

Jesse Kaarna & Anssi Kytönen

Istuen ilmavammaksi

Kolmen eri istuma-asennon vaikutus hengityskapasiteettiin ja -laatuun

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Fysioterapeutti

Fysioterapian koulutusohjelma

Opinnäytetyö

27.11.2012

Tekijä(t) Otsikko Sivumäärä Aika	Jesse Kaarna, Anssi Kytönen Istuen ilmavammaksi - kolmen eri istuma-asennon vaikutus hengityskapasiteettiin ja -laatuun 45 sivua + 5 liitettä 27.11.2012
Tutkinto	Fysioterapeutti
Koulutusohjelma	Fysioterapian koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Hyvinvointi ja toimintakyky
Ohjaaja(t)	Fysioterapian lehtori Sirkka Kolehmainen Fysioterapian lehtori Leena Piironen
<p>Opinnäytetyössämme käsittelemme hengityksen ja istumisen välistä yhteyttä. Tavoitteena oli tutkia, vaikuttavatko eri istuma-asennot hengityskapasiteettiin ja -laatuun. Epätaloudellinen hengitys on yhdistetty muun muassa kohonneeseen kivun aistimukseen, lihasten motoriseen kontrolliin laskuun ja kehon energiantuotannon heikkenemiseen. Hypoteesina oli, että korkea istuma-asento satulatuolilla parantaa hengitysfunktioita, verrattuna lysähtäneeseen ja suoraan istuma-asentoon toimistotuolilla, johtuen kehon luonnollisemmasta asennosta, joka mahdollistaa muun muassa rintakehän ja pallean vapaamman liikkeen.</p> <p>Istumisen muodostaa huomattavan osan päivittäisestä ajankäytöstämme. Vuori & Laukkanen (2012) mukaan suomalaisista miehistä 51 % ja naisista 46 % istuu vähintään 6 tuntia päivässä. Tulevaisuudessa työnteko muuttunee entistä enemmän näyttöpäätetyöksi. Suomen väestön ikärakenteen muuttuessa eläkeiän rajaa ollaan nostamassa, joten työssä jaksamisen ja työkyvyn ylläpidon merkitys kasvaa entisestään. Rungas istuminen on yhdistetty kuolleisuuteen, sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksiin, diabetekseen ja ylipainoon.</p> <p>Hengitys on elimistömme tärkeimpiä toimintakokonaisuuksia ja yksi sisäisen tasapainon eli homeostaasin ylläpitäjästä. Kaasujenvaihdon lisäksi se säätelee elimistön happo-emästasapainoa, joka on oleellisen tärkeää monille kemiallisille prosesseille elimistössämme. Epätaloudellisesta ja pinnallista hengittämistä esiintyy Courtney (2009) mukaan 5-11 % väestöstä.</p> <p>Opinnäytetyössämme tutkimme kolmen eri istuma-asennon, lysähtäneen-, suoran- ja satulatuoli istuma-asennon vaikutusta hengityskapasiteettiin ja -laatuun. Koehenkilöitä oli tutkimuksessa kolme, iältään 22–32 vuotta. Mittareina käytimme spirometria ja kapnografialaitteita. Mitattavia suureita olivat hengitysfrekvenssi FR, kertahengitystilavuus VT, hengityksen minuuttitilavuus MV ja ulohengityksen hiilidioksidipitoisuus ETV.</p> <p>Tutkimuksesta saadut tulokset olivat päinvastaisia hypoteesiimme nähden. Suurimmat ETV-pitoisuudet ja pienin hengitysfrekvenssi mitattiin lysähtäneessä istuma-asennossa. Spirometriassa vaihteluvälin suuruus hankaloitti tulosten tulkintaa ja tulokset olivat osittain ristiriitaisia kapnografialla saatujen mittaustulosten kanssa. Otannallamme ei pystytä osoittamaan merkittäviä eroja istuma-asentojen välillä. Yksilöiden väliset ominaisuudet olivat pienessä otannassamme muuttujina merkittävimpiä. Tutkimuksen pohjalta nousi esiin tarve lisätutkimuksille.</p>	
Avainsanat	hengitys, istuminen, kapnografia, spirometria

Author(s) Title Number of Pages Date	Jesse Kaarna, Anssi Kytönen The effects of three different sitting postures on breathing capacity and -quality 45 pages + 4 appendices 16 November 2012
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Physiotherapy
Specialisation option	Physiotherapy
Instructor(s)	Sirkka Kolehmainen, Lecturer of Physiotherapy Leena Piironen, Lecturer of Physiotherapy
<p>In our thesis we process the relation between sitting and breathing. Our goal is to research how different sitting postures relate to breathing capacity and -quality. Inefficient breathing has been related to increased pain sensitivity, lack of motor control and poor energy production in the body. Our hypothesis was that sitting on a higher saddle chair increases breathing functions, compared to slumped- or upright sitting postures, due to a more natural alignment in the body allowing unrestricted movement of the ribcage and diaphragm among other things.</p> <p>Sitting takes a formidable amount of time in our daily activities. According to Vuori & Laukkanen (2012) 51 % of Finnish males and 46 % women sit for more than 6 hours a day. In the future the amount of desk jobs is likely to increase. Staying healthy and active at work is a growing concern in Finland. Especially as the population pyramid changes form and the majority of working people get older. Working years are increasing as the age of retirement is pushed further. Prolonged sitting has been related to mortality, cardiovascular diseases, diabetes and overweight.</p> <p>Breathing plays a fundamental role in our body, it is one of the cornerstones preserving inner balance. In addition to gas exchange breathing regulates the acid-base reactions which are crucial to chemical processes in our body. Shallow and inefficient breathing is fairly common and can affect the body's homeostasis. According to Courtney (2009) inefficient and shallow breathing occurs in 5-11 % of the population.</p> <p>We studied how three different sitting postures, slumped -, upright- and saddle chair sitting postures, affect breathing capacity and – quality. There were three test subjects, aged between 22-32 We used spirometry and capnography to measure breathing frequency FR, tidal volume VT, minute ventilation MV and end tidal carbon dioxide ETV.</p> <p>The results were opposite to our hypothesis. Greatest ETV concentrations and the lowest FR were measured in slumped sitting posture. The vast range in spirometry results made them hard to interpret and they were in contradiction with the results in capnography. The results were non-conclusive. With our sampling we couldn't find statistically significant differences between sitting postures. The differences between test subjects were greater. Further research is required.</p>	
Keywords	breathing, sittingposture, capnography, spirometry

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Opinnäytetyön tavoite	2
3	Hengityselimistö	3
3.1	Hengityselimistö	4
4	Hengitystoiminta	6
4.1	Keuhkotuuletus	6
4.2	Hengitysfysiologia	7
4.2.1	Hengityksen säätely	8
4.2.2	Hengitys ja autonominen hermosto	9
5	Istuma-asento ja hengitys	10
6	Hengityksen toimintahäiriöt	12
7	Istuma-asento	14
7.1	Neutraalivyöhyke	15
7.2	Huono istuma-asento	17
7.3	Korkea istuma-asento	18
8	Opinnäytetyön toteutus	19
8.1	Tutkimusasetelma	20
8.2	Mitattavat asennot	22
8.3	Mittalaitteet	23
8.3.1	Kapnografia	24
8.3.2	Spirometria	25
8.3.3	Tuolit	Error! Bookmark not defined.
9	Mittaukset	26

10	Tulokset	27
10.1	Uloshengitysilman hiilidioksidipitoisuus kapnografialla	27
10.2	Hengitysfrekvenssi	29
10.2.1	Hengitysfrekvenssi kapnografialla	30
10.2.2	Hengitysfrekvenssi spirometrialla	31
10.2.3	Hengitysfrekvenssi spirometrialla ja kapnografialla	33
10.3	Kertahengitystilavuus spirometrialla	34
10.4	Hengityksen minuuttitulavuus	36
11	Yhteenveto tuloksista	38
12	Pohdinta	39
	Lähteet	42
	Liitteet	
	Liite 1. Termistö	
	Liite 2. Spirometria	
	Liite 3. Sanalliset ohjeet istujalle	
	Liite 4. Ohje tutkimukseen tulevalle	
	Liite 5. Esitietolomake	

1 Johdanto

Teollistuneissa maissa työnteko on viime vuosikymmeninä siirtynyt enemmän ja enemmän näyttöpäätetyöhön, samalla työn fyysinen rasittavuus on vähentynyt ja muuttanut muotoaan passiivisemmaksi. Suomessa 51 % miehistä ja 46 % naisista istuu joka päivä vähintään 6 tuntia (Vuori – Laukkanen: 2009). Hyvösen ja Tolosen (2012) tekemässä kirjallisuuskatsauksessa istuminen yhdistettiin negatiivisesti kuolleisuuteen, sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksiin, diabetekseen ja ylipainoon. Myös niska- ja hartiaseudun ongelmilla todettiin olevan yhteys istumisen keston.

Satulatuolien vaikuttavuutta selkäkipuihin, työergonomiaan ja keskivartalon- ja lantion-pohjanlihasten aktivaatioon on selvitetty jo useissa tutkimuksissa. Opinnäytetyössämme päätimme panostaa näkökulmaan, joka on toistaiseksi jäänyt hieman pienemmälle huomiolle, hengitykseen. Työn tavoitteena oli tutkia eri istuma-asentojen vaikuttavuutta hengityskapasiteettiin ja hengityksen laatuun. Mittareina käytimme spirometriä ja kapnografiaa, joilla mittasimme kertahengitystilavuutta (VT), hengityksen minuuttistolavuutta (MV), hengitysfrekvenssiä (FR) ja uloshengitysilman hiilidioksidipitoisuutta (ETV). Mittaukset toteutimme kolmessa eri istuma-asennossa toimisto- ja satulatuolilla; lysähätäneessä istuma-asennossa toimistotuolilla, suorassa istuma-asennossa toimistotuolilla sekä satulatuolilla istuen.

Syy-yhteyttä hengitysongelmien ja yleisten terveydellisten ongelmien kanssa tutkitaan tällä hetkellä enemmän ja enemmän. Hengityksen toimintahäiriöt on yhdistetty muun muassa astmaan, krooniseen selkäkipuun, niska-hartiaseudun särkyyn, päänsärkyyn, keskivartalon asennonhallintaan ja verenkiertoelimistön sairauksiin. Se vaikuttaa suoraan myös ryhdin ylläpitoon ja motoriseen kontrolliin. Lisäksi se on vahvasti liitoksissa kehon psyykkiseen ja fysiologiseen säätelyyn eli homeostaasin ylläpitoon muun muassa autonomisessa hermostossa. Kehon tärkeimpänä happo-emästasapainon säätelijänä hengitys säätelee verenkierron ja aineenvaihdunnan pH tasapainoa, joka on elinehto monille kemiallisille prosesseille. On arvioitu että hengityksen toimintahäiriötä esiintyy 5-11 prosentilla väestöstä, 30 prosentilla astmaa sairastavilla ja jopa 83 prosentilla ahdistusoireista kärsivillä. (Courtney 2009: 78.) Jos oikealla istuma-asennolla voidaan vaikuttaa hengityksen laatuun, on myös mahdollista että voimme sitä kautta vaikuttaa myös edellä mainittuihin oireisiin.

Kansaneläkelaitoksen julkaisemien tilastojen mukaan vuonna 2009 työterveyshuollon hyväksytyt kustannukset olivat 599 miljoonaa euroa. Samana vuonna sairaspäivärahoja maksettiin 799,3 miljoonaa euroa, joista tuki- ja liikuntaelinsairauksien osuus oli noin kolmannes. (Kela 2010: 11; Kela 2011: 12,14.) Nämä ovat suuri yhteiskunnallinen menoerä, johon tulisi pyrkiä vaikuttamaan lisäämällä yksilöiden ja yhteisöjen fyysistä jaksamista. Istuminen muodostaa merkittävän osan päivittäisestä aktiivisuudestamme joten, on oletettavaa, että sen vaikutus edellä mainittuihin lukuihin on huomattava.

Tutkiaksemme ja ymmärtääksemme hengitystä ja siihen vaikuttavia tekijöitä, syvensimme osaamistamme hengityselimistön anatomiasta, fysiologiasta ja biomekaniikasta. Tietolähteinä toimivat kirjalliset teokset, tutkimukset ja verkkomateriaali. Tämä teoriatieto on koottu kattavasti opinnäytetyömme yhteyteen antaen lukijalle syventävää tietoa koko hengitysprosessista. Hengittäminen on suorassa vuorovaikutuksessa psyykkisiin toimintoihin, tunnetiloihin ja stressiin. Tämän näkökulman rajasimme kuitenkin pois työstämme pois aiheen laajuuden takia.

2 Opinnäytetyön tavoite

Tarkoituksenamme on tutkia miten eri istuma-asennot vaikuttavat hengitysfunktioihin kapnografialla ja spirometrilla mitattuna. Työmme tavoitteena on saada alustavaa tietoa aiheesta, koska tutkittua tietoa on vähän. Satulatuolin terveysvaikutuksia on tutkittu lihasaktivaation, jaksamisen ja istuma-paineen jakautumisen osalta, muttei hengityksen näkökulmasta.

Tutkimushypoteesina oli, että keuhkotilavuus ja happi-hiilidioksidi metabolia on elimistössä parempaa satulatuolilla istuttaessa verrattuna toimistotuolilla istumiseen hyvässä/huonossa ryhdissä. Hypoteesina oli, että korkea istuma-asento satulatuolilla parantaa hengitysfunktioita, verrattuna lysähtäneeseen ja suoraan istuma-asentoon toimistotuolilla, johtuen kehon luonnollisemmasta asennosta, joka mahdollistaa rintakehän ja pallean vapaamman liikkeen sekä edellytykset paremmalle metabolialle elimistössä.

3 Hengityselimistö

Keuhkojen pääasiallinen tehtävä on huolehtia hapen ja hiilidioksidin vaihdunnasta elimistön ja ulkoilman välillä. Sisäänhengityksessä siirrämme happea (O₂) hengitysilma- ta aineenvaihdunnan käyttöön ja vastapainona uloshengityksessä siirrämme aineen- vaihdunnan sivutuotteena syntyvää hiilidioksidia (CO₂). (Courtney 2009: 78.) Vuoro- kaudessa aikuisen ihmisen keuhkotuuletus on noin 10 000 - 20 000 litraa ilmaa ja keuhkojen läpi virtaa noin 7000- 12 000 litraa verta. Elimistö saa keuhkojen kautta noin 360 - 700 litraa happea päivässä samaan aikaan kun noin 260 - 570 litraa hiilidioksidia poistuu elimistöstä. Pitkään kestävien rasittavien fyysisten toimintojen aikana luvut ovat vielä suurempia. Keuhkot toimivat elimistön pääasiallisena happo-emästasapainon säätelijänä. Happea ei voida säilöä elimistöön, joten sen tarve on jatkuva. Samoin ai- neenvaihdunnassa syntyvästä hiilidioksidista on päästävä eroon tehokkaasti. (Sovijärvi – Salorinne 2005: 143.)

