaa ”vääraan kurkkuun”) tai kemiallinen (ilman epäpuhtaudet). Hengityksen reflektorista säätelyä liittyy myös esimerkiksi nielemis-, oksennus- tai ulostamisrefleksiin, joissa hengitys pysähtyy hetkeksi refleksien aikana. (Leppäluoto ym. 2008, 219-221.)

### 3 HENGITYKSEN HARJOITTAMINEN

Hengityselinterveyttä voidaan parantaa ja keuhkosairauksiin sairastumisen riskiä pienentää vaikuttamalla terveyskäyttäytymiseen, puuttamalla ympäristöstä johtuvaan altistumiseen sekä parantamalla sairauden varhaista havaitsemista. Pitkäaikaiset keuhkosairaudet vaikuttavat yleiskuntoon sekä toiminta- ja työkykyyn. Opetus, ohjaus, apuvälineisiin liittyvä koulutus ovat tärkeä osa hoitoa. Hengityskuntoutus sitouttaa omahoitoon ja säilyttää toimintakykyä. (Bäckmand 2010, 8-9.)

Hengitysfysioterapian päämääränä on ylläpitää mahdollisimman hyvää keuhkofunktiota ja ylläpitää tai kohottaa suorituskykyä. Hengitysfysioterapia koostuu hengitystekniikan harjoituksista, liman irrottamisesta ja poistamisesta, voima- ja liikkuvuusharjoittelusta, yleiskunnon ylläpitämisestä sekä liikuntaohjauksesta. Erilaisten apuvälineiden avulla tuetaan henkilöiden omatoimisuutta. Fysioterapeutin ohjannassa myös henkilön kehontuntemus lisääntyy. (Kinnula, Puolanne Juvonen-Posti & Kajosaari 2008, 409; Mattila 2000, 117; Talvitie ym. 2006, 176.) Perinteinen keuhkojen fysikaalinen hoito on käsittänyt tyhjennyshoidot, taputtelun sekä PEP = Positive Expiratory Pressure – tekniikan. Fysikaalisten hoitomenetelmien hyöty hengitysteiden liman poistamisessa on järjestyksessä seuraava: PEP, oikea yskitystekniikka, taputtelu + tyhjennys. (Kinnula ym. 2008, 396.)

Joihinkin sairauksiin liittyy hengityksen heikkenemistä. Kyse ei ole keuhkojen sairaudesta, vaan hengityslihasten heikkenemisestä, jolloin keuhkojen tuuletus heikkenee. Hengitysvaikeuksissa fysioterapiaan tulee liittää alusta asti hengitysfysioterapiaa, ylävartalon kiertojen harjoittelua ja syvän sisään hengityksen harjoittamista sekä yskimisharjoituksia. (Lihastautiliitto ry 2009.) Selkäydinvammassa muun muassa vähentynyt hengityskapasiteetti ja jäykkä rintakehä altistavat liman kertymiselle hengitysteihin (Kannisto & Alaranta 2006, 451). Kystisessä fibroosissa kloridierityksen estyminen ja natriumin imeytyminen hengitysteissä sitkistyttävät liman, joka aiheuttaa vähitellen keuhkoihin infektion ja tulehduksen pieniin ilmäteihin ja limarauhasiin. Vähitellen keuhkoihin kehittyy myös kroonisia bakteerikantoja. Paksu lima haittaa värekarvatoimintaa ja johtaa keuhkoputkien laajentumisen kehittymiseen eli bronkiektasioihin. (Hengitysliitto ry 2012.) Neuromuskulaarisairauksiin, kuten

myopatioihin ja synnynnäisiin lihasdystrofioihin liittyy usein myös hengitysongelmia. Hengitysongelmat kehittyvät yleensä hitaasti. Hengitykseen liittyvät ongelmat tulevat ensin esiin infektioiden yhteydessä yskimisvoiman heikkoutena, jonka jälkeen kehittyä yöaikaista keuhkojen toiminnan poikkeavuutta eli hypoventilaatiota, joka voi aiheuttaa monenlaisia muitakin oireita, kuten toistuvia keuhkoinfektioita, painonlaskua, väsymystä ja keskittymiskyvyn häiriöitä. (Haataja 2010, 12.)

### **3.1 Hengityksen harjoittamisen laitteet ja apuvälineet**

Hengitysapuvälineet kehittyvät jatkuvasti yhä kevyemmiksi ja käyttäjäystävällisemmiksi. Hengityksen apuvälineitä koskeva tieto ja osaaminen on sosiaali- ja terveyspalvelujärjestelmässä selvästi huonompaa kuin muiden apuvälineiden kohdalla (Lehtinen ym. 2004, 16.)

Seuraavassa käydään läpi muutamia hengityksen harjoittamiseen tarkoitettujen laitteiden ja apuvälineiden toimintaa sekä niiden käyttöominaisuuksia. Laitteet, joihin tässä työssä keskitytään tarkemmin valikoitui siten, että kirjallisuuteen ja tutkimuksiin perehtyessä nämä laitteet olivat yleisimmin esillä. Tältä pohjalta ajateltuna voisi tehdä johtopäätöksen kyseisten laitteiden yleisyydestä. Valintaan vaikutti myös ajatus siitä, mistä laitteista, apuvälineistä ja harjoittelusta omassa työssäni neurologisten kuntoutujien kanssa olisi eniten hyötyä.

#### **3.1.1 PEP (positive expiratory pressure) -pullopuhallus**

Pullopuhallus (kuva 1) on menetelmä, jonka avulla voidaan poistaa hengitysteissä oleva ylimääräinen lima. Lisäksi puhallus harjoituttaa tehokkaasti hengityslihaksia. Pullopuhallus on menetelmänä yksinkertainen ja edullinen. Pullopuhallusmenetelmä sopii lähes kaikille, muun muassa astmaa, keuhkohtaumatautia, muita hengityssairauksia sairastaville sekä flunssan aikana. Pullopuhallus on hyvä harjoittelukeino myös kuntoutujille, joilla hengitystoiminta on alentunut. (Pryor & Prasad 2008, 151; Sakala 2009, 26-27.)



KUVA 1. Puhalluspullo. (Uuttu 2011)

Puhallusasento tulisi olla hyvä, mielellään pöydän ääressä. Pullossa on oltava vettä noin 10cm, letkun tulisi olla halkaisijaltaan noin 1cm ja letkun pituus tulisi olla noin 60-70cm. Letkun tulee yltää pullon pohjalle asti. Pullo ja puhallusletku tulisi pestä astianpesuaineella jokaisen puhalluskerran jälkeen ja tarvittaessa ne voidaan kastaa myös kiehuvaan veteen. (Sakala 2009, 26-27.)

Pullopuhallus, eli vesi-PEP (positive expiratory pressure) -menetelmä on tutkimuksissa osoitettu vaikuttavaksi limanpoistomenetelmäksi. Sen teho perustuu hengitysteiden paineen muutoksiin, jotka syntyvät, kun vesipulloon puhalletaan letkun läpi. Uloshengitettäessä vastusta eli vettä vasten paine hengitysteissä nousee ja pienten hengitysteiden väliset, normaalissa hengityksessä sulkeutuneina olevat risteilevät ilmatiehyeet avautuvat. Silloin ilma virtaa liman taakse ja työntää sen rauhallisen uloshengityksen avulla suurempiin hengitysteihin, mistä se on helppo poistaa yskimällä. Hengityksen tulisi tapahtua keuhkojen alaosilla. Uloshengityksen tulisi olla rento. Sisäänhengitys tapahtuu aina nenän kautta. Hengitystekniikan lisäksi on tärkeää keskittyä puhaltamistekniikkaan. (Pryor & Prasad 2008, 151; Sakala 2009, 26-27.) Puhalluspullon letkuineen voi hankkia Hengityslitosta tai kaupasta.

### 3.1.2 Threshold IMT / PEP

Threshold IMT (kuva 2) harjoittaa sisäänhengityслиhasten voimaa ja kestävyyttä. Threshold PEP (kuva 2) harjoittaa uloshengitystä, antaa positiivista painetta uloshengitykselle ja helpottaa muun muassa liman poistumista keuhkoputkista.

Hengitettäessä Treshold PEP –laitteella, sen paine auttaa avaamaan hengitysteitä ja saa aikaan yskimisen, joka helpottaa liman poistumista. Treshold IMT / PEP harjoittelussa kuntoutuja voi itse määrittää hengitys nopeuden. (Larson, Kim, Sharp & Larson 1986, 133:A100.)



KUVA 2. Treshold PEP ja Treshold IMT. (Cardinal Health 2012)

Laitteet sisältävät venttiilin, jota säätämällä saadaan asetettua oikea paine sisäänhengitystä tai uloshengitystä vastustamaan. Paine on helppo säätää kuntoutujan hengityselinvoiman mukaan. Laite on helppo puhdistaa käytön jälkeen pesemällä laite miedolla saippuavedellä ja huuhtelemalla puhtaalla vedellä. Treshold IMT / PEP laitteita voidaan käyttää suukappaleen avulla tai maskin avulla ja hengitystä voi harjoittaa missä asennossa tahansa. Molemmat laitteet on valmistettu kestävästä akryylistä, joka kestää myö iskuja. (Larson ym. 1986, 133:A100.) Molempia laitteita voi hankkia ainakin Medith Oy:sta.

Vuonna 2008 tammikuussa on tehty järjestelmällinen katsaus (Reid, Geddes, O'Brien, Brooks & Crowe 2008, 1003-1013) sisäänhengityselinvoiman harjoittelusta Threshold IMT –laitteella kystistä fibroosia sairastavilla kuntoutujilla. Katsauksessa keskityttiin sisäänhengityselinvoimaan ja kestävyys, rasituksensietokykyyn sekä koettuun hengenahdistukseen. Tutkimukseen valittiin artikkelit, joissa osallistujat olivat nuoria tai nuoria aikuisia, jotka olivat sairastaneet kystistä fibroosia enemmän kuin 13-vuotta. Artikkeleissa verrattiin Threshold IMT ryhmää muuhun kontrolliryhmään ja artikkelit oli julkaistu englanniksi. Kaksi arvioijaa arvioi itsenäisesti aineiston. Hakustrategia tuotti 36 artikkelia, joista vain 2 täytti tutkimuksen kriteerit. Selkeää eroa ei saavutettu Threshold IMT- ja kontrolliryhmien välillä verrattuna FVC (nopea vitaalikapasiteetti) ja

FEV1 (uloshengityksen sekuntikapasiteetti) –arvoja. Yksittäiset tutkimustulokset osoittivat Threshold IMT –harjoittelun parantavan sisäänhengityslihasten kestävyyttä. Toisin sanoen selkeää näyttöä sisäänhengityslihasten voimaan ja kestävyteen, rasituksensietokykyyn sekä koettuun hengenahdistukseen ei ollut Threshold IMT –laitteella harjoittelusta kystistä fibroosia sairastavilla nuorilla ja nuorilla aikuisilla.