Hengityselimistön muodostavat rintakehä, pallea, keuhkot sekä suun ja nenän alue, Ylähengitysteihin kuuluvat nenän, suun, nielun ja kurkunpään alueet. Alahengitysteihin kuuluvat henkitorvi sekä oikealla ja vasemmalle jakautuvat pääkeuhkoputket, jotka haarautuvat pienemmiksi keuhkoputkiksi ja ilmatiehyiksi päätyen lopulta varsinaiseen hengityskaasujen vaihtoyksikköön, keuhkorakkulaan. Ylähengitystiet kostuttavat, läm- mittävät ja puhdistavat hengitysilman. Ylähengitysteiden pitää myös mukautua esimer- kiksi nielemiseen, puhumiseen ja yskimiseen. (Sovijärvi – Salorinne 2005: 143.) Nenän kautta hengittämisen etuna on ilman puhdistuminen ja lämmittäminen. Suun kautta hengittäessä voi ottaa suurempia määriä ilmaa ja sisäänottoa voi säädellä paremmin kuin nenän kautta hengittäessä. (Calais-Germain 2006: 77.)

Rintakehän muodostavat selkärangan rintanikamat, kylkiluut, kylkivälilihakset ja rinta- lasta. Keuhkot sijaitsevat rintaontelossa rintakehän sisällä. Keuhkojen välitilassa, väli- karsinassa, on sidekudosta, verisuonia, hermoja, henkitorvi, ruokatorvi, sydän ja sy- dänpussi. Rintakehän kummassakin puoliskossa on muodoltaan keilamainen keuhko. Keuhkot on jaettu lohkoihin niin, että oikeassa keuhkossa on kolme lohkoa (ylä-, ala-, ja keskilohko). Vasemmassa lohkossa on vain kaksi lohkoa (ylä- ja alalohko) ja se on oikeaa hieman pienempi. (Bjålie – Haug – Sand – Sjaastad – Toverud 2007: 306 - 307.)

Henkitorvi jakautuu kahdeksi pääkeuhkoputkeksi, joista toinen menee vasempaan ja toinen oikeaan keuhkoon. Kummankin keuhkon sisällä pääkeuhkoputket jakautuvat useasti ja muodostavat bronkuspuun. Jokaisen haarautumisen jälkeen haarat kaventu- vat, mutta keuhkoputkien pinta-ala kasvaa. Bronkusten seinämät ovat rustokudosta ja sileälihasta, eli ne voivat laajeta ja supistua. Rustokudos vähenee putkien kaventumi- sen myötä. Seinämän ensimmäisiä haaroja, jossa ei ole rustoa, kutsutaan bronkioleiksi eli ilmateiksi. Bronkliolit haarautuvat edelleen hengitystiehyiksi, joiden päässä ovat keuhkorakkulat eli alveolit. Alveoleja eli keuhkorakkuloita on kummassakin keuhkossa noin 150-miljoonaa. Niiden yhteenlaskettu pinta-ala on 75-80m². Alveolien pinnalla on yhdenkertaista levyepiteeliä, jota ympäröi tiheä hiussuonien verkosto. Alveoleissa ta- pahtuu hapen ja hiilidioksidin vaihto ulkoilman ja hiussuonissa virtaavan veren välillä. (Bjälle ym. 2007: 304–306; Calais-Germain 2006: 60.)

3.1 Hengityslihakset

Tärkein sisäänhengityslihakset on pallea. Pallea on laaja lihaksien ja sidekudoksien muo- dostama seinämä mikä samalla erottaa ja yhdistää rintakehän ja vatsan luoden samal- la jalustan keuhkoille, jotka lepäävät pallea päällä. Se kiinnittyy Th10-12 ja L1-2 nika- mien etupinnalle. Pallealla on sidekudoksinen keskiosa, aponeuroosi, se kiinnittyy koko ympärysmitaltaan rintakehään sidekudoksisilla säikeillä. Sisäänhengityksen aikana pallean vapaa liike auttaa lannerangan yläosan stabiloinnissa, sen alimpien kiinnitys- jänteiden kiinnittyessä lannerangan ylimpiin nikamiin asti. Pallealihaksen avulla voi- daan myös kontrolloida intra-abdominaalista painetta vatsaontelon alueella. Se on yksi lannerangan tärkeimmistä tukevista järjestelmistä erityisesti nostoissa, ponnistuksissa ja hyppyjen alastuloissa. (Calais-Germain 2006: 80–83; Ahonen – Sandström 2011: 230, 237.)

Lepohengityksessä vain sisäänhengityslihakset toimivat aktiivisesti. Suurin osa lepo- hengityksestä tapahtuu pallean avulla. Pallea toimii männän lailla vatsan ja rintakehän välillä. Sisäänhengityksessä pallea laskeutuu alaspäin kasvattaen rintaontelon tilavuut- ta, ulommat kylkivälilihakset supistuvat ja yhdessä ne käynnistävät intrapleuraalisen paineen kasvun kautta sisäänhengityksen. Pallean jännittyminen sisäänhengityksen aikana tukee huomattavalla tavalla selkärankaa ja estää sen posteroris-anteriorista notkumista. (Ahonen – Sandström 2011: 230.) Rentoutuessaan pallea aloittaa passiivi- sen uloshengityksen palautuessaan normaalipituuteensa. Vaikka hengitys tapahtuu

pääosin pallean avulla, hengitykseen voi tarpeen mukaan käyttää apuna muita lihaksia, jotka avaavat rintakehää. Pallean toimiessa rintakehän sisäpuolella, apuhengityslihakset toimivat ulkopuolella. (Calais-Germain 2006: 86–87.)

Fyysisessä rasituksessa ja muissa tilanteissa, jossa keuhkotuuletusta on voimistettava, käytetään apuna vatsalihaksia, sisempiä kylkivälilihaksia ja osaa kaulan lihaksista. Osa lihaksista voi vaikuttaa sekä sisään että uloshengitykseen riippuen siitä miten niiden toiminta vaikuttaa toisten lihasten toimintaan. (Calais-Germain 2006: 79; Sovijärvi – Salorinne 2003:145; Sovijärvi – Salorinne 2005: 35–36; Bjälje ym. 2007: 300, 307–309.)

Uloshengitys tapahtuu passiivisesti hengityslihasten relaxoitua ja eli levossa uloshengitys ei vaadi aktiivista työtä. Pääasialliset uloshengityslihakset ovat kylkivälilihakset mm. intercostales internus ja mm. trasverus thoracis, jotka sulkevat rintakehän. Vartalon koukistus tukee uloshengitystä. Uloshengityslihakset lisäävät uloshengityksen volyymia, voimaa ja kiihdyttävät uloshengityksen nopeutta. (Calais-Germain 2006: 79, 96; Sovijärvi – Salorinne 2003: 145; Sovijärvi – Salorinne 2005: 35–36; Bjälje ym. 2007: 300, 307–309.)

Kylkivälilihasten liikkuvuus ja joustavuus vaikuttaa rintakehän liikkuvuuteen ja hengityksen tehokkuuteen. Rintakehän liikkuvuus vaikuttaa suoraan hengityksen syvyyteen. Kylkivälilihakset sijaitsevat rinnakkaisten kylkiluiden välissä kahdessa viistottaisessa kerroksessa. Ulommat kylkivälilihakset kulkevat alas- ja eteenpäin, sisemmät ylös ja taaksepäin. Normaalisissa sisäänhengityksessä ulommat kylkivälilihakset supistuvat ja uloshengityksestä rentoutuvat. Tarvittaessa kylkivälilihakset avustavat ulos -ja sisäänhengityksessä. (Calais-Germain 2006: 105.)

Lantionpohjan lihakset toimivat vastavoimana pallealle. Pallean supistuessa lantionpohjan lihakset rentoutuvat ja päinvastoin. Vahvat ja jäntevät lantionpohjan lihakset kannattelevat sisäelinten painoa ja kannattelevat selkärankaa. Lihasvoiman ohella on myös tärkeää, että lantionpohjan lihakset pystyvät rentoutumaan hengityssykkien välissä. Jatkuva lihasjännitys, virtsaamisongelmat kuten inkontinenssi ja epätasapainoinen hengitys liittyvät usein toisiinsa. (Martin – Seppä – Lehtinen – Törö – Lillrank 2010: 20.)

4 Hengitystoiminta

Yksittäisten lihasten tai lihasryhmien toiminnan arviointia tärkeämpää on tarkastella hengitystä kokonaisuutena. Vatsa-, pallea-, lantionpohja- ja selkälihakset muodostavat toimintakokonaisuuden. Hyvällä lihastasapainolla on tärkeä merkitys hengityksessä.

Terveillä henkilöillä hengityslihasten hapenkulutus levossa on noin 1-2 % ja maksimaalisessa rasituksessa noin 5-7 % koko hapenkulutuksesta. Vaikeissa keuhkosairauksissa hengityslihasten hapenkulutus kasvaa yli 10-kertaisiksi käyttäen lepotilassa jo noin 20 % ja rasituksessa jopa 50 % hapenkulutuksesta. (Sovijärvi – Salorinne 2003: 165.)

Vastaavasti lepo hengitys kuluttaa perustoiminnoissa vain noin 2 % kokonaisenergiankulutuksesta. Fyysisen rasituksen kasvaessa hengitystyön osuus energia-aineenvaihdunnasta voi kasvaa noin 15 %:iin. (Mero – Nummela – Keskinen – Häkkinen 2007: 508.)

Vatsapalleahengitys tuulettaa ilmaa tehokkaasti myös keuhkojen alaosaan, jossa keuhkokudosta on kartiomallista johtuen enemmän kuin yläosissa. Huonot asennot, kuten kyfoottinen ryhti, hengitysmallihäiriöt (hyperventilaatio) ja erilaiset sairaudet (keuhkohtaumatauti, astma) voivat muuttaa lihasryhmien keskinäistä koordinaatiota ja aktivoitumisjärjestystä. Epätaloudellisessa hengityksessä ilma kulkee huonosti keuhkojen alaosiin ja hengitys muuttuu pinnalliseksi, tiheämmäksi. (Martin ym. 2010: 20–23). Tätä ilmiötä kutsutaan ventilaatio – perfuusio epäsuhtaksi (Haug – Sand – Sjaastad 1994: 362). Apuhengityselinten pitkäaikaisella käytöllä voi olla terveyttä heikentäviä vaikutuksia. Hengityselinten moninaiset tehtävät toteutuvat puutteellisesti. Tavallinen seuraus pinnallisesta hengittämisestä voi olla alaselkä- tai niskakipu. (Martin ym. 2010: 20–24; Sovijärvi – Salorinne 2005: 52.)

4.1 Keuhkotuuletus

Keuhkojen tuuletus perustuu rintakehän ja pallean liikkeiden aiheuttamiin rintaontelon painevaihteluihin. Keuhkojen laajetessa keuhkorakkuloiden osapaine laskee. Koska ilmapaine on suurempi kuin alveolipaine ilma virtaa keuhkorakkuloihin, kunnes paineero tasoittuu. (Bjålie ym. 2007: 307–309).

Aikuisen ihmisen kertahengitystilavuus on levossa noin 500 ml. Kertahengitystilavuus on yksilöllinen ja riippuu erityisesti ihmisen koosta, mutta vaihtelee samalla henkilöllä fyysisen aktiivisuuden mukaan. Keskiverto hengitystiheys on 12 kertaa minuutissa, eli noin 6litraa minuutissa. Maksimaalisessa rasituksessa hengityksen minuuttitilavuus voi nousta jopa 200 litraan. Hengitystiheys on tällöin noin 40–50 hengenvetoa minuutissa. (Sovijärvi – Salorinne 2003:145; Sovijärvi – Salorinne 2005: 35–36, Bjälje ym. 2007: 300, 307–309, 311; Haug ym. 1994: 353.)

Lähteistä riippuen hengityksen minuuttitilavuudeksi levossa ilmoitetaan 5-7 litraa. Li-hastyö ja henkinen jännitystila suurentavat sekä hengitysfrekvenssiä että kertahengi-tystilavuutta ja siten myös hengityksen minuuttitilavuutta. Peruseriaatteena voidaan pitää, että terveen aikuisen sisään- ja uloshengitysilman keskimääräinen tilavuus on noin 0,5L eli 500ml. Useissa lähteissä ilmoitetut keuhkokapasiteettiarvot ovat terveen nuoren miehen arvoja. Naisen arvot ovat 20–25 % pienemmät. Myös ikä, puhallinsoi-tin- sekä urheiluharrastukset vaikuttavat arvoihin. (Hiltunen – Holmberg – Kaikkonen – Lindblom – Yläne – Nienstedt 2003: 344)

Terveet keuhkot ja keuhkopussit ovat erittäin kimmoiset. Niissä on sidekudosta, joka pyrkii painamaan keuhkoja keuhkoportin suuntaan. Rintakehän joustavuus perustuu kylkiluiden niveltymiseen rintalastaan ja selkärankaan sekä sisempien kylkivälilihasten venymiseen. Rintakehän liikkuvuutta rajoittavat erilaiset sairaudet kuten COPD, jossa keuhkokudokseen muodostuu joustamatonta arpikudosta. Keuhkojen ja liikkuvuuden puute suurentaa hengitysfrekvenssiä, koska keuhkoihin tulee vähemmän ilmaa jokai-sella sisäänhengityksellä. (Bjälje ym. 2007: 310.)

4.2 Hengitysfysiologia

Normaalissa sisäänhengityksessä (500ml) hengitysteihin jää noin 150 millilitraa uudes-ta sisäänhengitysilmaasta. Hengitysteissä ei tapahdu kaasujen vaihtoa, joten tätä aluetta kutsutaankin anatomisesti kuolleeksi tilaksi. Näin ollen noin 350 ml sisäänhengitysil-maa päätyy keuhkorakkuloihin asti. Varsinainen keuhkorakkulatuuletus eli alveoliventilaatio on näin ollen $4,2 \text{ l /min}$ ($12/\text{min} * 350 \text{ ml}$), kun taas keuhkotuuletus on 6 litraa minuutissa. Keuhkorakkulatuuletus on siis noin 70 % hengityksen keuhkotuuletuksen minuuttitilavuudesta. (Bjälje ym. 2007: 311.)

Kaasut diffundoituvat suuremman osapaineen alueelta pienempää osapainetta kohti. Happi diffundoituu alveoli-ilmasta vereen, koska sen happiosapaine on suurempi kuin laskimoveren osapaine. Kudoksissa happiosapaine on hiussuonia pienempi, mutta vastaavasti suurempi kuin soluissa. Happi diffundoituu siten verestä kudosten kautta soluihin. Solujen aineenvaihdunnassa muodostuva hiilidioksidi diffundoituu päinvastaisesti suuremman osapaineen takia soluista kudosten kautta vereen ja sieltä alveolien kautta uloshengitysilmaan. Valtimoveressä happisaturaatio on 96–99 %, joskin hemoglobiinin kykyyn sitoa happea vaikuttavat merkittävästi muun muassa vallitseva happo-emästasapaino, hiilidioksidiosapaine sekä lämpötila. (Bjålie ym. 2011: 369; Sovijärvi – Salorinne 2005: 38–39.)

4.2.1 Hengityksen säätely

Hengityksen perusrhythmiä ohjaa ydinjatkeessa sijaitseva hermosolukimppu, jota kutsutaan sisäänhengityskeskukseksi, se välittää säännöllisin väliajoin hermoimpulsseja synapsien kautta hengityslihasten motoneuroneihin (Haug ym. 1994: 363). Voimakkaan hengityksen aikana ydinjatkeen uloshengityskeskuksen solut aktivoituvat ja käyttävät motoneuronien kautta myös uloshengityslihaksia, jolloin uloshengitys tehostuu muuttuen passiivisesta aktiiviseksi. (Haug ym. 1994: 363).

Hengityskeskukseen vaikuttavat myös eräät muut hermosolut. Aivokuoresta tulevilla signaaleilla voidaan säädellä hengitysrhythmiä ja –syvyyttä tahdonalaisesti. Sisäänhengityskeskuksen toimintaan vaikuttavat myös erilaiset aistinsolut keuhkoissa ja verenkierrossa, joiden tehtävänä on ylläpitää hapen, hiilidioksidin ja vedyn pitoisuudet valtimoveressä normaalitasolla. (Haug ym. 1994: 363–364).

Aistinsolut, jotka rekisteröivät hapen ja hiilidioksidin osapainetta ja vetyionipitoisuutta jakautuvat kahteen ryhmään. Sentraaliset kemoreseptorit sijaitsevat ydinjatkeessa. Sen aistinsolut reagoivat hiilidioksidin osapaineen muutoksiin aivojen valtimoveressä. Hengityskeskuksen neuroneihin yhteydessä olevien synapsien avulla se vaikuttaa hengityskeskuksen säätelyyn. Perifeeriset kemoreseptorit sijaitsevat kaulavaltimoiden ja aorttakaaren seinämissä ja ovat kosketuksissa valtimovereen. Ne reagoivat erityisesti hapen osapaineen ja vetyionipitoisuuden muutoksiin ja välittävät näitä muutoksia koskevat tiedot hengityskeskukseen. (Haug ym. 1994: 364).

Hiilidioksidin (CO₂) osapaine valtimoveressä on normaaliolosuhteissa tehokkain yksittäinen hengitystä säätelevä tekijä. CO₂ osapaineen (PaCO₂) kohoaminen johtaa hengityssyklin tihenemiseen ja kertahengitystilavuuden kasvuun, jolla elimistö palauttaa hiilidioksidiosapaine jälleen normaalitasolle. Ydinjatkeen sentraaliset kemoreseptorit ovat normaalioloissa erittäin herkkiä aivojen hiilidioksiditason muutoksille. Jo 0,3-0,4 kPa (2,25-3 mmHg) eli noin 6 prosentin nousu (keskiarvon ollessa noin 5,3 kPa) hiilidioksidiosapaineeseen lisää keuhkotuuletusta yli kaksinkertaiseksi. (Haug ym. 1994: 365.) Säätelystä vaikuttaa myös vetyionipitoisuuteen, joka on erittäin tärkeä happoemästäsapainon kannalta. Vetyioniosapaineen (H⁺) suurentuessa esimerkiksi maitohappoa erittyessä elimistöön, perifeeriset kemoreseptorit stimuloituvat ja lisäävät hengityskeskusten kautta keuhkotuuletusta.

4.2.2 Hengitys ja autonominen hermosto

Hengityksellä on autonomisen hermoston kautta suora yhteys monenlaisiin fysiologisiin tapahtumiin ja reaktioihin. Autonomisen hermoston toiminta taas kohdistuu monimutkaisen säätelyjärjestelmän kautta sileisiin lihaksiin muun muassa keuhkoputkissa ja verisuonissa, sydänlihakseen sekä hormonia tuottaviin rauhasiin.

Vaikka rytmisen keuhkotuuletus tapahtuu automaattisesti, voidaan hengitystä monista muista fysiologisista toiminnoista poiketen, säätelämään myös tahdonalaisesti. Tämä tarjoaa mahdollisuuden päästä vaikuttamaan psyykkiseen ja fysiologiseen itsesäätelyyn. (Courtney 2009: 78.) Hengityksen säätelyyn voidaan tietoisesti vaikuttaa jossain määrin. Hengitystä kiihdyttämällä voidaan lisätä sympaattisen hermoston aktiivisuutta. Vastaavasti parasympaattisen hermostoa pääsemme aktivoimaan hidastamalla ja rauhoittamalla hengitysrytmiä tietoisesti.

Elimistö reagoi edelleen erilaisiin psyykkisiin uhkatekijöihin aivan kuin vaara olisi fyysistä toimintaa vaativaa (Martin ym. 2010: 21). Esimerkiksi pitkittyneen stressin seurauksen sympaattisen hermoston yliaktiivisuus aiheuttaa monenlaisia psyykkisiä ja fyysisiä ongelmia. Tässä työssä emme käsittele sen tarkemmin stressin ja muiden psykologisten ilmiöiden vaikutusta hengitykseen, vaikka niiden välinen yhteys on erittäin tärkeä tiedostaa hengitystä arvioidessa.

5 Istuma-asento ja hengitys

Istuma-asennon ja hengityksen yhteydestä toisiinsa ei ole tehty kattavia tutkimuksia. Anatomisesta näkökulmasta tarkastellen hyvä ryhti ja rintakehän neutraali asento antavat mahdollisuuden käyttää hengitystä vapaammin ja tarkoituksenmukaisemmin tilanteesta riippuen. Rintakehän rajoittamaton liike voi syventää hengitystä vaikuttaen parantavasti aineenvaihdunnan laatuun. (Ahonen – Sandström 2011: 237.)

Kyfoottinen istuma-asento haittaa tai osittain estää kunnollista hengittämistä anatomisista syistä. Pyöristynyt rintaranka estää pallean vapaata liikettä ja varsinaisten sisäänhengitysilihasten aktiivisuutta. Huonossa ryhdissä rinta- ja vatsaontelon elinten asento muuttuu ja paineinen tila ilmeisimmin huonontaa elinten verenkiertoa ja sitä kautta ravintoaineiden ja hapen saantia. (Gaird – Kippers – Parker 1984; Patel 2010, Ahonen – Sandström 2011: 176 mukaan.) Vastaavasti yliojentunut lanne-rintaranka on tehottomampi laajentamaan rintakehän ala-, taka- ja sivuosia sisäänhengityksessä. Hengityskeskus saattaa kompensoida huonolaatuista hengitystä nostamalla hengitysfrekvenssiä, jolloin hengityksestä tulee pinnallista ja tehotonta.

Asennon, hengityksen, toimintakyvyn ja lihasten vuorovaikutuksen avainkohtana on pidetty 12. rintarankamikamaa. Siihen kiinnittyy useita lihaksia: pallea, (poikittaiset vatsalihakset, m. quadratus lumborum, m. iliopsoas ja m. latissimus dorsi), jotka vaikuttavat toistensa kireyteen ja samalla asentoon, hengitykseen ja lihastoimintaketjuihin. Näistä erityisesti m. iliopsoas on tärkeässä roolissa asennonhallinnan kannalta. Istuma-asentoa kontrolloi eniten m. iliacus, joka on osa m.iliopsoasta. Tavallisessa 90 asteen istuma-asennossa m. iliopsoas, joutuu toimimaan lyhentyneessä tilassa ja tämä voi vaikuttaa sen toimintaan negatiivisesti. Lihaksen on suorassa anatomisessa yhteydessä palleaan ja sen automaattinen tonuksen kohoaminen uhka- ja vaaratilanteissa saa ihmisen refleksinomaisesti fleksiovoittoiseen suojautumisasentoon esimerkiksi työstressin seurauksena. Tämä vaikuttaa luonnollisesti pallean kautta suoraan myös hengitykseen. Jo uhan ennakoiminen voi saada lihaksen valmiustilaan. Ahdistuneilla ihmisillä onkin huomattu usein olevan kroonisesti jännittynyt m. iliopsoas. (Martin ym. 2010: 21.)

Panjabin teorian mukaisesti keskivartalon stabilaation muodostavat yhteistyössä kolme kehon toiminta-alueita. Keskushermosto huolehtii liikkeen ja stabilaation kontrollista, luut ja ligamentit passiivisesta tuesta ja lihaksisto aktiivisesta tuesta. Ongelma tai virhetila jossakin näistä kolmesta osa-alueesta voi suoraan olla toimintahäiriön tai kiputilan

syynä. On todistettu että hengityksen toimintahäiriöt voivat vaikuttaa jokaiseen edellä mainittuun toiminta-alueeseen. (Chaitow 2004: 33.) Mikäli istuma-asento ei salli hengityksen toimia tarkoituksenmukaisesti, voi se välillisesti vaikuttaa muun muassa asennonhallintaan aiheuttaen virheellistä kuormitusta ja ärsytystä kudoksissa.

Syy-yhteys hengitysongelmien ja yleisten terveydellisten ongelmien kanssa tutkitaan tällä hetkellä enemmän ja enemmän. Hengityksen toimintahäiriöt on yhdistetty muun muassa astmaan, krooniseen selkäkipuun, niska-hartiaseudun särkyyn, päänsärkyyn, keskivartalon asennonhallintaan verenkiertoelimistö sairauksiin. On arvioitu että hengityksen toimintahäiriötä esiintyy 5-11 % väestöstä, 30 % astmaa sairastavilla ja jopa 83 % ahdistuksesta kärsiville. (Courtney 2009: 78) Jos oikealla istuma-asennolla voidaan vaikuttaa hengityksen laatuun, on myös mahdollista että voimme sitä kautta vaikuttaa myös edellä mainittuihin oireisiin.

Australiassa tehdyssä pitkittäistutkimuksen analyysissä, jossa otantana oli 38 050 naista, verrattiin perinteisiä alaselkävaurioita aiheuttajia; liikunnallista inaktiivisuutta ja korkeaa BMI:tä uuteen tutkimushypoteesiin, jossa alaselkäkipuja syntyä voisikin edesauttaa hengitysvaikeudet ja inkontinenssi ongelmat. Ryhmä jaettiin kolmeen ikäluokkaan, nuoriin, keski-ikäisiin ja iäkkäisiin. Tutkimuksesta saatujen tulosten mukaan ylipaino ja fyysinen aktiivisuus eivät missään ikäryhmässä olleet yhtenäisesti yhteydessä selkäkipuihin. Sen sijaan todennäköisyys usein esiintyvään selkäkipuun olivat kaikilla ikäryhmillä selkeästi kytköksissä inkontinenssi ongelmiin (noin 2,4 kertainen) sekä keski-ikäisillä ja ikääntyneillä myös hengitysongelmiin (1,9 kertainen). (Smith - Russel – Hodges 2006: 11.)

Landers ym. mittasivat vuonna 2003 spiometrillä kahden eri istuma-asennon vaikutusta hengityksen minuuttitilavuuteen ja hengitysfrekvenssiin. Tutkimukseen osallistui 30 fysioterapiaopiskelijaa Greigtonin yliopistosta Yhdysvalloista Koehenkilöt olivat tupakoimattomia perusterveitä henkilöitä, joilla ei ollut skolioosia, hengityselinsairauksia tai muita kontraindikaatioita tutkimukselle. Tutkimuksessa koehenkilöitä tutkittiin kahdessa istuma-asennossa, huonossa ryhdissä A (slumped sitting posture) ja hyvässä istuma-asennossa B (upright sitting posture). Tutkimuksessa asento asetettiin käyttämällä goniometriä apuna, saadakseen polvi- lonkka kulma 90 asteeseen korkeussäädettävällä selkänöjattomalla tuolilla. Koehenkilöt istuivat 5min ensin huonossa istuma-asennossa, A ja 2 minuutin tauon jälkeen 5minuuttia hyvässä asennossa, B. Tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä. Keskimääräinen lisäys minuuttitilavuudessa siirryttäessä asennosta

A asentoon B oli 0.78 litraa \pm 0.18 litraa minuutissa. (Landers – Barker – Wallentine – McWhorter – Peel 2003.) Hengitysfrekvenssi ei kuitenkaan muuttunut tutkimuksen aikana merkittävästi. Hiilidioksidin osapaine veressä on merkittävin hengitystä säätelevä tekijä, joten voidaan olettaa että PaCO₂ taso ei muuttunut niin paljon, että se olisi laukaissut kompensatorisen nousun hengitysfrekvenssissä.