Keski-Suomen sairaanhoitopiirissä tehdyssä tutkimuksessa sekä kolmessa vieraskielisessä tutkimuksessa oli käytetty sydämen vajaatoiminta potilaille harjoitusvälineenä Threshold IMT –laitetta. Kaikissa näissä tutkimuksissa tulokset olivat samansuuntaisia, maksimaalinen sisäänhengityspaine lisääntyi potilailla keskimäärin 25-30 prosenttia. Edellä mainittujen tutkimusten pohjalta voidaan osoittaa, että hengityslihasten harjoittelu on yksinkertainen, edullinen ja tehokas keino parantaa sydämen vajaatoimintapotilaiden sisäänhengityslihasten voimaa, jolloin suorituskyky, rasituskestävyys ja elämänlaatu paranevat. (Mutikainen, Häkkinen, Kautiainen, Korhonen, Heikkilä & Miettinen 2010, 5-8; Mancini, Henson, La Manca et al. 1995, 320-329; Laoutaris, Dritsas, Brown, Manginas 2004, 489-496; Dall’Ago, Gaspar, Chiappa et al. 2006, 757-763.)

### **3.1.3 SpiroTiger**

SpiroTiger (kuva 3) on hengityslihaksiston harjoitteluväline, joka on kehitetty Sveitsissä. SpiroTigerillä voidaan harjoittaa monipuolisesti hengityslihaksiston kestävyyttä, voimaa, koordinaatiota, nopeutta ja liikkuvuutta. SpiroTiger -harjoittelun ansiosta myös kuntoutujan suorituskyky paranee. SpiroTigerin käytöstä hyötyvät erilaiset kuntoutujaryhmät, esimerkiksi keuhkohtaumatautia, astmaa, kystistä fibroosia, selkäydinvammaa, paraplegiaa, tetraplegiaa, uniapneaa tai erilaisia lihastauteja sairastavat kuntoutujat sekä myös urheilijat. Laite on kehitetty täydentämään fysioterapeuttisia menetelmiä hengitysfysioterapiassa. Säännöllinen harjoittelu tuottaa parhaita tuloksia, suositeltavaa olisi harjoitella 3-5 kertaa viikossa 15-30 minuuttia kerrallaan. (Medical Tech Oy 2012.) SpiroTiger hengityksen harjoittelulaitetta voi hankkia Medical Tech Oy:sta.





KUVA 3. SpiroTiger –harjoituslaite. (Medical Tech Oy 2012)

Vuonna 2006 on tehty pilottitutkimus intensiivisestä hengityselihasten kestävyysharjoittelusta selkäydinvammaisilla kuntoutujilla. Tutkimukseen osallistui 8 paraplegia kuntoutujaa ja 6 tetraplegia kuntoutujaa. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää paraplegia- ja tetraplegia kuntoutujien maksimaalista ilmanvaihtoa 10-20 minuutin ajalla, joka on yleensä ohjenuorana kestävyystyypiselle harjoittelulle. Hengityselihasten kestävyttä testattiin kolmella eri intensiteetillä, 20%, 40% ja 60% maksimaalisesta hengityksestä, ilmanvaihdosta. Kestävyttä analysoitiin molemmissa kuntoutujaryhmissä erikseen. Tuloksena tutkimuksessa saatiin, että tetraplegiakuntoutajat pystyivät suoriutumaan asetetusta minuuttiventilaatiosta 40:n prosentin intensiteetillä ja paraplegiakuntoutajat 60:n prosentin intensiteetillä 10-20 minuutin harjoittelun ajan. SpiroTigerillä harjoittelu koettiin motivoivaksi kestävyysharjoitteluksi ja kuntoutajat kokivat siitä merkittävää vaikutusta itselleen. SpiroTiger harjoittelu parantaa keuhkojen toimintaa tetraplegia- ja paraplegia kuntoutujilla vaikuttaen positiivisesti heidän hengitysfunktion ja sitä kautta vähentämällä keuhkokomplikaatioita. (Mueller, Perret & Spengler 2006, 381-386.)

### 3.1.4 Flutter

Flutter (kuva 4) on suunniteltu keuhkojen tyhjennyshoitoon ja hengityksen tehostamiseen. Sykkivä uloshengitysvirtauksen vastapaine tehostaa liman poistumista keuhkoista. Sykkeen vaikutus ulottuu keuhkojen ääreisosiin saakka. Flutterin käyttöä suositellaan muun muassa astmatikoille, kroonista keuhkoputken tulehdusta, keuhkojen emfyseemaa sekä kystistä fibroosia sairastaville. Kontraindikationa Flutterin käytölle on ilmarinta, akuutti sydämen vajaatoiminta ja muu vaikea

hengenahdistuskohtaus. Sydän- ja verisuonisairauksia sairastavien on hyvä neuvotella lääkärin kanssa ennen Flutter –laitteella harjoittelun aloittamista. (Spira Oy Hengityshoitokeskus 2012.)



KUVA 4. Flutter. (Spira Oy Hengityshoitokeskus 2012)

Flutter-laitteessa on sisällä kuula, joka liikkuu edestakaisin hengityksen mukaan. Liman irtoaminen tehostuu kun kuulan aikaansaama sykäyksittäinen hengitys aiheuttaa värähtelyä keuhkoputkissa. (Kinnula ym. 2008, 409.) Flutter –laitteella harjoiteltaessa ennen uloshengitystä kuula sulkee omalla painollaan kartion alaosassa olevan uloshengitysaukon. Uloshengitettäessä kuula liikkuu edestakaisin kartiossa aiheuttaen sykkeen uloshengitysvirtauksessa. Uloshengitysilman virtauksen syke saa keuhkoputkien seinämät värähtelemään, vaikka virtausnopeus olisi alle 0,5 litraa sekunnissa. Uloshengitysvirtauksen vastapainetta voidaan säätää kallistamalla laitetta ylös- tai alaspäin. (Spira Oy Hengityshoitokeskus 2012.)

Flutter –laite on pienikokoinen ja helppo pitää kädessä. Harjoittelu olisi paras toteuttaa istuen. Laite on valmistettu muovista, se on helppo puhdistaa ja se kestää myös lämpödesinfektion ja autoklavioinin. (Spira Oy Hengityshoitokeskus 2012.) Flutter-laitetta voi hankkia ainakin Spira Oy Hengityshoitokeskuksesta Hämeenlinnasta.

Vuonna 2005 on julkaistu kliininen tutkimus, jossa oli verrattu Flutterin ja PEP (positive expiratory pressure) -terapian tehokkuutta kystistä fibroosia sairastavilla aikuisilla. Tutkimus oli suoritettu Yhdysvalloissa vuosien 1998-1999 välisenä aikana, tutkimus kesti 13 kuukautta. Tutkimukseen osallistui 42 kystistä fibroosia sairastavaa aikuista henkilöä. Tutkimukseen osallistuvat henkilöt saivat harjoitteluohjeet ja niitä tarkistettiin aina kolmen kuukauden välein. 13-kuukauden harjoittelun jälkeen selkeitä eroja ei juurikaan ollut havaittavissa. Mittaustuloksissa FEV1:n (uloshengityksen sekuntikapasiteetti) sekä hengityslihasten voiman suhteen ei saatu selkeitä eroja

ryhmien välillä. Flutter –laitteen sekä PEP (positive expiratory pressure) –terapian välillä ei siis tämän tutkimuksen mukaan saatu merkittäviä eroja kuntoutujien keuhkotoiminnan tai terveyden suhteen. Kuntoutujat eivät myöskään kokeneet omassa elämänlaadussaan muutoksia tutkimusajan eli 13 kuukauden aikana. Tutkijat olivat sitä mieltä, että tutkimuksessa olisi pitänyt olla suurempi kuntoutuja otos, jotta laitteiden välisiä eroja olisi ollut nähtävissä. (Newbold, Tullis, Corey, Ross & Brooks 2005, 199-207.)

### 3.1.5 Hengityspalje

Hengityspaljetta (kuva 5) voidaan käyttää hengitysfysioterapian työvälineenä. Käsiventilaation tavoitteena hengityspalkeen avulla on keuhkotilavuuden lisääminen ja keuhkotuuletuksen parantaminen. Ventiloidessa hengitysilhakset pääsevät lepäämään ja kuntoutuja rentoutuu. Tavoitteena on myös yskimisen avustaminen. Kuntoutuja hyötyy hengityspalkeen käytöstä, kun keuhkotilavuus on laskenut ( $VC / FVC = \text{hidas} / \text{nopea}$  vitaalikapasiteetti alle 2 l), yskäsynhuippuvirtaus, peak cough flow on alentunut (PCF alle 200 l), hengityksen apulihakset ovat voimakkaasti käytössä tai hengitystiheys on yli 20 kertaa minuutissa. Hengityspalkeella on mahdollisuus avata keuhkoja, jos sitkeä lima estää ilman kulun keuhkoihin ja keuhko tai keuhkonosa jää ilmattomaksi. Keuhkojen hiljaisiin osiin saa paremmin ilmaa kun käsiventiloinnin suorittaa kaksi henkilöä: toinen avustaa vartalolta ja toinen ventiloii hengityspalkeella. Käsiventilaation avulla voidaan avustaa ja tehostaa yskimistä, alentaa hengitystiheyttä, rentouttaa ja tehostaa keuhkotuuletusta. (Jokinen, Pirttimaa & Rosqvist 2009, 7; Jokinen 2009, 3-4, 6.)

Kontraindikaatioita hengityspalkeen käytölle on ehdottomasti pneumothorax eli ilmarinta. Suhteellisia kontraindikaatioita ovat paha emfyseema eli keuhkolaajentuma, hypovolemia eli rintakehän sisäinen paine estää veren paluuta sydämeen ja sitä kautta verenkierto heikkenee, bullat eli keuhkorakkuloiden isot pullistumat sekä kuntoutujan osaamattomuus eli kuntoutuja ei osaa ajoittaa oikein hengityspalkeen käyttöä sisäänhengityksen tueksi. Hengityspalkeella tulisi ventiloida aina imun jälkeen. (Jokinen 2009, 7, 15.)



KUVA 5. Hengityspalje. (Jokinen 2009, 2.)