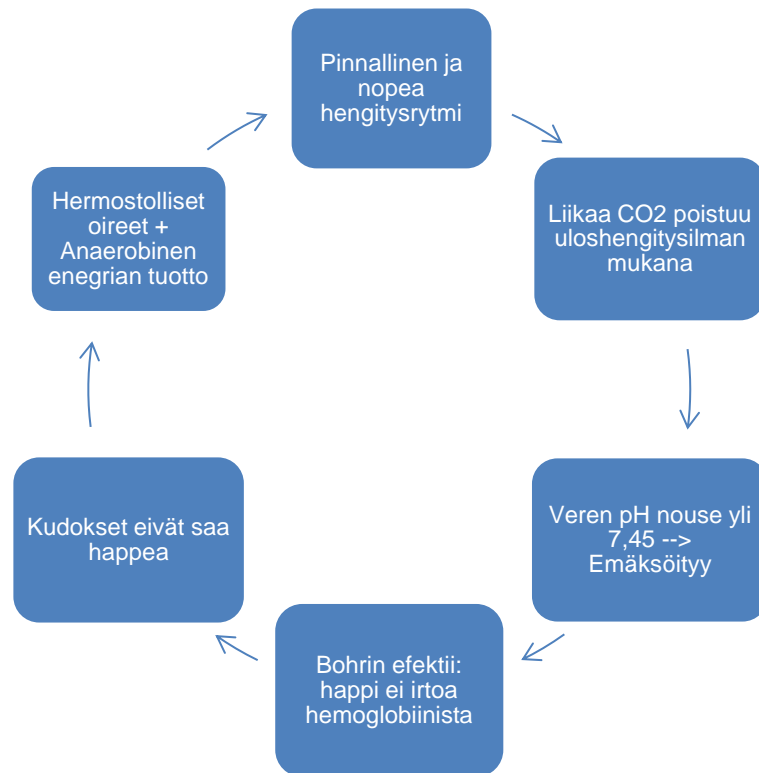
6 Hengityksen toimintahäiriöt

Kuten edellä on esitetty hengitysvaikeudet ja vääränlainen hengitystekniikka rasittavat elimistöä ja aiheuttavat monenlaisia oireita ja heikentävät terveyttä. Hengityksen toimintahäiriöstä puhuttaessa hengitystekniikka ei toimi asianmukaisesti tai se on epätauloudellista. Tämä taas vaikeuttaa yksilön sopeutumista ympäristön muutoksiin tai elimistön sisäisiin muuttuviin tarpeisiin esimerkiksi stressaavissa tilanteissa tai urheilusuorituksessa. Toimintahäiriön syyn taustalla saattaa olla pitkäaikainen psyykinen stressi tai hengityslihasten toimintahäiriö. (Courtney 2009: 78.) Yleisin hengitystoimintahäiriöistä on hyperventilaatio syndrooma (HVS) eli kansankielisesti ylihengitys. Tilapäistä hyperventilointia esiintyy terveillä henkilöillä esimerkiksi äkillisten kiputilojen tai emotionaalisen kiihtymisen yhteydessä. Kuitenkin vain noin 1 % kaikista hyperventilaatiotapauksista on kohtausmaisia. Suurin osa ylihengittämisestä tapahtuu huomaamatta ja kroonisesti.

Hyperventilaatio johtaa hypocapneaan ja respiratoriseen alkaloosiin. Tällöin lisääntyneen uloshengityksen johdosta hiilidioksidia poistuu elimistöstä enemmän kuin aineenvaihdunta tuottaa. Tuloksena veren pH nousee yli raja-arvon 7,45 ja se emäksöityy. Bohrin efektin mukaisesti hapen irtoamiskyky hemoglobiinista vaikeutuu ja se johtaa vähäisempään hapensaantiin kudoksissa ja aivoissa. Alkaloosin seurauksena oireina voi olla myös sileiden lihassolujen supistelua, kohonnut kivunaistimus, alempien motoneuronien refleksikaarien nopeutuminen, kortikospinaalisen radan yliaktiivisuutta, yliherkkyyttä motorisissa ja sensorisissa aksoneissa, asennonhallinnan vaikeuksia ja alttius muodostaa triggerpisteitä lihaksiin (kuvio1).

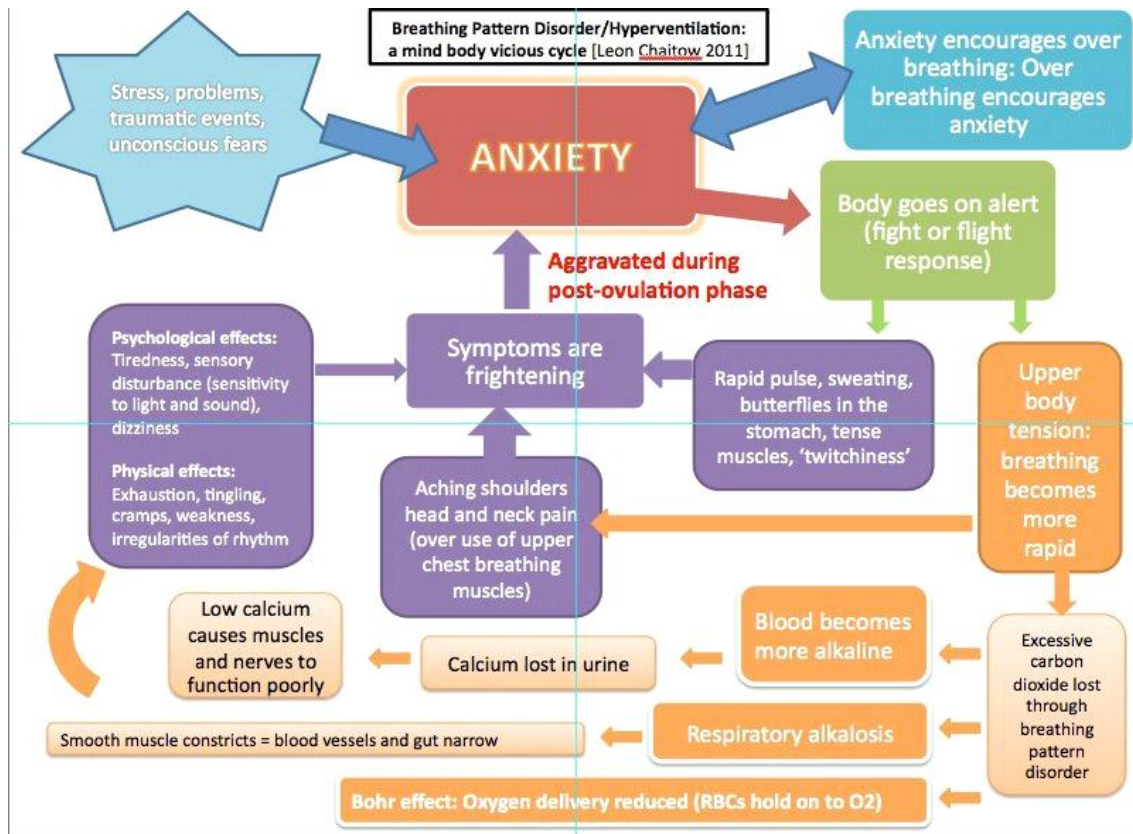
Hapen huono irtautumiskyky vaikuttaa suoraan myös energia-aineenvaihduntaan jolloin elimistö pyrkii kompensoimaan vajetta anaerobisella energiantuotannolla. Alkaloosi aiheuttaa muutoksia myös serumin kalsium ja magnesiumtasapainossa. Lihakset reagoivat muutokseen usein väsymyksenä ja jopa krampeina. Yhdysvalloissa jopa 10

%:lla sisätautipotilaista on primaarilöydöksen todettu hyperventilaatio. (Chaitow 2004: 33–34; Sovijärvi – Salorinne 2005: 49.)



Kuvio 1. Respiratorinen alkaloosi

On esitetty että kroonisilla ylihengittäjillä hengityskeskus olisi pikkuhiljaa tottunut sietämään alhaisempaa CO₂ osapainetta valtimoissa. Yksiselitteistä syytä ylihengittämiseen ei ole löydetty. Suurimmalla osalla se on ilmeisesti vain opittu tapa. (Chaitow 2004: 34) Osa tutkijoista on kiistänyt alkaloosin olevan ainoa syy oireiden taustalla vedoten esimerkiksi kehon kykyyn adaptoitua korkeisiin ilmanaloihin. Oireellisilla ylihengittäjillä CO₂ osapaine kuitenkin vaihtelee niin usein ja paljon, joka tekee hermosolujen adaptaation mahdottomaksi. (Chaitow 2004: 34).



Kuvio 2. Breathing Pattern Disorder/Hyperventilation: a mind body vicious cycle (Chaitow, Leon 2011. Julkaistu tekijän luvalla.)

Toimintahäiriön määrittely ei aina ole johdonmukaista eri aloilla. Tutkijat ja hengitysterapeutit kiistelevät toimintahäiriön määritelmästä. Asiantuntijat arvioivat hengitystä kliinisesti havainnoimalla rintakehän laajentumista, hengitysfrekvenssiä ja -syvyyttä, apuhengityslihasten käyttöä sekä kuuntelemalla hengitysänten laatua. Kapnografia laitteella on mahdollista luotettavasti mitata ja arvioida hengityksen laatua. (Gravenstein 2011: 11.

7 Istuma-asento

”Istuminen, niin yleistä kuin se onkin länsimaalaisessa kulttuurissa, on huolestuttava ja vaarallinen aktiviteetti” (Myers 2009: 211).

Nyky-yhteiskunnassa merkittävä osa työstä tehdään istuma-asennossa. Tutkimusten mukaan perinteinen istuma-asento on kuitenkin ihmisen selälle yksi rasittavimmista asennoista. Perinteinen 90 asteen kulma selän ja reisin välillä kuormittaa välilevyjä hai-

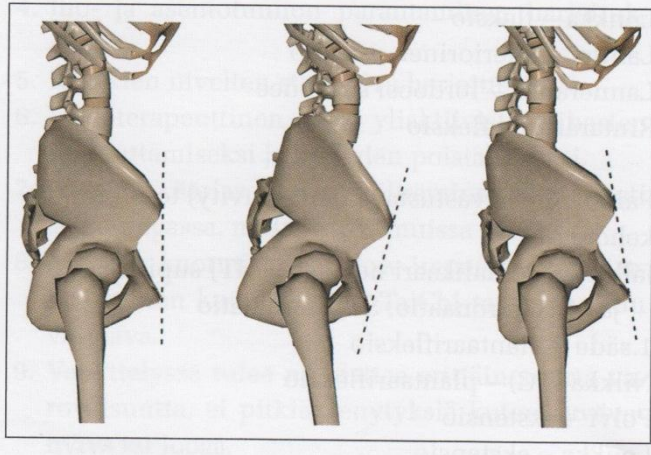
tallisella tavalla. Siltikin monet lääketieteen edustajat ja terveystieteelliset yhä edelleen suosittelivat tätä asentoa. Bashirin ym. 2006 suorittamien magneettikuvausten perusteella, välilevyjen kannalta haitattomin kulma reiden ja vartalon pystyasennon välillä on 135 asteen tai sitä suurempi kulma. Istujan tulisi olla liikkeellä mahdollisimman paljon, jotta aineenvaihdunta ja verenkierto pysyisivät hyvällä tasolla. (Bashir 2006, Ahonen – Sandström 2011: 197–198 mukaan.)

Rangan normaalien mutkien ylläpito on energiatehokkain tapa ylläpitää pystyasentoa painovoimaa vastaan. Kaula- ja lannerangan lordoosi sekä rintarangan kyfoosi muodostavat S-mallisen mutkan jolloin kompressiivoimat kohdistuvat sulavasti nikamasta toiseen. (Richardson – Hides – Hodges 2005: 68; Koistinen 1998: 197; Ahonen – Sandström 2011: 196- 198.) Ihmisen kehon kolme koria: lantio, keskivartalo ja pää, tulee olla luotisuorassa keskenään tasapainoisen kuormituksen saavuttamiseksi. Kun kehon korit ovat poissa linjastaan, niihin syntyy kiertäviä voimia ylikuormittaen tukirakenteita. (Ahonen – Sandström 2011: 185.)

7.1 Neutraalivyöhyke

”Neutraalivyöhyke on alue, jolla nikamien välinen liike pääsee tapahtumaan neutraalin ryhdin vallitessa. Samalla passiivinen selkäranka tarjoaa vain vähäisesti vastusta liikkeelle eli nivelsiteen ja muut sidekudosrakenteet ovat rennossa asennossa” (Ahonen – Sandström 2011: 192).

Lantion neutraaliasennossa eli keskiasennossa, lannerangan nikamien nivelet ovat keskiasennossaan muodostaen loivan lordoosin lannerankaan. Tällöin SIAS (spina iliaca anterior superior) ja SIPS (spina iliaca posterior superior) ovat samalla tasolla ja linjassa suhteessa neutraaliasentoon. Lantion neutraali keskiasento on ensisijaisen tärkeää, sillä se mahdollistaa rangan muiden nivelten toimimisen keskiliikeradalla. Lisäksi lannerankaa tukeva multifiduslihas toimii parhaiten kun lantion ja lannerangan asento ovat optimaalisia. (Koistinen 1998: 39–42; Richardson ym. 2005: 165; Ahonen – Sandström 2011: 192.)



Kuvio 3. Lantion keskiasento (vasemmalla), lantio kääntynyt anterioriseen rotaatioon (keskellä) ja lantio kääntynyt posterioriseen rotatioon (oikealla). (VK Kustannus, Liikkuva ihminen / PT studio Oy. Julkaistu tekijän luvalla)

Asennonhallinnan merkitys korostuu, kun luu- nivelrakenteet sekä rangan ligamentit ovat löysimmillään (Smith ym. 2005: 14,16) Tässä asennossa selän posturaaliset lihakset, erector trunci, tekevät töitä. Lihaksissa on runsaasti rautapitoista myoglobiinia, joka sitoo verestä happea. Nämä lihakset kestävät hyvin pitkäaikaista rasitusta ja pysyvät varastoimaan sekä luovuttamaan happea tarvittaessa aineenvaihduntaan. Hyvässä asennossa viihtyminen riippuu suurelta osin siitä, kuinka kestävätkin lihakset ovat.

"Syynä ihmisten huonoon, etukumaraiseen istuma-asentoon on se, että lihaksissa toisin kuin tukikudoksissa, kuten selkärangan välilevyissä tai rustokudoksissa, on tuntohermopäätteitä, joista kipua voidaan aistia. Tämän vuoksi esimerkiksi välilevyjen painetta ei tunneta lainkaan ja niitä voidaan ylirasittaa tietämättä asiasta mitään." (Lasanen 2012).

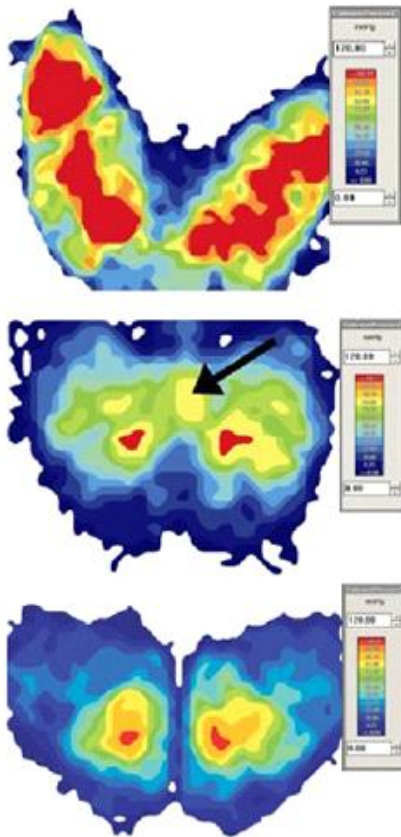
Kuormituksen kannalta otollisemmassa istuma-asennossa istujan paino on istuinluiden päällä, jolloin lantio on omassa neutraaliasennossaan. Tällainen asento sallii ryhdikkään mutta rennon istuma-asennon, jolloin yläruumiin paino on istuinkyhmyjen päällä ja kehon kolme koria asettuvat toistensa päälle ilman kiertäviä voimia.

7.2 Huono istuma-asento

Huonossa istuma-asennossa kehon painopisteet ovat poissa optimaaliselta linjaltaan. On osoitettu, että ranka ei pysty jakamaan kuormitusta optimaalisesti, mikäli se ei ole neutraaliasennossa. (Richardson ym. 2005, 211) Alaselän pyöristyessä ja lannerangan menettäessä luonnollisen lordoosinsa välilevyjen sisäinen paine suuntautuu voimakkaasti takaseinämän fibroottisia säikeitä vasten ja istuma-asennon painopiste siirtyy istuinkyhmyjen posterioriselle osille. Myös lanneselän tukilihakset passivoituvat, niiden myofaskiaaliset rakenteet ylivenyvät ja hermotus inhiboituu. Tukilihasten elpyminen istumisen jälkeen kestää jopa muutaman tunnin. Suurin osa istumapaineesta kohdistuu pakaroille ja takareisille luuden kompressiota pehmytkudoksille, heikentäen lymfa – ja verenkiertoa (Koskelo – Hänninen 1999). Vastaavasti korostuneen lordoosin seurauksena lannerangan anterioriset rakenteet ovat painetta vastaanottavia rakenteita ja kompressiovoimat kohdistuvat korostuneesti fasettinivelille. (Koistinen 1998: 197; Ahonen – Sandström 2011: 192, 198.) Thoraco-lumbaarisen rangan neutraaliasennon häiriintyminen johtaa kineettisen ketjun kautta koko ylävartalon epätasaiseen kuormittumiseen. Alaselkäkivut ovatkin yksi yleisimmistä seurauksista huonosta istuma-asennosta.

Perinteisessä istuma-asennossa, lonkat ja polvet 90 asteen kulmassa, lantioon kohdistuu vääntöä ja lantio pyrkii kallistumaan posteriorisesti, jolloin alaselän ojentajat tekevät töitä tämän asennon pysäyttämiseksi. Välilevypaine kasvaa tässä asennossa, mutta sitä pystyy vähentämään nojaamalla taaksepäin. (Ahonen – Sandström 2011: 196–197.) Lordoosin puuttuminen johtaa korostuneeseen kyfoosiin rintarangassa ja kaularangan alaosassa. Rintakehä lysähtää ja rinta- ja vatsaontelon elinten asento muuttuu. Paineinen tila saattaa huonontaa elinten verenkiertoa ja sitä kautta ravinteiden ja hapensaantia. Korostunut fleksio häiritsee myös alueen lihastasapainoa lyhentäen muun muassa pectoralis lihaksia. Hartiarengas siirtyy hyvän kuormituslinjan etupuolelle kuormittaen niska-hartiaseutua ja olkapään rakenteita. Kompensoidakseen lanne- ja rintarangan kyfoosia yläniskan on taivuttava hyperextensioon, jotta silmien taso pysyisi tavoitteellisessa horisontaalisessa tasossa. Tässä asennossa pää siirtyy luotisuoran muodostavan kuormituslinjan etupuolelle aiheuttaen muun muassa kulumia ja lihasjännitystä, koska pää painaa noin 7 % kehon kokonaispainosta. (Ahonen – Sandström 2011: 186; Myers 2009: 211.) Normaalirakenteisen ihmisen kokonaismassasta 60 % sijaitsee lantion yläpuolella alaraajojen muodostaessa noin 40 % painosta. Yläpainotteinen painonjakautuminen asettaa haasteita tasapainojärjestelmille ja kehon kuormitukselle erilaisissa asennoissa.

7.3 Korkea istuma-asento



Korkeammalla istuma-asennolla, lonkkakulman ollessa noin 130° tai enemmän, on moni hyötyjä perinteiseen istuma-asentoon verrattuna. Korkealla tuolilla istuminen on lähellä seisoma-asentoa, mikä sallii selkärangan luonnollisten kaarien ylläpitämisen. Istuessa korkeammalla välilevyjen paine vähentyy ja kudosten ravinnonsaanti helpottuu. Korkeammassa istuma-asennossa selän hallinta on helpompaa neutraalialueella ja hartiarengas asettuu parempaan asentoon, mikä vähentää niska-hartiaseudun jännitystä. (Bashir 2006, Ahonen – Sandström 2011:196- 198 mukaan)

Kuvio 4. Istumapaineen jakautuminen. Kuvat ylhäältä alas: tavallinen toimistotuoli, yksiosainen satulatuoli, keskiraollinen satulatuoli. (Tekscan 1999).

Ylävartalon painon ollessa istuinkyhmyjen päällä, paine reisien ja pakaroiden alueella on, Tekscan-mittausten (1999) mukaan (kuvio 4), merkittävästi pienempi kuin perinteisessä istuma-asennossa. Kuvassa punainen väri kertoo korkeammasta paineesta ja sininen puolestaan pienemmästä. Korkeammassa istuma-asennossa verenkierto alaraajoihin helpottuu vähentyneen kompression vuoksi. Keskiraolisessa satulatuolissa pudental-valtimo tai -hermo eivät joudu puristuksiin.. Myös paineeseen helposti reagoiva imunestekierto alaraajojen helpottuu, kun lonkka ja polvikulmat ovat suuremmat ja kehonpaino on jakautunut luisille rakenteille pehmytkudosten sijaan. (Koskelo – Hänninen 1999; Koskelo 2010.)

Jukarainen ja Anttonen mittasivat opinnäytetyössään vuonna 2010 EMG:llä lantionpohjan lihasten lepoaktiivisuutta sekä tahdonalaista ja tahdosta riippumatonta aktiviteettiä satula- ja toimistotuolilla. Tutkimukseen osallistui 16 Jyväskylän AMK:n naisopiskelijaa. Tulosten perusteella lantionpohjan- ja vatsalihaksissa havaittiin korkeammat aktiviteetit satulatuolilla istuen verrattuna perinteiseen toimistotuoliin. Satulatuolilla istuminen ke-

hittää siis lantionpohjanlihaksia ja aktivoi asentoa ylläpitäviä ja tukevia lihaksia, mm. multifidus, transversus abdominis sekä internal/external obliques. (Jukarainen – Anttonen 2010.)

Lasanen tutki vuonna 2012 työaseman vaikutusta niska-hartiaseudun ja selkälihasten sekä jalkojen verenkiertoon ja rasiutukseen. Neljäntoista koehenkilön rasiutusta mitattiin pintaalektromyografialla sekä infrapunakuvauksilla ja yksilöllisillä kyselytutkimuksilla. Tutkimuksessa havaittiin, että satulatuolityöasemalla työskenneltäessä yläselän sähköinen lihasaktiivisuus laski työpäivän aikana. Tulokset olivat tilastollisesti merkitseviä. Perinteisellä työasemalla vastaavaa lihasten sähköisen aktiivisuuden laskua ei havaittu. Infrapunakuvausten avulla saatiin selville, että yläselän lämpötila nousi molemmilla työasemilla työskenneltäessä. Yläselän lämpötilojen keskihajonta kasvoi perinteisellä työasemalla työskenneltäessä, mutta satulatuolilla työskenneltäessä keskihajonnassa ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa ennen työpäivää ja työpäivän jälkeen tehtyjen kuvausten välillä. Lihasten ja verenkierron aiheuttama selän alueen lämpötila jakautuu siis tasaisemmin satulatuolilla työskenneltäessä, kun taas selän rasiutuskohdat aiheuttivat epätasaisen lämpöjakauman perinteisellä työasemalla työskenneltäessä. (Lasanen 2012.)

8 Opinnäytetyön toteutus

Idean opinnäytetyön tekemiseen saimme satulatuolin kehittäjän, Veli-Jussi Jalkasen, tutkimushypoteesilistasta. Huomasimme, että hengityksen ja asennon yhteydestä on vain vähän tutkittua tietoa. Joko tutkimukset olivat tiedonhakutaitomme ulottumattomissa tai sitten olimme todella löytäneet uuden näkökulman. Uskomme, että kyse oli hie-man molemmista. Suunnitteluvaiheen jälkeen aloitimme opinnäytetyön kirjallisen työstämisen syksyllä 2011. Toteutimme keuhkotilavuus/frekvenssi-mittaukset Metropolia Ammattikorkeakoulun tiloissa 28.2.2012. Koehenkilöiksi valikoitui 2 koulumme opiskelijaa ja yksi ulkopuolinen henkilö.

Opinnäytetyömme tehtiin yhteistyössä Salli Systemsin kanssa, joka on keskittynyt ergonomisten kalusteiden suunnitteluun ja valmistamiseen. Yrityksellä on maailmanlaajuinen patenti kaksiosaiseen, keskiraolliseen satulatuoliin. Salli Systems tarjosi meille tutkimukseen kaksi kappaletta Sallin Twin satulatuoleja.

8.1 Koehenkilöt

Haimme tutkimushenkilöitä halulomakkeella koulun ilmoitustauluilla kahden viikon ajan. Tällä tavalla emme saaneet koehenkilöitä, vaan mittauspäivän lähestyessä otimme suuremman lähestymistavan ja rekrytoimme tutkittavia suoraan koulun käytäviltä ja tuttavapiiristä. Koeryhmään saimme kaksi naista ja yhden miehen, iältään 22–32 vuotta. Ennakkoon koehenkilölle kerrottiin ainoastaan, että mittaamme hengitystä ja heille annettiin kirjalliset ohjeet tutkimukseen tulevalle (Liite 4). Ennen tutkimusta koehenkilöt täyttivät esitietolomakkeen (Liite 5), jossa kysyttiin perustiedot, fyysinen kunto, koulutustausta, ammatti, lääkitys ja muita tutkimukseen vaikuttavia tekijöitä.

Kaikki koehenkilöt olivat normaalipainoisia BMI:n vaihteluvälin ollessa 18,7–24,3.

Henkilö 1 (H1) oli 22-vuotias nainen, fyysinen kunto subjektiivisen arvion mukaan tyydyttävä. Henkilö 2 (H2) oli 27-vuotias nainen, fyysinen kunto hyvä. Henkilö 3 (H3) oli 32-vuotias mies, fyysinen kunto hyvä.

8.2 Tutkimusasetelma

Tutkimusten keskeisenä tavoitteena oli selvittää kolmen eri istuma-asennon vaikutusta hengityskapasiteettiin ja – laatuun. Mittausvälineinä käytettiin kahta eri mittalaitetta, joita varten otettiin käyttöön viisi eri muuttujaa. Variaabeleja olivat kertahengitystilavuus VT, hengityksen minuuttitilavuus MV, hengitysfrekvenssi spirometrillä FR, uloshengityksen CO₂-pitoisuus ETV ja hengitysfrekvenssi kapnografialla FR.

Tutkimusasetelmassa kolme koehenkilöä H1, H2 ja H3 istuivat kolmessa eri istuma-asennossa kahdessa eri tuolissa. Tutkittavia asentoja olivat lysähtänyt istuma-asento toimistotuolissa (A), suora istuma-asento toimistotuolissa (B) ja korkea istuma-asento satulatuolissa (C) (kuvio 5). Tutkimukseen sisältyy näin 3 eri muuttujaryhmää; hengitysfunktiot (havaintoarvot eri laitteilla), koehenkilöt (yksilölliset ominaisuudet) ja istuma-asento (istuin). Havaintosarjojen kesto oli spirometrillä 60s ja kapnografialla 90s.

Mittauskertoja kertyi jokaisessa tutkimusasetelmassa 9 mittausta (3 henkilöä * 3 asentoa). Spirometrillä mittausaika oli aina 60 s ja kapnografialla 90 s. Yhteensä mittausaikaa kertyi kapnografialla 810 s eli 13,5 min ja spirometrillä 540 s eli 9 min. Yhteensä mittaukset kestivät 22 min 30 s.

8.3 Aineisto analyysimenetelmät

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää miten eri istuma-asennot vaikuttavat hengitysfunktioihin. Otanta oli pieni mutta se edustaa niin sanottua koeasetelmaa, jonka avulla voi mallintaa laajempaa tutkimusta. Tutkimuksen jälkeen totesimme että näinkin pienellä otannalla voimme tehdä tilastollisia johtopäätöksiä, käyttämällä kuvailevan eli deskriptiivisen tilastotieteen menetelmiä. Laskimme havaintoarvojen keskiarvoista keskiarvot, ja vertasimme joko eri istuma-asentojen hengitysfunktioiden keskiarvoja tai henkilöiden hengitysfunktioiden keskiarvoja kokonaiskeskiarvoihin. Käytimme absoluuttisia lukuja eli havaintoarvoja se suhdelukuja eli prosenttilukuja. Muuttujista ja havaintoarvoista laadimme taulukot ja niiden pohjalta loimme graafiset kuvaajat.