Hengityspalje sisältää paineentasausventtiilin. Hengityspalkeen maskia ei saa sitoa kasvoihin kiinni ja sen läpi ei voi hengittää ilman ventiloitua. Happivaratilaa ei tule käyttää jos ei ole lisähapetta käytössä. Hengityspaljetta käytettäessä on tärkeää huomioida hygienia sekä kuntoutujan kunto. Jos kuntoutujalla on muita sairauksia, hengityspalkeen käytöstä on hyvä neuvotella ensin lääkärin kanssa. Hengityspaljetta kuntoutuja voi käyttää itsenäisesti, jos yläraajoissa on riittävästi voimaa ja liikkuvuutta, tai sitä voidaan käyttää avustettuna. Yläraajojen asennolla saadaan ilma kohdistettua keuhkojen eri osiin: kädet kyljissä kiinni estetään ilman meneminen kylkikaarien alle, kädet kohoasennossa ohjataan ilma keuhkojen yläosiin. Hengityspalkeella voidaan toteuttaa harjoituksia eri menetelmin, esimerkiksi air stacking eli vaihteittainen keuhkojen täyttö, hengityksen pidätystä joka painalluksen jälkeen tai kylkimakuulla hengityksen kohdentamista tiettyyn keuhkon osaan. (Jokinen 2009, 8-10, 14, 17.) Hengityspalkeita voi hankkia ainakin Laerdal tai Mediq Suomi -firmoista. Usein hengityspalkeiden hankinta tapahtuu keskussairaaloitten kautta.

### 3.1.6 Acapella

Acapella -hengitysharjoituslaitetta (kuva 6) käytetään keuhkojen tyhjennyshoidossa ja hengityksen tehostamisessa. Yleisimmät käyttöindikaatiot ovat muun muassa keuhkohtaumatauti, astma tai kystinen fibroosi. Patentoidun keinumekanismen ansiosta laite toimii missä asennossa tahansa: seisten, istuen tai makuuasennossa. Acapellaa voidaan käyttää myös maskin kanssa. Laitteen rakenne mahdollistaa myös hengityksen laitteen läpi, jolloin sisään- ja uloshengitys onnistuu irrottamatta laitetta suusta.

Hengitysvastus on säädettävissä tarkasti laitteen pohjassa olevalla säätöpyörällä. (Pryor & Prasad 2008, 151; Steripolar Oy 2012.)



KUVA 6. Acapella -hengitysharjoituslaitteita. (Steripolar Oy 2012)

Useat tutkimukset osoittavat Acapella-harjoittelulla olevan tehokas apu liman irrottamisessa hengitysteistä, sen värinäominaisuus tehostaa vaikutusta. Acapella -laitteen käyttö sopii kaikille, sitä voidaan käyttää missä asennossa vaan ja se on helppo puhdistaa. Acapella- hengitysharjoituslaite sopii käytettäväksi sekä kotona että laitoksissa. Laitoskäyttöön se soveltuu erinomaisen puhdistettavuutensa ansiosta. Laite voidaan avata ja sen irrotettavat osat voidaan puhdistaa kiehuvässä vedessä tai autoklaavissa. Lapsille, aikuisille sekä heikompi keuhkoisille on omat laitteensa. (Pryor & Prasad 2008, 151; Steripolar Oy 2012.) Acapella -laitteita voi hankkia Spira Oy Hengityshoitokeskuksesta tai Steripolar Oy:sta.

### 3.1.7 Muita hengityksen harjoittamisen välineitä

*BaTube* on hengitysharjoitteluun sopiva apuväline (kuva 7), jota voidaan käyttää sekä sisään- että uloshengityksen harjoitukseen. *BaTube* -laitetta on helppo käyttää, laitteen pituus on noin 10 cm ja suurimmillaan putken halkaisija on noin 2,5cm. *BaTube* -harjoittelulaitteessa on portaaton säätöasteikko 0-7. Harjoittelu voi tapahtua missä asennossa tahansa. Laite on helppo puhdistaa kuumalla vedellä, sen voi myös steriloida. (Pedihealth Oy 2012.) *BaTube* -laitetta voi hankkia ainakin Pedihealth Oy:sta.



KUVA 7. Ba-Tube. (Pedihealth Oy 2012)

*Coach2*. *Coach2* –hengitysharjoituslaite (kuva 8) vastustaa sisäänhengitystä ja sen tarkoituksena on vahvistaa hengityslihaksia, erityisesti pallealihasta. Laitteen käyttö auttaa täyttämään keuhkorakkuloita ja elvyttämään lamaanuneet keuhkorakkulat. Laite on eräänlainen mittari, johon on merkitty asteikko ja sisäänhengitystä voidaan tarkkailla harjoittelun aikana. (Kinnula ym. 2008, 409-410.)



KUVA 8. *Coach2* –hengitysharjoituslaite. (Steripolar Oy 2012).

Laitteita on saatavilla kahdentyyppisiä: virtaukseen perustuvia ja volyyymiin perustuvia. Yksisuuntainen venttiili mahdollistaa vain sisäänhengityksen laitteen kautta. Tavoitetaso on säädettävissä, jolloin tavoitteiden seuranta helpottuu. Happiportti mahdollistaa hapenannon hoidon aikana. Harjoittelu sopii lähes kaikille, myös heikompi keuhkoisille. Saatavana kahta kokoa, lapsille 2000ml ja aikuisille 4000ml. (Steripolar Oy 2012). *Coach2* –laitteita voi hankkia ainakin Steripolar Oy:sta.

*TheraPEP*. *TheraPEP* -hengitysharjoituslaite (kuva 9) helpottaa positiivista uloshengityspainetta. Laite sisältää paineen ilmaisimen, paineportin, vastuksen, 22mm suorayhdistäjän, letkut ja suukappaleen. *TheraPEP* on helppokäyttöinen kuntoutujilla, jotka kärsivät muun muassa kystisestä fibroosista, astmasta tai muista keuhkosairauksista sekä leikkauksista toipuvilla kuntoutujilla. Sitä voidaan käyttää myös atelektaasin torjuntaan. *TheraPEP* –laitetta voi käyttää itsenäisesti tai avustajan

kanssa. Kuntoutuja voi hengittää vastuksen läpi, jolloin ilmäteihin syntyy positiivista painetta. Suukappaletta ei tarvitse poistaa suusta ulos- tai sisään hengitettäessä. Laite on monipuolinen, sitä voidaan käyttää myös nebulisaattorin / aerosolilääkityksen kanssa ja tarvittaessa myös maskin kanssa. (Steripolar Oy 2012.) TheraPEP –laitetta voi hankkia ainakin Steripolar Oy:sta.



KUVA 9. TheraPEP -hengitysharjoituslaite. (Steripolar Oy 2012)

### 3.2 Muita fysioterapeuttisia keinoja hengityksen harjoittamiseen

*Palleahengitys* on luonnollinen ja energiankulutuksen kannalta taloudellisin tapa hengittää. Pallealihaksen osuus sisäänhengityksessä on noin 70%. Uloshengityksessä pallealihas rentoutuu. Palleahengityksen avulla keuhkotuuletus paranee, hengitysrytmi tasoittuu, hengenahdistus vähenee ja koko keho rentoutuu. Pallea osallistuu myös moniin ponnistusta vaativiin toimintoihin, kuten yskimiseen ja nauramiseen. Palleahengityksestä käytetään myös nimitystä kontrolloitu hengitys, Breathin Control = BC –tekniikka. (Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 2009, 7; Laitinen & Laitinen 2005, 27; Pryor 2009, 5.)

*Huffaaminen* on tehostettu uloshengitystekniikka, Forced Expiration Technique = FET – hengitystekniikka, joka koostuu yhdestä tai kahdesta tehostetusta uloshengityksestä eli huffauksesta, jotka tehdään BC-hengitystekniikan jälkeen. Tällöin vältetään ilmäteiden tukkeutuminen. Huffaaminen on tehostettua uloshengitystä nielun ollessa auki, jolloin saadaan dynaamista painetta hengitysteihin ja pyörrettä ilmavirtaan. Nopean uloshengitysvirtauksen myötä lima siirtyy hengitysteissä ylemmäs. Huffaus voidaan tehdä erilaisilla voimakkuuksilla. Huffaus matalalta keskitasolle yltävällä uloshengitysvoimakkuudella irrottaa limaa keuhkojen ääriosien ilmäteistä ja

keskitasolta korkealle yltävällä voimakkuudella suoritettu uloshengitys irrottaa limaa ylemmistä ilmasteistä. Huffaaminen on yskimistä helpompaa kuntoutujille, joilla on heikentynyt lihasvoima. Pieni putki suussa helpottaa suun pitämistä auki ja saa tämän limanirrotusmuodon onnistumaan jo leikki-ikäisilläkin. (Kinnula ym. 2008, 409; Pryor 2009, 6.)

*Autogenic Drainage* = AD eli aktiivinen uloshengitystekniikka, tyhjennysmenetelmä, joka irrottaa limaa hengitysteistä uloshengityksen virtausvoiman avulla. AD-menetelmässä hengitetään hitaasti sisään käyttäen palleaa ja/tai rintakehän alaosaa ja ylähengitystiet pidetään auki. Hengitystä pidätetään kolmesta neljään sekuntia ja ylähengitystiet pidetään edelleen auki. Tämä auttaa täyttämään tasaisesti kaikki keuhkojen osat, mikä johtaa ilman pääsemiseen limatukosten taakse. Uloshengitysvirtauksen tulisi saavuttaa mahdollisimman suuri nopeus, uloshengitys suoritetaan eri voimakkuustasoilla. Matala uloshengitysvoimakkuus irrottaa limaa keuhkojen ääriosista, keskitason uloshengitysvoimakkuus kuljettaa limaa keuhkojen keskiosan hengitysteistä kohti ylempiä hengitysteitä ja korkea uloshengitysvoimakkuus poistaa limaa hengitysteiden yläosista. Hengityssykliä toistetaan aloittamalla hitaalla sisäänhengityksellä, jolloin vältetään liman siirtyminen alemmas hengitysteissä. Ylähengitysteihin siirtynyt lima voidaan poistaa voimakkaalla uloshengityksellä tai huffaamalla. Mahdollisuuksien mukaan yskimistä tulisi välttää. AD-menetelmän kesto ja hoitokertojen määrä riippuu liman määrästä sekä sitkeydestä ja tyhjennys tulisi aina tehdä perusteellisesti. AD-menetelmä liitetään usein inhalaatiohoitoihin ja sitä voidaan käyttää myös yhdistettynä Flutter- tai PEP-hoitoihin. (Seppi & Kaistila 2010, 17; Pryor & Prasad 2008, 141; Chevaillier 2009, 8-9.)