8.4 Mitattavat asennot

Lysähtänyt istuma-asento toimistotuolissa (A)

Tuolin korkeus on säädetty siten, että polvikulma on noin 90 astetta ja jalkapohjat ovat tukevasti maassa. Polvet osoittavat eteenpäin noin lantion levyisessä asennossa. Lanneselkä on pyöristynyt, mutta ei kosketa selkänojaa. Rintarangassa on korostunut kyfoosi ja niska työntynyt eteen. Istuma-asento on passiivinen ja suurin kuormitus on passiivisilla tukirakenteilla



Suora istuma-asento toimistotuolilla (B)

Tuolin korkeus on säädetty siten, että polvikulma on noin 90 astetta ja jalkapohjat ovat tukevasti maassa. Polvet osoittavat eteenpäin noin lantion levyisessä asennossa. Koehenkilö istuu ryhdikkäästi, kuitenkin ylikorostamatta ryhtiä. Koehenkilö on hakenut suoran, mutta rennon istuma-asennon. Lanneselässä on lordoosi ja rintarangassa kyfoosi,



Korkea istuma-asento satulatuolilla (C)

Koehenkilö istuu tuolilla siten, että asento on 15-40cm seisoma-asentoa matalampi jalat tukevasti alustalla samalla linjalla. Lonkkakulma on noin 135 astetta ja alaraajojen välinen kulma noin 90 astetta. Istujan paino on istuinkyhmyjen päällä. Rangassa on seisoma-asentoa mukailevat kuormituslinjat.



Kuvio 5. Istuma-asennot: lysähtänyt istuma-asento, suora istuma-asento toimistotuolilla, satulatuoli.

8.4.1 Tutkimuksessa käytetyt tuolit

Satulatuolina tutkimuksessa oli Salli Systemsin Salli Twin, kaksiosainen satulatuoli, jossa on korkeudensäädön lisäksi kallistusmekanismi. Tuolin runko on valmistettu teräksestä ja istuinosa päällystetty nahalla. Toimistotuoli oli mallia Martela (12 / 1998), käsinojaton pehmustettu tuoli kallistuvalla selkänojalla.



Kuvio 6. Satulatuoli ja toimistotuoli

8.5 Mittalaitteet

Mittareiden valintaan vaikutti ammattikorkeakoulussamme käytössä oleva laitteisto. Päädyimme kahteen mittariin, jotta saisimme kattavammin tietoa sekä hengityskapasiteetista, että -laadusta. Spirometrialaitteisto oli suomalaisen Medikron valmistama. Siihen kuului suukappale, kalibraatiopumppu (malli 9424) ja Spiro2000v1.8 tietokoneohjelmisto tulosten analysointiin. Kapnografia laitteisto oli Better Physiology LTD:n valmistama. Tulosten analysoimisessa käytimme saman valmistajan Capnotrainer - ohjelmistoa.

8.5.1 Kapnografia

Kapnografiaa käytetään monissa maissa yleisesti ensihoidon ja leikkausten tarkkailussa. Se on nopea, helppo ja luotettava tapa seurata potilaan tilaa ja auttaa erityisesti hypocapnean aikaisessa diagnosoinnissa ja sillä on helppo varmistaa muun muassa intuboinnin onnistuminen. Fysioterapiassa kapnografia on osoittautunut myös luotettavaksi työvälineeksi hengityksen toimintahäiriöiden kuten kroonisen hyperventilaation (HVS) diagnosoinnissa sekä ohjauksen ja oikeanlaisen hengitystekniikan opetteluun tukena.

Kapnografia mittaa CO₂ pitoisuuden uloshengitysilmosta ja laskee hengitysfrekvenssin eli hengitystiheyden (x/min). Lisäksi laite tallentaa graafisen hengitysprofiilin, jonka avulla voi tulkita hengitysprosessia tai sen osavaiheita yksityiskohtaisesti myös reaaliajassa. Yleisimmin mittauksessa käytetään nenäkanyyliä eli ”viiksiä”, mutta mittaus on mahdollista toteuttaa myös maskin avulla.

Kapnografia mittaa uloshengitysilmosta End Tidal Carbon Oxide Volumen (ETV), joka kertoo CO₂:n pitoisuuden uloshengityksen lopussa (PeCO₂). Arvot ilmoitetaan elohopeamillimetreinä, yksiköllä mmHg. ETV korreloi hyvin tarkasti valtimoveren hiilidioksidipitoisuuden kanssa (PaCO₂) ja on siksi luotettava ja nopea tapa seurata kaasujenvaihduntaa ja sen tasapainoa myös verenkierrossa. (Gravenstein 2011: 11.)

Hiilidioksidipitoisuuden mittaamiseen käytetään infrapunavaloa, joka absorboi CO₂ molekyyliä. Valo erottaa happi- ja hiilidioksidimolekyylit niiden atomiluvun perusteella. Kaksi happiatomia sisältävä happimolekyyli (O₂) ei absorboi infrapunavaloa. Mittaus perustuu Beer Lambertin lakiin, jonka mukaan absorboituneen infrapunasäteiden määrä on suoraan verrannollinen sitä absorboivan aineen kanssa. Mitä enemmän hiilidioksidia on mitattavassa ilmassa, sitä enemmän infrapunaa absorboituu.

Perusterveillä henkilöillä, lähteistä riippuen, PeCO₂:n tulisi olla 35–45 elohopeamillimetriä (mmHg). Yleisimmin käytetty vaihteluväli on kuitenkin 35-40mmHg. Vaihtelevat pitoisuudet tai PeCO₂ alle 32mmHg voi viitata krooniseen hyperventilaatioon. (Bradley yms. 2002: 181)

8.5.2 Spirometria

Spirometrilla tarkoitetaan keuhkojen toimintakyvyn mittaamista. Spirometria on tärkein yksittäinen keuhkojen toimintakoe. Spirometriassa mitataan keuhkojen tilavuutta ja -tuuletuskykyä, toimintahäiriöiden (obstruktio/restriktio) luonnetta ja -vaikeusastetta sekä -palautuvuutta. Spirometria ja PEF (uloshengityksen huippuvirtausmittaus) yleisyys johtuu siitä että ne ovat välttämättömiä useimpien keuhkosairauksien diagnostiikassa. Useimmat keuhkosairaudet ja monet muut keuhkoihin tai hengitysteihin ja rintakehän liikkuvuuteen välillisesti vaikuttavat sairaudet voivat pienentää spirometriassa mitattavia keuhkojen toimintasuureita (Moodi 2011).

Staattisessa spirometriassa, mitä käytämme opinnäytetyössämme, mitataan hengityksen kerta- ja minuuttitilavuuksia. Dynaamisessa spirometriassa tutkitaan edellä mainittujen lisäksi myös virtausnopeutta ja hengityksen laatua on mahdollista arvioida graafisen käyrän avulla.

Suomessa tehdään vuosittain noin 500 000 virtaus-tilavuusspirometriatutkimusta. Spirometria ja PEF-mittauksilla on merkittävä kansantaloudellinen ja lääketieteellinen merkitys. Tutkimukset ovat oleellisia sairauden määrittelyssä ja myös työkykyisyys- ja leikkaukselpoisuuspäätöksiä tehdessä. (Moodi 2011).

”Kyselytutkimukset osoittavat, että tutkimusten luotettavuus on parantunut, mutta ei ole vielä täysin optimaalisella tasolla kaikissa tutkimuksia suorittavissa yksiköissä. Puutteellisuuksia on edelleen mm. puhalluskäyrien laatukriteerien noudattamisessa. Suurelta osin virheet selittyvät riittämättömällä koulutuksella. Väärä tai väärin tulkittu mittaustulos saattaa johtaa väärään diagnoosiin, väärään hoitoon ja väärään arvioon esim. työkyvyttömyydestä” (Moodi 2009)

Spirometrilla voidaan mitata keuhkojen toiminnallista tilavuutta ja hengityspalkeen liikkuvuutta (FVC). Paras yksittäinen suure, joka kuvaa ventilaatiokykyä, on uloshengityksen sekuntikapasiteetti FEV1 ja näistä on apua erilaisten keuhkojen toimintaa rajoittavien tautien diagnostiikassa. Istuessa keho toimii kuitenkin lähes poikkeuksetta lepo hengityksellä (VT/ MV), koska toimistotyö tms. ei vaadi suurta fyysistä ponnistelua. Tämän takia päädyimme tutkimuksessa mittaamaan arvoja, MV (minuuttitilavuus), VT (kertahengitystilavuus) FR (hengitysfrekvenssi).

9 Mittaukset

Mittasimme keuhkotilavuuksia VT, MV spirometrilla ja hiilidioksiidipitoisuuksia, uloshengitysilmaasta kapnografialla kolmessa istuma-asennossa. Toteutimme mittaukset 28.2.2012 klo 12:30 -15:30. Kunkin koehenkilön kohdalla aikaa mittauksiin kului noin 45 minuuttia. Mittaukset toteutettiin samassa järjestyksessä ja tutkittaville annettiin samat sanalliset ohjeet istuma-asentoihin (Liite 4). Toimistotuolista satulatuoliin siirryttäessä pidimme 5 minuutin tauon, jonka aikana tutkittava poistui koetilasta jaloittelemaan. Tämä tehtiin, koska halusimme minimoida toimistotuolille annetun sanallisen ohjeen ja asennon kautta oppimisen siirtovaikutuksen satulatuolimittaukseen.

Kullekin koehenkilölle tehtiin kuusi eri mittausta; spirometria ja kapnografia kolmessa eri istuma-asennossa. Koehenkilöt ohjattiin mitattavaan istuma-asentoon suullisten ohjeiden mukaan. Emme tehneet lainkaan manuaalista ohjaamista, koska sen toistettavuus on vaikeaa. Koehenkilölle asetettiin tarvittava mittausvälineistö, jonka jälkeen istuma-asento tarkistettiin uudelleen. Ennen varsinaisen mittauksen käynnistämistä koehenkilö sai totutella asentoon ja mittariin noin minuutin ajan. Tällä haluttiin karsia jännityksestä ja totuttelusta aiheutuvia heittoja mittausarvoissa. Spirometria-arvoja tallennettiin yhden minuutin (60 s) ajan ja kapnografia-arvoja puolentoista minuutin (90 s) ajan. Spirometriaohjelmistolla oli mahdollista nauhoittaa ainoastaan 60 sekunnin mittausjaksoja. Kapnografiohjelmistolla tallennuksen kesto oli itse määriteltävissä. Testitilanteessa kunkin koehenkilön mittaus kesti 2 min. Muutamalla mittauskerralla laite ei rekisteröinyt ensimmäisen 10–20 sekunnin tuloksia, joten päädyimme valitsemaan jokaiselta henkilöltä viimeiset 90 s, jolloin kaikilta saatiin sama mittaustulos, joka toisaalta oli mahdollista luotettavien tulosten saamiseksi. Chaitow ja Bradley (2002: 20) mainitsevat, että jo minuutin tai kahden uloshengitysarvojen mittaus antaa luotettavaa tietoa

Tutkimukset suoritettiin Taulukossa 1 esitetyssä järjestyksessä Toteutimme tutkimuksen tässä järjestyksessä minimoidaksemme mittavälineistön vaihtamisesta aiheutuvaa häiriötä.

Taulukko 1. Tutkimusjärjestys

1.	Spirometria	Lysähtänyt istuma-asento
2.	Kapnografia	Lysähtänyt istuma-asento
3.	Kapnografia	Suora istuma-asento
4.	Spirometria	Suora istuma-asento
5.	Spirometria	Korkea istuma-asento
6.	Kapnografia	Korkea istuma-asento

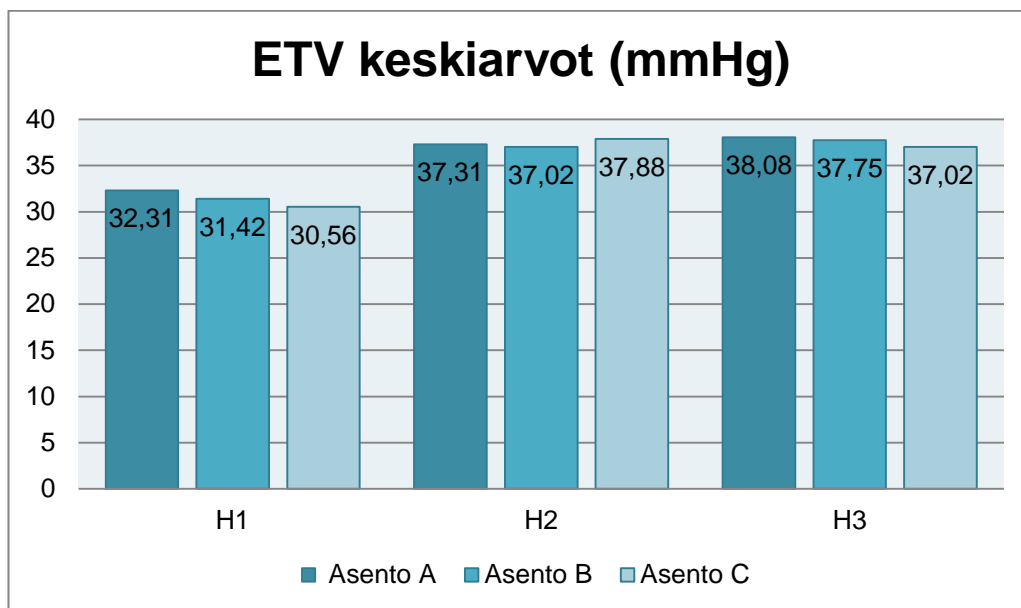
10 Tulokset

Alla on esitetty mitatut tulokset laitteittain ja mittasuureittain. Lopussa esitämme yhteenvedon kaikista tuloksista.

10.1 Uloshengitysilman hiilidioksidipitoisuus kapnografialla

Kolmen koehenkilön hiilidioksidiarvoja mitattiin uloshengitysilma-asta kolmessa eri istuma-asennossa. Mittausajan kesto oli aina 90 sekuntia. Mittauskertoja kertyi yhteensä yhdeksän. Mittausten kokonaiskesto oli siis $9 \times 90 \text{ s} = 810 \text{ s}$ eli 13,5 min. Jokaisesta mittausjaksosta laskettiin keskiarvot (Taulukko 2). ETV-mittausten yhdeksästä (9) keskiarvosta laskettiin jokaiselle istuma-asennolle oma keskiarvonsa. Näin saatiin 3 erilaista keskiarvoa istuma-asennoista A, B ja C. Terveellä henkilöllä ETV arvojen tulisi olla 35-45mmHg. Alentunut arvo ETV:ssä kuvaa epätaloudellista ja häiriintynyttä hengitystoimintaa. Tulokset on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kapnografia ETV keskiarvot



Taulukossa 2. on esitetty ETV keskiarvot istuma-asennoittain ja henkilöittäin. Kahdella henkilöistä (H1 ja H3) ETV arvot olivat korkeimmat istuttaessa lysähtäneessä istuma-asennossa (A). Molemmilla henkilöillä alimmat ETV arvot ilmenivät satulatuolilla (C). Molemmilla henkilöillä, H1 ja H3, tulosten profiilit ovat samansuuntaiset. Suurimmat ETV arvot saatiin lysähtäneessä istuma-asennossa (A), toiseksi suurimmat suorassa istuma-asennossa (B) ja alimmat arvot satulatuolilla (C). Henkilöllä H2 lysähtäneen istuma-asennon arvot olivat, kuten muillakin, korkeammat kuin suorassa istuma-asennossa. Henkilöllä H1, mittausarvot jäivät kokonaisuudessaan viitearvojen alle, henkilöillä H2 ja H3 mittausarvot ovat viitearvojen sisällä asennosta riippumatta. Kokonaisuudessaan eri istuma-asennoissa mitattujen arvojen välillä ei saatu merkittäviä eroja mittaustuloksissa.