*Active Cycle of Breathing Technique* = ACBT eli aktiivinen sykliittäinen hengitystekniikka. ACBT-menetelmä koostuu TEE-harjoitteista (thoracic expansion exercises, rintarangan liikkuvuutta lisäävät harjoitteet) sekä BC- ja FET-hengitystekniikasta. Hengitysharjoitussarjan osia toistetaan peräkkäin syklinä ja ne voidaan muokata jokaiselle kuntoutujalle yksilöllisesti. BC-hengitystekniikka on olennainen osa ACBT-menetelmää, sillä se antaa mahdollisuuden pitää lepotaukoa harjoitteita tehdessä. TEE-menetelmä sisältää kolme-neljä syvää hengitystä, jolloin sisäänhengitystä korostetaan, hengitystä pidätetään ja hengitetään ulos rauhallisesti. Yleensä TEE-harjoitteilla rohkaistaan rintakehän alaosan laajentamiseen. Joillain



potilailla kolmen sekunnin sisäänhengityksen pidättämisen aikana hengitysilma pääsee kulkemaan myös pienemmissä keuhkoputkissa, jolloin ilma pääsee tukosten taakse ja ilmavirta edesauttaa liman irtoamista. TEE-harjoitteisiin voidaan yhdistää rintakehän täristelyä tai taputtelua. Harjoitteita voidaan tehdä missä asennossa tahansa, niitä voidaan tehdä itsenäisesti tai avustajan kanssa ja niitä toistetaan niin kauan kunnes huffaus kuulostaa kuivalta eikä limaa enää irtoa tai kun on aika levätä. Harjoitteet eivät saa tuntua kuntoutujasta epämiellyttäviltä tai uuvuttavilta. Yhden hoitokerran kesto on yleensä 10-30 minuuttia ja on suositeltavaa, että kuntoutuja on vähintään kymmenen minuuttia samassa limaa irrottavassa asennossa. ACBT-menetelmä irrottaa tehokkaasti limaa ja sen harjoitteet parantavat myös keuhkojen toimintaa. (Seppi & Kaistila 2010, 15-16; Pryor & Prasad 2008, 137, 141; Pryor 2009: 5-6.)

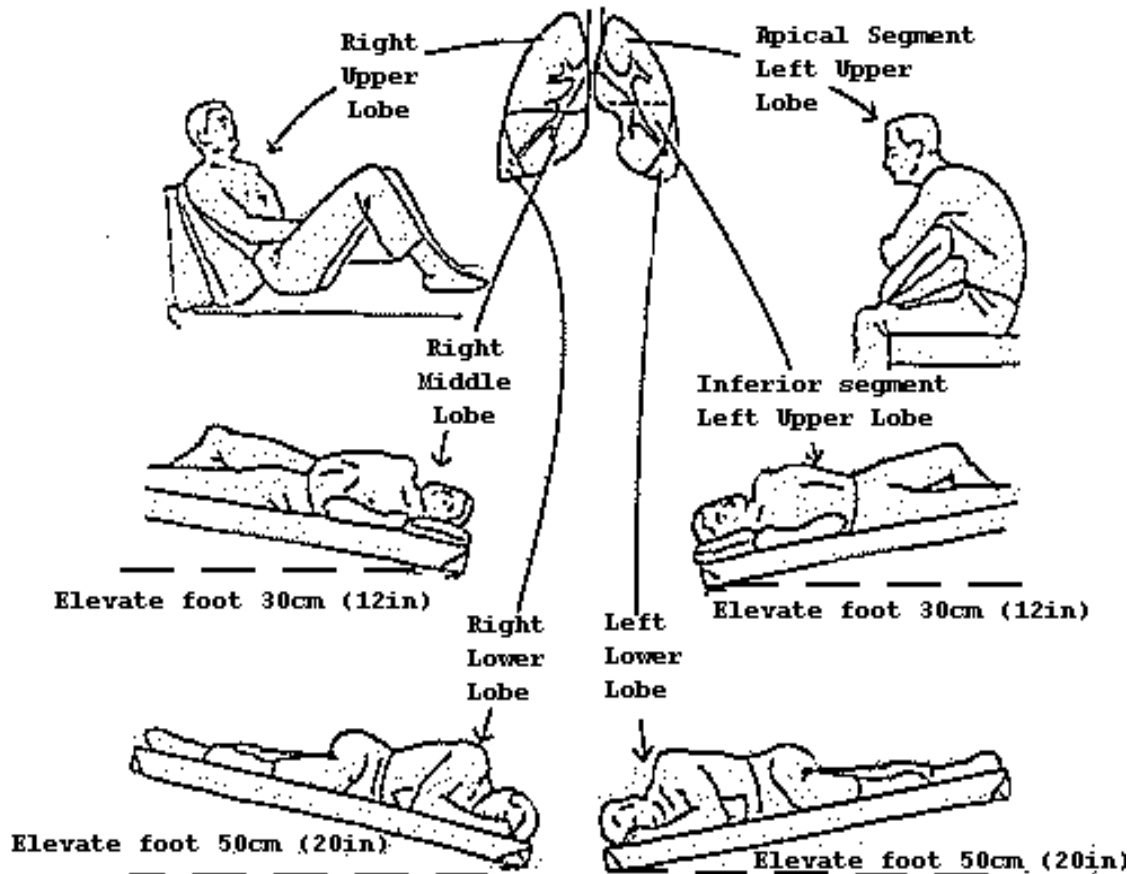
*Huulirakohengitys* helpottaa hengitystä rasituksessa sekä hengenahdistuksen aikana. Huulirakohengityksessä hengitetään rauhallisesti nenän kautta sisään ja hengitetään ulos huulien muodostamasta kapeasta raosta, jolloin uloshengitykseen tulee pientä vastusta. Vastapaine estää hengitysteitä painumasta kasaan liian aikaisin uloshengityksen aikana. Huulirakohengityksen avulla uloshengittäminen helpottuu, veren happipitoisuus paranee, hengenahdistus vähenee, sisäänhengitys muuttuu syvemmäksi, hengitystiheys harvenee sekä hengityslihasten yhteistyö paranee. (Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 2009, 13; Seppi & Kaistila 2010, 6.)

*Rintakehän liikkuvuus, ryhti ja lihaskunto.* Yskimisen ja hengittämisen vaatima lisätyö voi aiheuttaa rintakehän jäykkyyttä ja rintakehän etuosan lihasten kireyttä ja takaosien heikkoutta. Tehokas limanpoisto vaatii riittävän rintakehän, selän ja hartioiden liikkuvuuden ja hengitysterapialla pyritäänkin ylläpitämään hyvää liikkuvuutta ja ryhtiä. Hyvän fyysisen kunnon ylläpitäminen on tärkeää, infektiosta toipuminen on tällöin helpompaa, hengityslihakset voimistuvat ja sitä kautta myös elämänlaatu paranee. (Kinnula ym. 2008, 410.) Ryhtimuutos vaikuttaa hengitykseen, koska pallealihaksen hermotus tulee C3-C5 väliltä (nervus phrenicus) ja näin ollen niskan virheasennot voivat vaikuttaa pallean toimintaan, nielemiseen sekä nukkumiseen (Jokinen 2011, 9).

*Taputtelu / täristys.* Rintakehän painallukset ja täristykset auttavat liman siirtymistä suurempiin hengitysteihin, josta se voidaan yskimällä poistaa. Hyppimisleikit ja

juokseminen irrottavat myös hyvin limaa hengitysteistä ja muun muassa trampoliini on hyvä keino limanirrotukseen. (Kinnula ym. 2008, 409.)

*Valutusasennot* (kuva 10) tai toisin sanoen painovoiman hyväksi käyttämistä osana liman poistumista keuhkoputkista. Kuvassa 10 on kuvattu asennot keuhkojen eri lohkojen tyhjennyshoitoon. Oikean ylälohkon valutusasento on puoli-istuva asento, oikean keskilohkon valutusasento on osittain vasemmalla kyljellä, hoitopöytää kallistettuna siten, että jalat nousevat noin 30cm ylöspäin, oikean alalohkon valutusasento on vasemmalla kyljellä siten, että oikea yläraaja ja alaraaja tukeutuvat hoitopöytään ja hoitopöytää on kallistettu niin, että jalat nousevat noin 50cm ylöspäin. Vasemman ylälohkon valutusasento on etukumara istuma-asento, vasemman keskilohkon valutusasento on osittain oikealla kyljellä, hoitopöytää kallistettuna siten, että jalat nousevat noin 30cm ylöspäin, vasemman alalohkon valutusasento on oikealla kyljellä siten, että vasen yläraaja ja alaraaja tukeutuvat hoitopöytään ja hoitopöytää on kallistettu niin, että jalat nousevat noin 50cm ylöspäin. Asennoissa käytetään apuna esimerkiksi tyynyjä, palloa, hoitopöytää. Valutusasennossa ollaan mahdollisimman rentona noin 10-20 minuuttia voinnin mukaan. (Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 2009, 10; Seppi & Kaistila 2010, 19.) Valutusasentoja on mahdollista yhdistää hengityksen kohdentamisharjoituksiin, taputuksiin ja täristelyihin. Asennot eivät voi olla kovin jyrkkä kulmaisia ja huomioitavaa on, että ruokailun jälkeen valutusasentoa ei voida toteuttaa pariin tuntiin. (Seppi & Kaistila 2010, 18-19.) Asentohoidosta liman poistamisen ainoana hoitomuotona saadaan vähäinen tai olematon vaste. Kuntoutujat, jotka hyötyvät tästä hoitomuodosta tarvitsevat useita tyhjennyshoitoja päivittäin. Pitkäaikaishoitona tehtävää tyhjennystä suositellaan akuutissa infektiövaiheessa kystisen fibroosin tai bronkiektasiataudin hoidoksi tai pitkittyneissä limaisissa infektioissa. (Kinnula ym. 2008, 396.)



KUVA 10. Valutusasennot. (Seppi & Kaistila 2010, 19)

*Liikunta* on tärkeää toiminta- ja liikkumiskyvyn ylläpysymiseksi. Liikunnalla on vaikutusta myös hengitykseen. Liikunnan avulla muun muassa keuhkojen toiminta paranee, keuhkotuuletus paranee, hengitysilhakset vahvistuvat, rintakehän liikkuvuus ja ryhti paranevat, liman irtoaminen tehostuu, vastustuskyky infektiosairauksiin paranee sekä hyvinolon tunne vahvistuu ja keho rentoutuu. Suositeltavaa on intervallityyppinen harjoittelu, jossa rasittava ja kevyt harjoittelu vuorottelevat. Hyviä liikuntamuotoja hengityskuntoutujille ovat muun muassa kävely, pyöräily, uinti, allasterapia sekä hyötyliikunta kotitöineen, marjastuksineen sekä porraskävelyineen. (Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 2009, 18-20, 22.)

*Rentoutuminen* on hellittämistä, kontrollista vapautumista. On tärkeää oppia kuuntelemaan ja aistimaan omia lihaksiaan ja lihasten ylimääräistä jännitystä. Rentoutumisella on suora vaikutus ihmisen rauhoittumiseen ja hyvän olon tunteeseen. Rentoutuminen saa aikaan muun muassa hengitystiheyden ja sydämen lyöntitiheyden pienenemisen, aineenvaihdunnan alenemisen, syvän levon tunteen lisääntymisen, keskittymiskyvyn paranemisen, häiritsevien jännitystilojen poistumisen,

itsetuntemuksen lisääntymisen sekä voimavarojen ja luovuuden lisääntymisen. (Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri 2009, 16.)

### **3.3 Tutkittua tietoa hengityksen harjoittamisen laitteista ja menetelmistä**

Hengityselinsairauksien kuntoutuksessa on paljon perinteitä, mutta edelleen melko vähän tutkittua tietoa. Pääosa kuntoutukseen liittyvistä tutkimuksista on tehty keuhkohtaumataudista. Useissa maissa, kuten myös Suomessa on vakiintuneita käytäntöjä ja myös tietoa siitä kuinka hengityselinsairaahan kuntoutus voidaan toteuttaa siten, että se parhaiten hyödyttää kuntoutujaa. Suomessa on astman, keuhkohtaumataudin sekä uniapnean hoitoa varten valtakunnallinen, Duodecimin tuottama, tieteelliseen näyttöön perustuva Käypä hoito –ohjeisto. Lisäksi sairaanhoitopiireillä on hoitoketjuja, joissa on sovittu alueellisesta työnjaosta tärkeimpien hengityselinsairauksien osalta. (Kinnula ym. 2008, 384.)

Hengityssairaiden kuntoutus on vaikuttavaa kaikissa toteutusmuodoissaan: laituskuntoutus, avokuntoutus ja kotikuntoutus. Hengityssairaiden kuntoutuksen yksityiskohtaisempaa tuloksellisuutta ja näytön tasoa on tutkittu. Tieteellinen näyttö ei tue hengityselinlihasharjoittamista hengityselinsairaiden kuntoutuksessa (näytön aste B). Hengityselinlihasharjoittamista voidaan harkita valikoiduilla kuntoutujilla, joiden hengityselinlihakset ovat hyvin heikot ja joilla on voimakasta hengitysvajaausta. Alaraajojen harjoittaminen lisää rasituksen sietoa ja sen tulisi sisältyä hengityselinsairaahan kuntoutukseen (näytön taso A). Voima- ja kestävyysharjoittelu parantaa käsien toimintakykyä, joten käsien fyysisen harjoittelun tulisi sisältyä hengityselinsairaahan kuntoutukseen (näytön aste B). (Kinnula ym. 2008, 392.)

Hengityselinlihasharjoittelun merkitys ennusteelle on siis tasoa B. Vaikka tietoa on vähän, useissa ohjeistoissa ehdotetaan esimerkiksi päivittäisiä 15-30 minuutin hengityselinlihasharjoituksia laitteilla, joissa on tietty sisäänhengitysvastus. Myös oikean hengitystavan käyttöä on korostettu, muun muassa hidastajajaksosen hengitystavan eli huulirakohengityksen (sisäänhengitys rauhallisesti nenän kautta ja uloshengitys huulien muodostamasta kapeasta raosta) ja palleahengityksen (hengitystapa, jossa käytetään hyväksi palleaa ja vatsalihaksia) käyttöä. Näillä menetelmillä tähdätään

kertahengitystilavuuden kasvuun ja pienten hengitysteiden kollapsin vähentämiseen. Kontrolloituja tutkimuksia näiden hengitystekniikoiden pitkäaikaisvaikutuksista ei ole olemassa. Päinvastoin kuin luullaan, palleahengitys lisää hengenahdistuksen tunnetta, rintakehän asynkroniaa ja hengitystyötä parantamatta ventilaation tehokkuutta. Meta-analyysin mukaan hengityselimien harjoittelulla on itsenäinen positiivinen vaikutus hengenahdistuksen tunteeseen, hengityselimien voimaan ja kestävyYTEEN. Muutos tulee erityisen merkittäväksi niillä, joiden hengityselimien kunto on huono ennen harjoitusvaiheen alkamista. (Kinnula ym. 2008, 394-395.)

Amerikan sydänliiton, AHA:n (American Heart Association) suosituksen mukaan hengityselimien harjoittelu voidaan toteuttaa aerobisena kestävyys harjoitteluna esimerkiksi kävellen, polkupyöräergometrillä tai juoksumatolla. On kuitenkin hyvin todennäköistä, että henkilö, jolla on haittaavia hengitysvaikeuksia, ei pysty ylläpitämään tarpeeksi korkeaa intensiteettiä harjoittelussa. Esimerkiksi sydämen vajaatoimintapotilailla harjoittelun tukena käytetty spesifisti hengityselimien harjoitukseen tarkoitettu harjoituslaite tehostaa tai peräti mahdollistaa hengityselimien harjoittelun varsinkin toipumisen alkuvaiheessa. (Mutikainen, Häkkinen, Kautiainen, Korhonen, Heikkilä & Miettinen 2010, 5-8.)

Keuhkohtaumatauti eli COPD on alidiagnosoitu kansantauti. Tupakoinnin vähenemisestä huolimatta keuhkohtaumataudin esiintyvyys ei ole vielä laskussa, vaan arvion mukaan se on kolmanneksi yleisin kuolinsyy länsimaissa vuonna 2030. Keuhkohtaumataudin tyypillinen ensioire on hengenahdistus raskuudessa. Tiedostamattaan tai tarkoituksella potilaat alkavat vältellä raskuudesta ja hengästyminen. Objektiiivisesti suoritettujen mittausten perusteella COPD-potilaiden fyysisen aktiivisuuden määrä vuorokaudessa on 35–83 % terveiden liikkumiseen verrattuna. Aiempien tutkimusten perusteella tiedetään, että fyysinen inaktiivisuus lisää pahenemisvaiheiden, sairaalahoitoon joutumisen ja kuoleman riskiä. On myös pystytty osoittamaan, että lisääntynyt fyysinen aktiivisuus vähentää uuden pahenemisvaiheen riskiä. Fyysisen inaktiivisuuden ja kuolleisuuden yhteydestä on nyt saatu lisää näyttöä. Fyysisen suorituskyvyn aleneminen ennustaa kuolemaa. Mitä huonompi suorituskyky, sitä huonompi ennuste. Kuuden minuutin kävelytestissä alle 360 metriä on tutkitusti tulos, jossa kuoleman vaara alkaa kasvaa. Jokainen 50 metrin väheneminen 6 minuutin kävelytestissä lisäsi kuoleman vaaraa 1,5-kertaiseksi. Vertailun vuoksi normaali tulos

50–85-vuotiailla on 631 metriä. Nykyiset ohjeistukset (esimerkiksi Käypä hoito -suositus) sisältävät yhä enemmän suosituksia liikunnan ja liikunnallisen kuntoutuksen merkityksestä keuhkohtaumataudin hoidossa. Tehokkaalla liikkumisella saadaan suurempi terveyshyöty, mutta jo kohtalainen liikunta parantaa vointia ja ennustetta. (Ekroos & Katajisto 2011, 3819.)

Liikunnan merkitys on keuhkohtaumataudin hoidossa suuri. Aktiivisesti liikkuvat potilaat voivat paremmin, säästyvät pahenemisvaiheilta, sairaalahoidolta ja todennäköisesti myös enneaikaiselta kuolemalta. Saksalaiset tutkivat huolellisesti 170 potilasta, jossa tutkittavilla oli keskivaikea tai vaikea keuhkohtaumatauti (FEV1 keskimäärin 56 % ja tupakointia 40 askivuotta). Tutkimuksessa liikunnallinen aktiivisuus mitattiin askelmittarilla, tehtiin spirometria- ja kehopleysmografiatutkimukset ja sydämen kaikututkimus. Lisäksi määritettiin nilkan ja olkavarren paine-erot ja verestä mitattiin erilaisia markkereita. Seuranta-aika oli keskimäärin 4 vuotta. Liikunnallisen aktiivisuuden puuttuminen oli tärkein kuolemaa ennustava tekijä. Seuranta-aikana kuolleet potilaat olivat edeltävästi liikkuneet merkittävästi vähemmän, ottaen vain 3 006 askelta päivässä ja vastaavasti eloon jääneet potilaat 6 424 askelta päivässä. Lisäksi kuolemaa ennustivat pieni adiponektiinipitoisuus, suuri leptiinipitoisuus, oikean kammion funktio sekä nilkan ja olkavarren vähäinen paine-ero. Tämä tutkimustulos tukee keuhkohtaumataudin liikunnallisen kuntoutuksen merkitystä. Keuhkohtaumatautipotilaita tulee myös kannustaa omatoimiseen liikuntaan entistä enemmän. (Ekroos 2011: 817.)

Bott, Blumenthal & Buxton (2009, 1-52) ovat julkaisseet hengitysfysioterapian menetelmiä koskevan suosituksen hengitystoimintoja vaikeuttavaa sairautta sairastaville aikuisille perustuen British Thoracic Societyn (BTS) ja Association of Chartered Physiotherapist in Respiratory Cren (ACPRC) yhteistyöhön. Artikkelissa suositellaan fysioterapiaa potilaille, joilla on erilaisia hengitystoimintoihin liittyviä ongelmia. Suositeltuja menetelmiä ovat liikehoito, fyysisen toimintakyvyn testaukset, harjoitusohjelmat, keuhkojen tyhjennyshoidot, asentohoidot sekä hengitysharjoitukset. (Pirttimaa & Bärlund 2010, 36.)

Bott ym. (2009) katsauksen perusteella eniten suosituksia annettiin hermolihasautien hengitysharjoituksista. Niistä suurin osa pohjautui kuitenkin näytön tasoille 2+, 3 ja 4.

Korkeimpaan näytön asteeseen (1++) perustuvia suosituksia oli eniten kystisen fibroosin fysioterapiasta. Keuhkohtaumatautiin liittyviä suosituksia annettiin muun muassa hengitystekniikoista, hengenahdistuksen lievittämisestä, hengitysharjoituksista ja hengitystukihoidosta. Astmaa koskevat fysioterapiasuositukset sisälsivät muun muassa hengitysharjoituksia, joihin liittyi rentouttaminen ja hengitystiheyden vähentäminen. Hermolihastautien fysioterapiaksi suositeltiin hengitystoimintojen säännöllistä mittaamista ja arvioimista sekä optimaalisia hengitysasentoja ja tuettua yskimistä. Selkäydinvammaisille suositeltiin sisäänhengityslihasten harjoittamista lisäämään lihasvoimaa ja parantamaan vitalikapasiteettia. Air-stacking –menetelmää (= vaiheittainen keuhkojen täyttö, hengityksen pidätys joka painalluksen jälkeen tai kylkimakuulla hengityksen kohdentaminen) ja sammakkohengittämisen (glossopharyngeal breathing, GPB = kolme vaiheinen hengitystekniikka, ilma painetaan keuhkoihin annos kerrallaan ja hengitystä pidätetään kunnes tunnetaan venytyksen tunne rintakehässä) opettamista pidettiin suositeltavana. Lihastautia sairastavien hengityslihasten voima- ja kestävyysharjoittelusta ei ollut merkittävää näyttöä. (Pirttimaa & Bärlund 2010, 36-38.)