Lysähtäneen istuma-asennon (A) keskiarvo koehenkilöillä oli 35,9 mmHg, suorassa istuma-asennossa (B) ka oli 35,4 mmHg ja satulatuolissa (C) ka oli 35,15 mmHg. Kun näistä istuma-asentojen keskiarvoista lasketaan yhteinen keskiarvo, saatiin ETV keskiarvojen keskiarvoksi kapnografialla mitattuna 35,48mmHg. Istuma-asentojen (A, B C) vaikutuksia ETV:hen tutkittiin vertaamalla keskiarvojen keskiarvoja toisiinsa. Lysähtäneessä istuma-asennossa (A) ETV keskiarvo oli 0,5 mmHG suurempi kuin suorassa istuma-asennossa (B) ja 0,75 mmHg suurempi kuin satulatuolilla istuttaessa (C).

Absoluuttisia havaintolukuja kuvaavampia ovat suhteelliset prosenttiluvut. Suhdeluku (100 %), johon kaikkia havaintolukuja verrattiin, saatiin laskemalla keskiarvojen keskiarvoista keskiarvo. Asennon A prosenttiluku oli 101 %, B:n 100 % ja C:n 99 %. Uloshengitysilmaasta mitattu hiilidioksidipitoisuuksien suhteellinen vaihtelu eri istuma-asentojen välillä oli 2 % luokkaa.

Taulukko 3. Kapnografialla mitattu ETV keskiarvot asennoittain ja henkilöittäin (mustalla), sekä henkilöiden ja asentojen keskiarvot (punainen), mittausten suhteellinen keskiarvo (sininen) sekä prosentuaaliset muutokset asentojen välillä (vihreä)

	Asento A	Asento B	Asento C	Keskiarvo
H1	32,31	31,42	30,56	31,43
H2	37,31	37,02	37,88	37,4
H3	38,08	37,75	37,02	37,62
Keskiarvo	35,9	35,4	35,15	<u>35,48</u>
Suht. %	101 %	0 %	99 %	
Muutos %	1 %	0 %	- 1 %	Vaihteluväli 2 %

Kun tarkastelimme vastaavia ETV:n keskiarvoja henkilöiden H1, H2 ja H3 näkökulmasta, erot olivat merkittävästi suurempia (Taulukko 3.). Henkilön H1 keskiarvojen keskiarvo kaikissa istuma-asennoissa oli 31,43 mmHg, henkilön H2 37,40 mmHg ja henkilön H3 37,62 mmHg. Yhteinen keskiarvo oli 35,48 mmHg. Prosenttisuhdeluvuiksi muutettuina vastaavat arvot olivat H1 89 %, H2 105 % ja H3 106 %. Vaihteluväli oli 17 %.

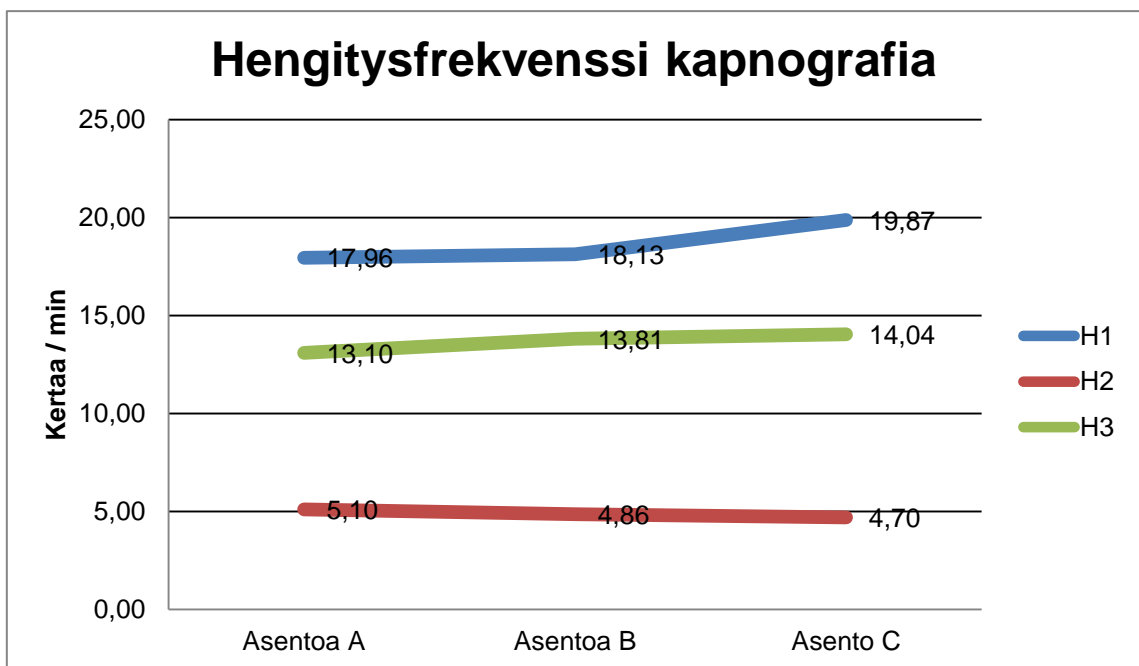
10.2 Hengitysfrekvenssi

Mittasimme hengitysfrekvenssiä molemmilla mittauslaitteilla. Kirjallisuudessa perusterveen henkilön keskimääräiseksi hengitysfrekvenssiksi ilmoitetaan 12 kertaa minuutissa. Tarkoituksena oli myös tutkia millaisia eroja ilmenee mittaustuloksissa laitteista riippuen. Molempia mittareita ei siis käytetty samanaikaisesti, mutta niiden vertailu toisiinsa on silti mahdollista, koska tutkimusasetelma on sama. Mittasimme hengitysfrekvenssiä 60 s otoksina spirometrialla ja 90 s otoksina kapnografialla.

10.2.1 Hengitysfrekvenssi kapnografialla

Taulukossa 4 on esitetty koehenkilöiden H1, H2 ja H3 hengitysfrekvenssin keskiarvot kolmessa eri istuma-asennossa (A, B ja C) kapnografialla mitattuna. Mittausajan kesto oli aina 90 sekuntia. Mittauskertoja kertyi yhteensä yhdeksän. Mittausten kokonaiskesto oli siis $9 \times 90 \text{ s} = 810 \text{ s}$ eli 13,5 min. Henkilöillä H1 ja H3 pienin hengitysfrekvenssi on lysähtäneessä istuma-asennossa (A) ja suurin korkeassa istuma-asennossa satulatuolilla (C), asennon B tuloksen asettuessa näiden väliin. Henkilöllä H2 hengitysfrekvenssi vastaavasti laski siirryttäessä lysähtäneestä istuma-asennosta (A) suoraan istuma-asentoon (B). Pienin keskiarvo mitattiin H2:lla satulatuolilla.

Taulukko 4. Hengitysfrekvenssi kapnografialla



Taulukossa 4 on esitetty hengitysfrekvenssitulokset asennoittain ja henkilöittäin kapnografialla. Lisäksi laskimme istuma-asentokohtaiset keskiarvot sekä henkilöiden keskiarvot (kaka). Näin saatiin 6 erilaista keskiarvojen keskiarvoa, sekä 2 yhteistä viitekeskiarvoa (Taulukko 5.). Lysähtäneen istuma-asennon keskiarvojen keskiarvo koehenkilöillä oli 12,05 FR, suorassa istuma-asennossa kaka oli 12,27 FR ja satulatuolilla kaka oli 12,87 FR. Kun näistä kaikista kolmesta istuma-asennosta laskettiin yhteinen keskiarvo, saatiin hengitysfrekvenssien keskiarvojen keskiarvoiksi kapnografialla mitattuna 12,4 FR.

Taulukko 5. Hengitysfrekvenssien keskiarvot kapnografialla mitattuna asennoittain ja henkilöittäin (mustalla). Henkilöiden tai asentojen yhteenlaskettu keskiarvo (punainen), mittausten suhteellinen keskiarvo (sininen) sekä prosentuaaliset muutokset asentojen välillä (vihreä)

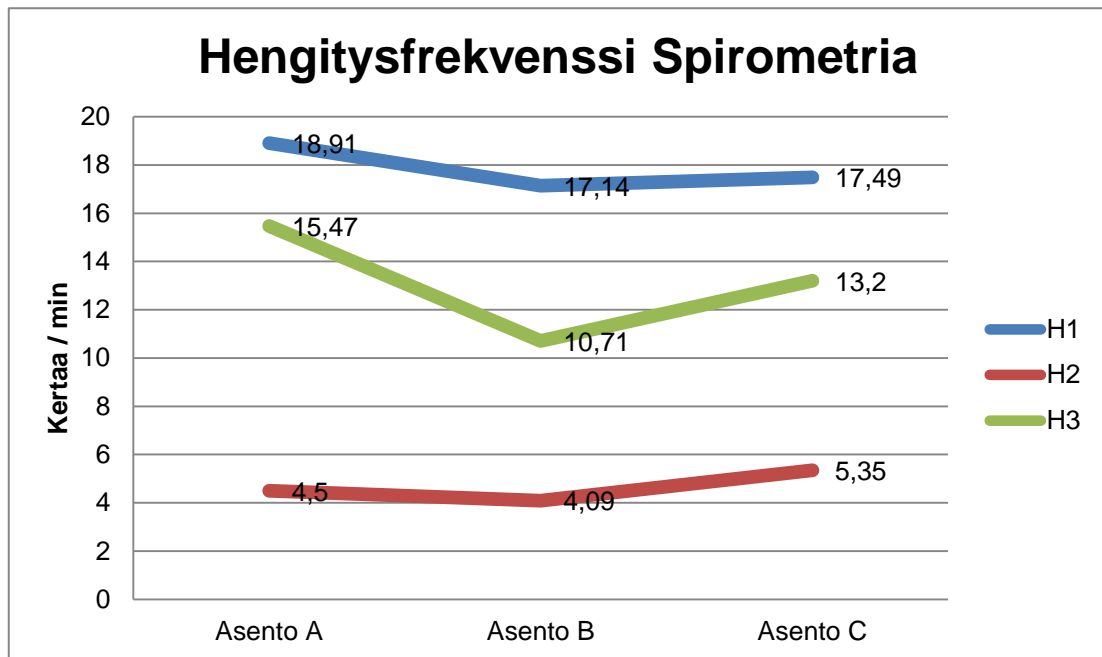
	Asento A	Asento B	Asento C	Keskiarvo
H1	17,96	18,13	19,87	18,65
H2	5,1	4,86	4,7	4,89
H3	13,1	13,81	14,04	13,65
Keskiarvo	12,05	12,27	12,87	12,4
Suht. %	97 %	99 %	104 %	
Muutos %	*-3 %	*-1 %	4 %	Vaihteluväli 7 %

Absoluuttisia havaintolukuja ilmeikkäämpiä ovat suhteelliset prosenttiluvut. Suhdeluku (100 %), johon kaikkia havaintolukuja verrattiin, saatiin laskemalla keskiarvojen keskiarvoista keskiarvo. Asennon A prosenttiluku oli 97 % B:n 99 % ja C:n 104 %. Hengitysfrekvenssin suhteellinen vaihteluväli eri istuma-asennoissa oli 7 %. Henkilöiden H1, H2 ja H3 väliset suhteellisia eroja ei laskettu, koska tutkimuksen tavoitteena oli selvittää istuma-asentojen eroja, eikä henkilöiden välisiä eroja. Verrattaessa suurimpia ja pienimpiä hengitysfrekvenssinsarjoja koehenkilöiden välillä, olisi vaihtelu ollut lähes 400 %.

10.2.2 Hengitysfrekvenssi spirometrialla

Taulukossa 6 on esitetty koehenkilöiden H1, H2 ja H3 hengitysfrekvenssin keskiarvot kolmessa eri istuma-asennossa (A, B, C) spirometrialla mitattuna. Mittausajan kesto oli 60 sekuntia. Mittauskertoja kertyi yhteensä yhdeksän. Mittausten kokonaiskesto oli siis $9 \times 60 \text{ s} = 540 \text{ s}$. Kapnografiasta poiketen henkilöt H1 ja H3 saivat spirometrialla suurimmat FR arvot lysähtäneessä istuma-asennossa (A). Pienimmillään FR oli kaikilla koehenkilöillä suorassa istuma-asennossa (B).

Taulukko 6. Hengitysfrekvenssi spirometria



Jokaisen mittauskerran hengitysfrekvenssien keskiarvoista laskettiin keskiarvot (Taulukko 7). Näin saatiin ka-ka jokaiselle istuma-asennolle (A, B ja C). Lysähtäneen istuma-asennon ka-ka koehenkilöillä oli 12,96, suoran istuma-asennon kaka oli 10,65 ja satulatuolin FR:n kaka oli 12,01. Kun näistä kaikista kolmesta istuma-asennosta laskettiin kakaka, saadaan koko tutkimus hengitysfrekvenssien kokonaiskeskiarvoksi spirometrialla mitattuna 11,87 FR.

Absoluuttisia havaintolukuja ilmeikkäämpiä ovat suhteelliset prosenttiluvut. Suhdeluku (100 %), johon kaikkia havaintolukuja verrattiin, saatiin laskemalla keskiarvojen keskiarvoista keskiarvo. Asennon A prosenttiluku oli 109 %, B:n 90 % ja C:n 101 %. Hengitysfrekvenssin suhteellinen vaihteluväli eri istuma-asennoissa spirometrialla mitattuna oli 11 %. Henkilöiden H1, H2 ja H3 väliset suhteellisia eroja ei laskettu, koska tutkimuksen tavoitteena oli selvittää istuma-asentojen eroja, eikä henkilöiden välisiä eroja.