Jatkotutkimuksia lähes kaikkien sairausryhmien muun muassa hengityslihasten voiman harjoittamisesta tarvitaan. Edellä mainittu Bott ym. (2009) katsaus oli ensimmäinen laajamittainen englanninkielinen kirjallisuuskatsaus, jossa selvitettiin hengitysfysioterapiaa koskevaa näyttöön perustuvaa tutkimustietoa. Katsauksen perusteella vahvempaa näyttöä hengitysfysioterapian tarpeesta tarvitaan edelleen. Nyt tehty katsaus osoitti kuitenkin sen, että hengitysfysioterapia on muutakin kuin taputtelua ja läpsyttelyä. Hengitysfysioterapia pitää sisällään monenlaisia tekniikoita ja menetelmiä kuten esimerkiksi hengitystoimintojen uudelleen ohjauksen, hengenahdistuksen lieventämisen, keuhkojen tyhjennyshoidon, fyysisen toimintakyvyn edistämisen sekä hengityskuntoutuksen. (Pirttimaa & Bärlund 2010, 38.)

#### **4 HENGITYKSEN HARJOITTAMISEN LAITTEIDEN JA APUVÄLINEIDEN KÄYTTÖ NEUROLOGISILLA KUNTOUTUJILLA**

Hengitysfysioterapian tavoitteena on hengityssairaam keuhkojen toiminnan normalisointi tai säilyminen mahdollisimman hyvänä. Tutkimusten mukaan parhaan hyödyn hengityssairas saa lihaskestävyyttä ja lihasvoimaa lisäävästä harjoittelusta. Harjoitteluun opastaminen on fysioterapian päätavoitteita. (Kämäräinen & Kontula 2010, 23.) Hengitysfysioterapia koostuukin hengitystekniikan harjoituksista, liman irrottamisesta ja poistamisesta, voima- ja liikkuvuusharjoittelusta sekä yleiskunnon ylläpitämisestä (Kinnula ym. 2008, 409). Myös Mattila (2000, 117) korostaa fyysisen aktiivisuuden merkitystä osana hengitysfysioterapiaa. Hengitysharjoitteita tehtäessä kehontuntemus lisääntyy. Taloudellisen hengitystavan oppiminen auttaa myös hengityksen kontrolloimisessa ja pallean liikkeen tunnistamisessa. Hengitysharjoitukset yhdistettynä yskimiseen vaikuttavat bronkushygieniaan eli liman poistamiseen parantavasti.

Hengityskuntoutuksella on vaikuttavaa käyttöä kaikissa niissä tautitiloissa ja vammoissa, joissa hengitystoiminnat vaikeutuvat pitkäaikaisesti. Hengityskuntoutus ei rajoitu vain hengityssairauksien pääluokan sairauksiin. Keuhkosityöpään liittyvässä kuntoutuksessa on paljon yhtymäkohtia hengityssairauksien eri kuntoutusmuotoihin; eräät neurologiset sairaudet ulottavat vaikutuksensa ja oirehtivat merkittävästi hengityksen alueella. (Lehtinen ym. 2004, 62.)

Itse olen kokenut työskennellessäni neurologisten kuntoutujien parissa, että monella kuntoutujalla on hengitystoiminnassa tapahtunut muutoksia ja hengityskapasiteetti on alentunut. Tämän vuoksi hengitysfysioterapian merkitys korostuu myös neurologisten kuntoutujien fysioterapiassa.

Oma kokemukseni on, että suurin osa hengityksen harjoittamisen apuvälineistä ja laitteista ovat yksinkertaisia käyttää. Laitteiden ja välineiden käyttö omatoimisesti on mahdollista, jos kuntoutujalla on riittävästi liikkuvuutta yläraajoissa, jotta saa vietyä laitteen suuhun. Lisäksi siihen tarvitaan myös lihasvoimaa, jotta saa vietyä laitteen suuhun sekä myös pidettyä sitä suussa harjoituksen ajan. Omatoiminen käyttö vaatii myös kognitiivisia taitoja, jotta kuntoutuja ymmärtää harjoittelun merkityksen,



harjoitustavan sekä pystyy myös arvioimaan sen, miltä harjoittelu tuntuu ja kokeeko harjoittelusta hyötyä. Kaikkia hengityksen harjoittamisen laitteita ja apuvälineitä pystytään käyttämään myös avustettuna eli avustaja pitää laitetta ja kuntoutuja suorittaa harjoituksen. Jotkut kuntoutujat vaativat myös manuaalista ohjaamista harjoituksen aikana.

Kuntoutujalla voi olla vaikeuksia joskus itse arvioida miltä harjoittelu tuntuu tai onko harjoittelusta hyötyä, tällöin voidaan apuna käyttää erilaisia mittareita. Monet kuntoutujat pystyvät arvioimaan omia tuntemuksiaan, VAS (Visual Analogy Scale) – kipujanahan avulla. Janaa voi käyttää myös muiden kuin kiputuntemusten arviointiin. (Talvitie ym. 2006, 148.) Myös hengityskapasiteettia mittaavia mittareita on hyvä käyttää harjoittelun hyötyä arvioitaessa, esimerkkejä mittareista on Pef-mittari, joka mittaa uloshengityksen huippuvirtausta sekä Spirometri-mittari, joka mittaa keuhkojen kokonaiskapasiteettia (Laitinen 2000: 92-94).

Lihastautiliiton fysioterapeutin Jokisen (2012) mukaan kuntoutujan ei pitäisi itse joutua hankkimaan hengityksen harjoittamiseen tarkoitettuja laitteita tai apuvälineitä. Jos kuntoutujalla on yhteys esimerkiksi keuhkopoliklinikalle, sen kautta hän saa tarvittavat apuvälineet ja laitteet hengityksen harjoittamiseen. Keuhkopoliklinikoilla on asiantuntemusta hengityksen harjoittamiseen ja sen vaikuttavuuteen. Myös neurologisen poliklinikan / -osaston kautta kuntoutujalla on mahdollisuus saada tarvittavat laitteet ja apuvälineet käyttöönsä, mutta niissä ei ole vielä niin paljon tietoa hengityksen harjoittamisesta ja vielä ei ole myöskään riittävästi tutkittua näyttöä hengityksen harjoittamisen laitteiden ja apuvälineiden hyödyllisyydestä ja siitä, miten tärkeää olisi jo ennaltaehkäisevä harjoittelu. Jokisen mukaan tutkimuksia hengityksen harjoittamisesta ja sen hyödyllisyydestä löytyy paljon, mutta niissä ei ole riittävästi näyttöä. Monissa tutkimuksissa otos on ollut pieni tai tutkimusaika ollut lyhyt, joten selkeää näyttöä ei ole riittävästi saatavana.

## 5 POHDINTA

Kehittämistehtävän tarkoituksena oli saada tietoa erilaisista hengityksen harjoittamiseen käytetyistä laitteista ja apuvälineistä, niiden käytöstä sekä hankinnasta. Tarkoituksena oli myös perehtyä hengitykseen ja hengityksen harjoittamiseen laajemmin. Kehittämistehtävän aihe nousi työelämästä neurologisten kuntoutujien parissa, joilla monella on hengityskapasiteetti alentunut ja herkästi muodostuu eritteitä ilmateihin.

### 5.1 Omia kokemuksia hengitysharjoitus laitteiden ja apuvälineiden käytöstä neurologisilla kuntoutujilla

Itselläni on kokemusta vain muutamasta hengityksen harjoittamiseen käytetystä laitteesta ja apuvälineestä ja sen vuoksi halusin tarkemmin tarkastella kehittämistehtävässäni tätä aihealuetta. Itse olen työssäni käyttänyt Threshold IMT / PEP -laitteita, PEP -pullopuhallusta sekä SpiroTiger -harjoituslaitetta. Kaikkia näitä edellä mainittuja välineitä olen käyttänyt omassa työssäni neurologisten kuntoutujien kanssa. Olen kokenut, että Pep -pullopuhallus on helpoin, yksinkertaisin ja edullisin keino harjoituttaa hengityslihakistoa sekä saada eritteitä poistumaan ilmatestistä. PEP -pullopuhallus ei vaadi kuin oikean kokoisen pullon ja letkun sekä pulloon vettä. Hyvin monet kuntoutujat pystyvät suoriutumaan tästä harjoittelusta. Monet pystyvät tekemään puhalluksia myös itsenäisesti ohjauksen jälkeen, vaikka esimerkiksi yläraajoissa ei olisi juurikaan toimintakykyä. Jos puhalluspullo on asetettu oikealle korkeudelle pöydälle, kuntoutuja pääsee esimerkiksi sähköpyörätuolilla ajamaan pöydän äärelle ja tekemään siinä hengitysharjoitukset omatoimisesti. Tämä on monelle kuntoutujalle mieluinen ja tärkeä asia, pystyy tekemään harjoituksia itsenäisesti ja aina ei ole riippuvainen avustajasta.

SpiroTiger harjoittelusta minulla on kokemusta muutaman vuoden ajalta, jolloin työpaikalleni hankittiin SpiroTiger -harjoituslaite. Kuntoutujat ovat tykänneet SpiroTigerilla harjoittelusta, harjoittelu on monesti koettu mielekkääksi ja motivoivaksi. SpiroTigerilla harjoittelu vaatii kykyä seurata laitteessa liikkuvia valoja tai kykyä kuunnella laitteesta tulevaa ääntä, jotta harjoittelussa päästään eteenpäin. Itselläni on

kokemusta SpiroTiger –harjoittelusta muun muassa lihastautia-, tetraplegiaa- ja paraplegiaa sairastavien kuntoutujien kanssa. Mielekkääksi ja motivoivaksi harjoittelun tekee se, että harjoittelun päättyessä laite ilmoittaa lukuina miten kauan harjoittelu kesti, mikä oli minuuttiventilaatio (l/min) ja mikä oli sisäänhengityksen kokonaislitramäärä harjoittelun aikana. Yleensä harjoittelusta ja harjoittelun tuloksista pidetään harjoittelupäiväkirjaa, josta nähdään myös mahdollinen kehittyminen harjoittelun aikana. Monesti laitteella harjoitteluun on yhdistetty sykkeen seuranta sekä kuntoutujan kokemaa kuormittumista on arvioitu Borgin asteikon avulla. Pidemmällä terapiajaksoilla on saatu myös selkeää näyttöä harjoittelusta, hengityskapasiteetin mittaustulokset (Pef- ja Spirometria) ovat parantuneet sekä kuntoutujan oma subjektiivinen kokemus harjoittelun hyödyllisyydestä ja tehokkuudesta on ollut positiivinen. SpiroTigerillä harjoittelu on tehokasta ja harjoittelun aikana saa selkeästi sykettä kohoamaan. Ennen harjoittelua laitteen osat pitää koota, jotta harjoittelu on mahdollista. Lisäksi SpiroTiger –harjoittelu vaatii aina harjoittelun jälkeen laitteen osien puhdistamisen ja desinfioimisen, huomioitavaa on, että puhalluspussi on oltava täysin kuiva ennen seuraavaa harjoittelukertaa. Nämä toimenpiteet vaativat siis ennen ja jälkeen harjoittelun aina hieman aikaa. Omalla työpaikallani harjoittelu tapahtuu aina fysioterapeutin kanssa, mutta SpiroTiger harjoittelulaitteesta on olemassa myös versio, joka on tarkoitettu kotikäyttöön.

Threshold IMT / PEP –laitteista minulla on myös kokemusta. Laitteet ovat osoittautuneet selkeiksi säätää sekä helpoiksi käyttää. Harjoittelua voi suorittaa missä asennossa vaan, mikä on hyvä asia, jos kuntoutuja joutuu olemaan esimerkiksi suurimman osan vuorokaudesta makuuasennossa. Harjoittelu on myös tehokasta ja saa eritteitä ilmatestä liikkeelle. Omalla työpaikallani laitteet ovat osoittautuneet hankalaksi sen suhteen, koska jokaisella kuntoutujalla pitäisi aina olla oma Threshold IMT / PEP laite, jotta sitä voisi kokeilla. Työpaikallani kuntoutujat tulevat laitospöytähoon ja ovat kuntoutuksessa vain yhdestä viikosta neljään viikkoon, tällöin olisi hyvä, jos laitetta pääsisi kokeilemaan ja sen jälkeen sen voisi desinfioida / keittää siten, että samaa laitetta voisi käyttää myös toinen kuntoutuja. Tämä mahdollistaisi myös sen, että laitetta pääsisi kokeilemaan ja toteamaan sopiiko kyseinen laite kuntoutujalle. Laitteita markkinoivat henkilöt ovat todenneet, että nämä laitteet ovat henkilökohtaiset, toinen kuntoutuja ei voi käyttää samaa laitetta. Tämä on näissä laitteissa hankaluutena, koska kuntoutuja ei pääse etukäteen kokeilemaan, onko laite hänelle soveltuva.

## 5.2 Pohdintaa työn tekemiseen liittyen

Kehittämistehtävän tekeminen oli minulle hyvää kertausta ja perehtymistä hengitykseen liittyvissä asioissa. Oli tärkeää kerrata hengityksen anatomiaa sekä hengitystoimintaa kokonaisuudessaan. Tämä oli hyödyllistä, kun lähdin paneutumaan erilaisiin hengityksen harjoittamiseen käytettyihin laitteisiin ja apuvälineisiin sekä niistä tehtyihin tutkimuksiin. Kirjallisuutta ja teoretietoa etsiessäni törmäsin useimmiten tiettyihin ja samoihin laitteisiin ja apuvälineisiin. Sen johdosta päädyin käsittelemään kehittämistehtävässäni tarkemmin vain muutamia näistä. Lisäksi valintaan vaikutti myös se, että mietin omia kuntoutujiani ja sitä millä laitteilla ja apuvälineillä he pystyisivät harjoittelemaan. Erilaisia hengityksen harjoittamiseen tarkoitettuja laitteita ja apuvälineitä on markkinoilla tarjolla paljon. Harjoitteluperiaatteet ovat hyvin pitkälti samanlaiset ja eri laitteilla ja apuvälineillä pyritään samoihin lopputuloksiin. Itse koen, että hyvin monet kuntoutujat vaativat kuitenkin opastusta ja ohjausta eri laitteilla ja apuvälineillä harjoitteluun, jotta harjoittelu tulee suoritetuksi oikein ja jotta siitä olisi hyötyä. Myös itselleni perehtyminen hengityksen harjoittamiseen sai ajatukset vahvistumaan siitä, että harjoitteluperiaatteilla ja harjoitteluohjeilla on merkitystä. Esimerkkinä voisi mainita PEP –puhalluspallon, jolla harjoiteltaessa veden määrällä ja letkun pituudella on väliä, jotta kuntoutuja saa harjoittelusta paremman hyödyn. Havaitsin myös, että erilaisia hengityksen harjoittamisen laitteita ja apuvälineitä saa helposti tilattua ja monet ovat myös hinnaltaan kohtuullisia, mutta niiden mukana tulevat käyttöohjeet sekä harjoittelun periaatteet eivät aina ole kovin selkeästi esitelty. Samoin monien laitteiden käyttöohjeissa on puutteita laitteen puhdistamisesta sekä tarvittavasta huollosta. Itse koen hengityksen harjoittamisen laitteiden ja apuvälineiden puhdistuksen ja desinfioimisen ensiarvoisen tärkeäksi.

Halusin perehtyä kehittämistehtävässäni myös hengityksen harjoittamiseen ilman erilaisia laitteita ja apuvälineitä, fysioterapiassa on kuitenkin paljon myös muita keinoja muun muassa liman / eritteiden poistamiseen ilmasteistä ja hengityskapasiteetin vahvistamiseen. Tämän koin itselleni tärkeäksi kertaukseksi, asiat olivat sanoina tuttuja, mutta esimerkiksi erilaisten hengitystekniikoiden läpikäyminen toi itselleni myös uutta, päivitettyä tietoa asioista. Mielestäni nämä asiat ovat myös tärkeitä omassa työssäni fysioterapeuttina, kaikki kuntoutujat eivät välttämättä pysty harjoittelemaan erilaisten laitteiden ja apuvälineiden avulla ja aina näitä ei ole myös saatavilla. Niin kuin

tutkimuksistakin kävi ilmi, myös ilman laitteita ja apuvälineitä tehtävä harjoittelu on osoittautunut tehokkaaksi.

Kirjallisuuteen perehtyessäni huomasin, että hengityksen harjoittamisesta on tehty tutkimuksia ja artikkeleita, materiaalia oli siis saatavilla riittävästi. Hyvin monet tutkimukset kohdistuivat astmaan, keuhkohtaumatautiin sekä kystiseen fibroosiin. Viimeksi mainittu oli itselleni yllätys, koska erityisesti Suomessa sairaus on hyvin harvinainen, toki ulkomailla sitä esiintyy yleisemmin ja onhan kyseisessä sairaudessa hengityksen harjoittaminen tärkeässä osassa. Olin myös yllätynyt, että materiaalia etsiessäni melko vähän tuli esille tutkimuksia / artikkeleita neurologisiin kuntoutujiin tai esimerkiksi pyörätuolilla liikkuviin kuntoutujiin liittyen. Itse kuitenkin koen, että kyseisistä kuntoutujista monella on heikentynyt hengitystoiminta varmasti jo siitäkin syystä, että fyysinen toimintakyky on alentunut ja liikkuminen sekä fyysinen rasitus sen vuoksi todella vähäistä.

Monessa tutkimuksessa oli pieni otos ja tutkimusaika suhteellisen lyhyt. Hyvin monessa tutkimuksessa olikin suositus jatkotutkimuksiin, joissa tutkimusotos olisi isompi sekä tutkimusaika pidempi, tällöin tutkimuksella olisi enemmän näyttöä vaikuttavuudesta. Asiasta oli keskustelua myös Lihastautiliiton fysioterapeutin Jokisen (2012) kanssa. Hän totesi, että monesti myös lääkärit kaipaivat hengityksen harjoittamisesta ja siihen käytetyistä laitteista ja apuvälineistä enemmän tutkimuksellista näyttöä.

Kehittämistehtävän aiheen koin mielenkiintoiseksi sekä oman työni ja ammattitaitoni kannalta tärkeäksi. Tiedon hakua aiheeseen suoritin E-aineistoportaali Nellin kautta ja sieltä erityisesti tietokannoista Pedro - Physiotherapy Evidence Database ja PubMed. Lisäksi materiaalia hain internetin kautta erityisesti lihastautiliiton ja hengityслиiton sivujen kautta, kirjastoista sekä olemalla yhteydessä lihastautiliiton fysioterapeuttiin. Aluksi ongelmia oli tiedon haun suhteen, millä hakusanoilla ja mistä tietoa kannattasi etsiä. Myös monet tutkimukset, joihin olisin halunnut perehtyä osoittautuivatkin maksullisiksi. Itselleni ongelmallisimmaksi muodostui englanninkielisiin materiaaleihin ja tutkimuksiin perehtyminen, tämä vei aikaa ja oli itselleni todella haasteellista. Tämä vaikutti osaltaan myös siihen, että en pysynyt aivan suunnittelemani aikataulussa. Nyt olen kuitenkin tyytyväinen siihen, että onnistuin löytämään materiaalia ja tutkimustuloksia sekä saamaan vahvistusta omalle ajatukselleni siitä, että on tärkeää jo

ennaltaehkäisevästikin harjoitella hengityslihaksistoa sekä yrittää ehkäistä eritteiden muodostumista ilmäteihin. Koin saavani vastauksen kysymyksiini, jotka kehittämistehtävälleni asetin. Olisin kuitenkin toivonut saavani kehittämistehtävääni vielä enemmän tietoa hengityksen harjoittamisesta neurologisilla kuntoutujilla. Selvennystä kehittämistehtävän viitekehys osioon olisi varmasti tuonut selkeät kuvat, joiden avulla tekstiosuus olisi tullut selkeämmäksi.

Uskon, että työstäni on hyötyä paitsi itselleni niin myös työpaikalleni. Työni avulla pystyy kertaamaan hengityksen anatomiaa ja hengitystoimintaa sekä saamaan perustietoa eri laitteista, apuvälineistä sekä keinoista, joita fysioterapia hengityksen harjoittamiseksi voisi pitää sisällään. Työstä saa myös tiedon, mistä eri hengityksen harjoittamiseen käytettyjä laitteita ja apuvälineitä voi lähteä kyselemään. Kehittämistehtävän tekemisen aikana minulle vahvistui tieto siitä, että hengityслиitosta ja lihastautiliitosta saa aina asiantuntevaa ja ajankohtaista opastusta ja ohjausta hengitykseen liittyvistä asioista.

## LÄHTEET

- Bäckmand, H. (toim.). 2010. Hyvä hengitysterveys. Helsinki: Ylipistopaino.
- Chevaillier, J. 2009. Physiotherapy for people with Cystic Fibrosis: from infant to adult. 4th edition. Luettu 23.4.2012. <http://www.cfww.org/docs/ipg-cf/bluebook/bluebooklet2009websiteversion.pdf>
- Dall'Agò, P., Gaspar, R., Chiappa, P. et al. 2006. Muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *J Am Coll Cardiol* 2006: 47.
- Ekroos, H. 2011. COPD-potilas pysyy hengissä liikkumalla. *Suomen Lääkärilehti* 10/2011 vsk 66.
- Ekroos, H. & Katajisto M. 2011. Liikunta parantaa keuhkohtaumatautipotilaan ennustetta. *Suomen Lääkärilehti* 50–52/2011 vsk 66.
- Haataja, L. 2010. Neuromuskulaarisairauksien tyypilliset oireet lapsuusiällä. *Porras* 3 / 2010.
- Hengityслиitto ry 2012. Luettu 1.5.2012. <http://www.heli.fi/Hengityssairaudet/Harvinaiset-hengityssairaudet/Kystinen-fibroosi/>
- Herrala, H., Kahrola, T. & Sandström, M. 2008. Psykofyysinen ihminen. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- Jokinen, K. 2009. Hengityspalkeen käyttö lihastautia sairastavilla. Tulostettu 20.3.2012. [http://filha-fi-bin.directo.fi/@Bin/8e6c7568c362fd5f686ccde2a1f22bde/1334491021/application/pdf/1648688/Jokinen\\_Filha,%202009%20syksy,%20monistus.pdf](http://filha-fi-bin.directo.fi/@Bin/8e6c7568c362fd5f686ccde2a1f22bde/1334491021/application/pdf/1648688/Jokinen_Filha,%202009%20syksy,%20monistus.pdf)
- Jokinen, K. 2011. Fysioterapian kulmakiviä lihastauksissa. Tulostettu 16.4.2012. <http://lihastautiliitto.fi/t/16627488.pdf>
- Jokinen, K. Lihastautiliiton fysioterapeutti. Puhelinkeskustelu 26.4.2012.
- Jokinen, K., Pirttimaa, R. & Rosqvist, L. 2009. Hengitysfysioterapia ja lihastaudit. Tulostettu 20.3.2012. [http://www.filha.fi/@Bin/1648340/Ty%C3%B6paja1\\_Hengitysfysioterapia+ja+lihastaudit+01092009.pdf](http://www.filha.fi/@Bin/1648340/Ty%C3%B6paja1_Hengitysfysioterapia+ja+lihastaudit+01092009.pdf)
- Kannisto, M. & Alaranta H. 2006. Selkäydinvammat. Teoksessa: Soynila, S., Kaste, M. & Somer, H. (toim.) 2006. *Neurologia*. 2. painos. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.
- Kinnula, V., Puolanne, M., Juvonen-Posti, P. & Kajosaari, M. Hengityselinten sairaudet. Teoksessa: Rissanen, P., Kallanranta, T. & Suikkanen, A. (toim.) 2008. *Kuntoutus*. 2. painos. Keuruu: Kustannus Oy Duodecim.
- Kämäräinen, J. & Kontula, E. 2010. Finnboode-toimintamalli hengityssairaahan seurantaan ja kuntoutukseen. *Fysioterapia-lehti* 5/2010.

Laitinen, J. 2000. Hengitysfunktion mittaaminen ja seuranta. Teoksessa Herrala, J., Hämäläinen, P., Järvinen, M. & Karivaara, E. (toim.) 2000. Hengityshoito 4. Hämeenlinna: Etelä-Hämeen Keuhkovammayhdistys ry.

Laitinen, A. & Laitinen, L.A. Keuhkojen anatomia ja histologia. Teoksessa: Kinnula, V., Brander, P.E. & Tukiainen, P. (toim.) 2005. Keuhkosairaudet. 3. uudistettu painos. Hämeenlinna: Kustannus Oy Duodecim.

Laoutaris, I., Dritsas, A., Brown, M., Manginas, A. 2004. Inspiratory muscle training using an incremental endurance test alleviates dyspnea and improves functional status in patient with chronic heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2004: 11.

Larson J.L., Kim M.J., Sharp J.T., Larson D.A. 1986. Inspiratory muscle training with a pressure threshold breathing device in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am Rev Resp Dis*

Lehtinen, J., Paljakka, K., Puolanne, M. & Vilkkumaa, I. 2004. Kirjallisuuskatsaus hengityskuntoutuksesta. *Hengityслиiton tutkimuksia* 15/2004.

Leppäluoto, J., Kettunen, R., Rintamäki, H., Vakkuri, O., Vierimaa, H. & Lähti, S. 2008. Anatomia + fysiologia. WSOY Oppimateriaalit Oy.

Lihastautiliitto ry. 2009. Luettu 26.11.2011. <http://www.lihastautiliitto.fi/Fysioterapia>.

Mancini, D., Henson, D., La Manca J et al. 1995. Benefit of selective respiratory muscle training on exercise capacity in patients with chronic congestive heart failure. *Circulation* 1995: 91.

Martin, M., Seppä, M., Lehtinen, P., Törö, T. & Lillrank, B. 2010. Hengitys itsesäätelyn ja vuorovaikutuksen tukena. Kustantaja: Mediapinta.

Mattila, P. 2000. Fysioterapia hengityshoidossa. Teoksessa Herrala, J., Hämäläinen, P., Järvinen, M. & Karivaara, E. (toim.) 2000. Hengityshoito 4. Hämeenlinna: Etelä-Hämeen Keuhkovammayhdistys ry.

Medical Tech Oy 2012. Luettu 11.3.2012. [http://www.medicaltech.fi/brands-spirotiger\\_fysio.php](http://www.medicaltech.fi/brands-spirotiger_fysio.php)

Mueller, G., Perret, C. & Spengler, CM. 2006. Optimal intensity for respiratory muscle endurance training in patients with spinal cord injury. *J Rehabil Med.* 2006; 38.

Mutikainen, A., Häkkinen, A., Kautiainen, H., Korhonen, K., Heikkilä, J. & Miettinen H. 2010. Hengityслиhasten harjoittelu ja liikunta parantavat sydämen vajaatoimintapotilaiden hengitystä. *Fysioterapia-lehti* 3/2010.

Newbold, M.E., Tullis, E., Corey, M., Ross, B. & Brooks, D. 2005. The Flutter device versus the PEP Mask in the treatment of adults with cystic fibrosis. *Physiotherapy Canada* 2005; 57(3)

Pedihealth Oy 2012. Luettu 13.4.2012 <http://www.pedihealth.fi/product/show/60/hengityksen-hoito-ja-tutkimusvalineet/1006/ba-tube>



Pirttimaa, R. & Bärlund, E. 2010. Hengitysfysioterapia – vaikuttavaa terapiaa vai taputtelua ja läpsyttelyä? Fysioterapia-lehti 4/2010.

Pryor, J.A. 2009. Physiotherapy for people with Cystic Fibrosis: from infant to adult. 4th edition. Luettu 23.4.2012. <http://www.cfww.org/docs/ipg-cf/bluebook/bluebooklet2009websiteversion.pdf>

Pryor, J.A. & Prasad, S.A. 2008. Physiotherapy for Respiratory and Cardiac Problems adults and pediatrics. Fourth edition. Churchill Livingstone Elsevier.

Reid W.D., Geddes E.L., O'Brien K., Brooks D. & Crowe J. 2008. Effects of inspiratory muscle training in cystic fibrosis: a systematic review. Clin Rehabil. 2008 Oct-Nov;22(10-11):1003-13.

Sakala, S. 2009. Puhallus pulloon. Hengityslehti 5-6 / 2009.  
<http://www.heli.fi/Julkaisut/Hengitys-lehti/5-62009/Puhallus-pulloon/>

Sand, O., Sjaastad, Q. V., Haug, E. & Bjålie, J. G. 2011. Ihminen – fysiologia ja anatomia. Suom. Hekkanen, R. WSOYpro Oy.

Seppi, L. & Kaistila, T. 2010. Limanirrotuksen pääperiaatteet ja arkikäyttöön soveltuvat menetelmät. Tulostettu 20.3.2012. <http://filha-fi-bin.directo.fi/@Bin/4355ad4a48fdf92294c2b03422c0ce4f/1333611836/application/pdf/1669770/KaistilaSeppi.pdf>

Sovijärvi, A. & Salorinne, Y. Keuhkojen fysiologiaa ja patofysiologiaa. Teoksessa: Kinnula, V., Brander, P.E. & Tukiainen, P. (toim.) 2005. Keuhkosairaudet. 3. uudistettu painos. Hämeenlinna: Kustannus Oy Duodecim.

Spira Oy Hengityshoitokeskus 2012. Luettu 11.3.2012. <http://www.spira.fi>

Steripolar Oy 2012. Luettu 13.4.2012. [http://www.steripolar.fi/verkkokauppa?page=shop.product\\_details&flypage=flypage.tpl&product\\_id=41&category\\_id=17](http://www.steripolar.fi/verkkokauppa?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=41&category_id=17)

Talvitie, U., Karppi, S-L. & Mansikkamäki, T. 2006. Fysioterapia. 2. uudistettu painos. Helsinki: Edita Prima Oy.

Varsinais-Suomen sairaanhoitopiiri. 2009. Hengitysopas. [ohjepankki.vsshp.fi/fi/dokumentit/18750/Hengitysopas2-09.pdf](http://ohjepankki.vsshp.fi/fi/dokumentit/18750/Hengitysopas2-09.pdf)

### Kuva lähteet

Uuttu, H. 2011. VSSH. Vesi-PEP tyhjennyshoito. <http://ohjepankki.vsshp.fi/fi/3086/6973/>

Cardinal Health 2012. <http://www.cardinal.com/us/en/distributedproducts/images/H/HS730.jpg>

Medical Tech Oy 2012. <http://www.idiag.ch/typo3temp/pics/21af48fac8.jpg>

- Spira Oy Hengityshoitokeskus 2012. [http://www.spira.fi/data/productsystem/116\\_0.jpg](http://www.spira.fi/data/productsystem/116_0.jpg)
- Jokinen, K. 2009. Hengityspalkeen käyttö lihastautia sairastavilla. Tulostettu 20.3.2012. [http://filha-fi-bin.directo.fi/@Bin/8e6c7568c362fd5f686ccde2a1f22bde/1334491021/application/pdf/1648688/Jokinen\\_Filha,%202009%20syksy,%20monistus.pdf](http://filha-fi-bin.directo.fi/@Bin/8e6c7568c362fd5f686ccde2a1f22bde/1334491021/application/pdf/1648688/Jokinen_Filha,%202009%20syksy,%20monistus.pdf)
- Steripolar Oy 2012. <http://www.steripolar.fi/images/magick/3bb45c959f2193382fb6a9173a7b8395.jpg>
- Pedihealth Oy 2012. <http://www.pedihealth.fi/static/media/images/f5/270x400/f5e969771ef9712c82a969d0a6fefc26.jpg>
- Steripolar Oy 2012. <http://www.steripolar.fi/images/stories/Acapella/coach.jpg>
- Steripolar Oy 2012. <http://www.steripolar.fi/images/stories/Acapella/therapep.gif>
- Seppi, L. & Kaistila, T. 2010. Limanirrotuksen pääperiaatteet ja arkikäyttöön soveltuvat menetelmät. Tulostettu 20.3.2012. <http://filha-fi-bin.directo.fi/@Bin/4355ad4a48fd92294c2b03422c0ce4f/1333611836/application/pdf/1669770/KaistilaSepi.pdf>