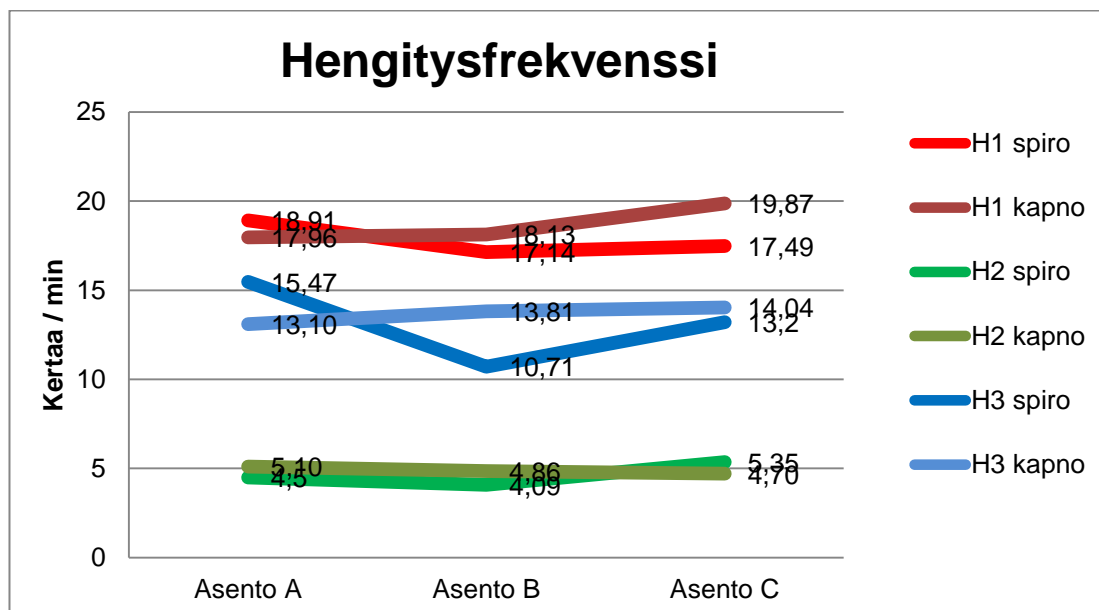
Taulukko 7. Hengitysfrekvenssien keskiarvot spirometrialla mitattuna asennoittain ja henkilöittäin (mustalla). Henkilöiden tai asentojen yhteenlaskettu keskiarvo (punainen), mittausten suhteellinen keskiarvo (sininen) sekä prosentuaaliset muutokset asentojen välillä (vihreä)

	Asento A	Asento B	Asento C	Keskiarvo
H1	18,91	17,14	17,49	17,85
H2	4,5	4,09	5,35	4,65
H3	15,47	10,71	13,2	13,13
Keskiarvo	12,96	10,65	12,01	11,87
Suht. %	109 %	90 %	101 %	
Muutos %	9 %	*-10 %	1 %	Vaihteluväli 19 %

10.2.3 Hengitysfrekvenssi spirometrialla ja kapnografialla

Taulukossa 8 on esitetty hengitysfrekvenssit asennoittain ja henkilöittäin sekä spirometrialla että kapnografialla mitattuna. Kapnografialla mitattuna erot istuma-asentojen välillä eivät olleet yhtä selkeitä, jolloin vaihteluväli jäi 12 % pienemmäksi kuin spirometrialla.

Taulukko 8. Hengitysfrekvenssit kapnografialla ja spirometrialla mitattuna.



10.3 Kertahengitystilavuus spirometrialla

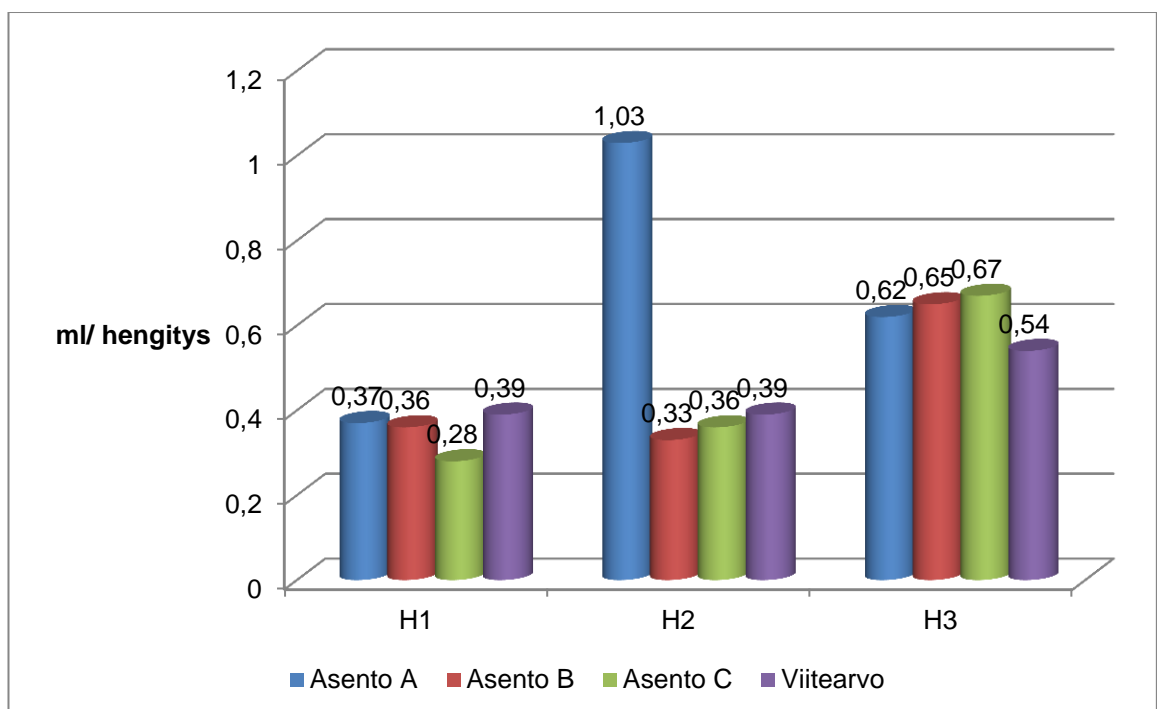
Duodecimin (2008) ohjeistuksissa hengityskonepotilailla kertahengitystilavuusarvoksi on määritelty 6-8 millilitraa ilmaa painokiloa kohden (ml/kg). Laskimme viitteelliset arvot koehenkilöille kaavalla 7ml ilmaa painokiloa kohden. Tällä laskukaavalla voidaan huomioida myös sukupuolien ja yksilöiden väliset erot.

Taulukko 9. Kertahengitystilavuuden laskennalliset viitearvot koehenkilöille.

Henkilö H1	7 ml * 56 kg	392 ml
Henkilö H2	7 ml * 55 kg	385 ml
Henkilö H3	7 ml * 77 kg	539 ml

Kolmen koehenkilön kertahengitystilavuutta mitattiin kolmessa eri istuma-asennossa spirometrialla. Mittausajan kesto oli aina 60 s. Ennen mittauksen aloittamista, koehenkilö sai totutella mittauslaitteeseen ja ohjattuun asentoon puolen minuutin (30 s) ajan. Mittauskertoja kertyi yhdeksän (9). Mittausten kokonaiskesto oli siis $9 \times 60 \text{ s} = 540 \text{ s}$.

Taulukko 10. Spirometrilla mitattu henkilöiden keskimääräinen kertahengitystilavuus eri istuma-asennoissa.



H1 kertahengityksen keskiarvo laski siirryttäessä asennosta toiseen (A, B, C). Henkilöllä H2 mittausarvot poikkeavat huomattavasti toisistaan. Lysähtäneessä istuma-asennossa toimistotuolilla arvo on jopa kaksinkertainen viitearvoihin verrattuna. Muuttujan keskiarvo on hyvin poikkeava muiden havaintojen keskiarvoista. Suorassa istuma-asennossa ja satulatuolilla H2 arvot olivat hyvin lähellä viitearvoja ja toisiaan, jälkimmäisen ollessa hieman suurempi. Henkilöllä H3 olivat mittausarvot miessukupuolesta johtuen suuremmat kuin koehenkilöillä H1 ja H2. Pienin keskiarvo saatiin lysähtäneessä istuma-asennossa (A).

Jokaisen mittauskerran kertahengitystilavuuden keskiarvoista laskettiin keskiarvot (kaka) ja suhteelliset prosenttiluvut, jotka on esitetty tarkemmin taulukossa 11. Näin saatiin kaka jokaiselle istuma-asennolle (A, B ja C). Lysähtäneen istuma-asennon (A) kertahengitystilavuuden keskiarvo koehenkilöillä oli 0,67ml, Suorassa istuma-asennossa kaka oli 0,47 ml ja satulatuolilla 0,44 ml. Kun näistä kaikista kolmesta istumasta lasketaan yhteinen keskiarvo kakaka, saadaan koko kertahengitystilavuuden keskiarvoksi ja viiteluvuksi 0,52 ml.

Taulukko 11. Kertahengitystilavuuden keskiarvot spirometrialla mitattuna asennoittain ja henkilöittäin (mustalla). Henkilöiden tai asentojen yhteenlaskettu keskiarvo (punainen), mittausten suhteellinen keskiarvo (sininen) sekä prosentuaaliset muutokset asentojen välillä (vihreä)

	Asento A	Asento B	Asento C	Keskiarvo
H1	0,37	0,36	0,28	0,34
H2	1,03	0,33	0,36	0,57
H3	0,62	0,65	0,67	0,65
Keskiarvo	0,67	0,47	0,44	0,52
Suht. %	129 %	90 %	85 %	
Muutos %	29 %	*-10%	*-15%	Vaihteluväli 44 %

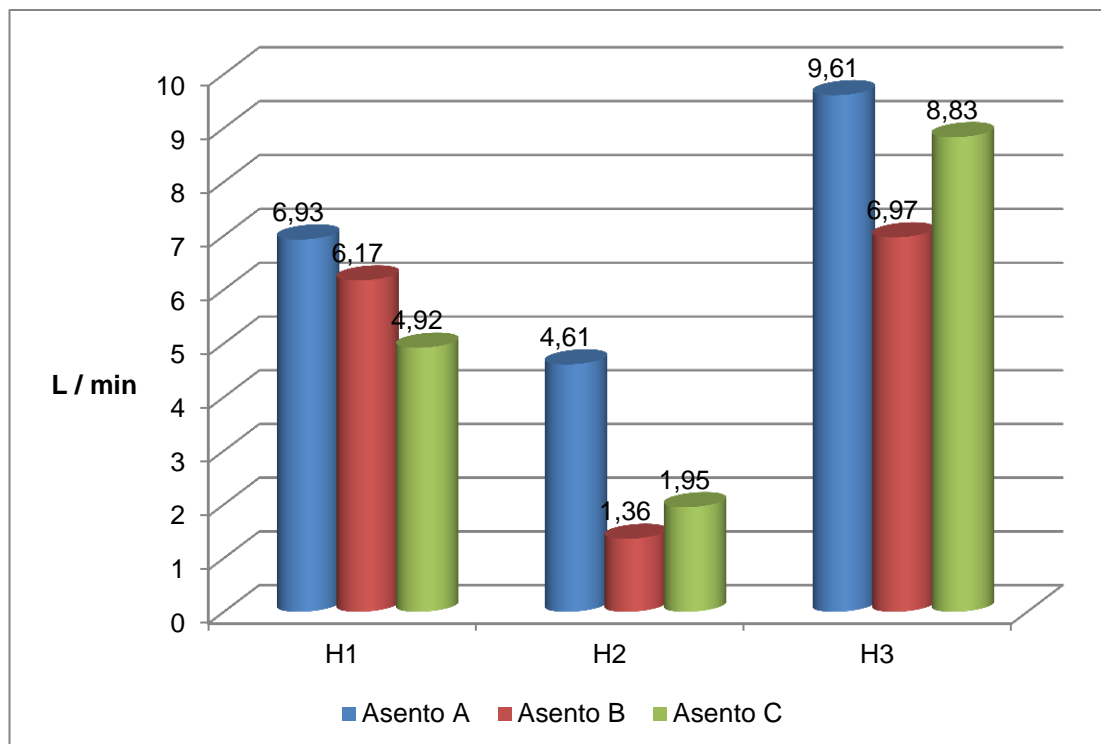
Keskiarvojen keskiarvon mukaan suoran istuma-asennon (B) kertahengitystilavuus (VT) oli 0,03 ml suurempi kuin satulatuolilla ja 0,20 ml pienempi kuin lysähtäneessä istuma-asennossa (A). Satulatuolin ero lysähtäneeseen istuma-asentoon oli 0,23 ml pienempi.

Absoluuttisia havaintolukuja kuvaavampia ovat suhteelliset prosenttiluvut. Suhdeluku (100 %), johon kaikkia havaintolukuja verrattiin, saatiin laskemalla keskiarvojen keskiarvoista keskiarvo. Asennon A prosenttiluku oli 129 %, B:n 90 % ja C:n 85 %. Kertahengitystilavuuden suhteellinen vaihteluväli eri istuma-asennoissa spirometrialla mitattuna oli 44 %. Henkilöiden H1, H2 ja H3 väliset suhteellisia eroja ei laskettu, koska tutkimuksen tavoitteena oli selvittää istuma-asentojen eroja, eikä henkilöiden välisiä eroja.

10.4 Hengityksen minuuttitilavuus

Taulukosta 12 ilmenee spirometrialla yhden minuutin ajan mitattu hengitystilavuus litroina eli minuuttitilavuus (MV). Lähteistä riippuen minuuttihengitystilavuudeksi levossa ilmoitetaan 5-7 litraa riippuen koosta ja sukupuolesta. Ennen mittauksen aloittamista koehenkilö sai totutella mittauslaitteeseen ja ohjattuun asentoon puolen minuutin (30 s) ajan. Kolmen koehenkilön minuuttihengitystilavuutta mitattiin kolmessa eri istuma-asennossa. Mittausajan kesto oli aina 60 sekuntia. Mittauskertoja kertyi yhteensä kuusi. Mittausten kokonaiskesto oli siis $6 \times 60 \text{ s} = 360 \text{ s}$

Taulukko 12. Hengityksen minuuttitilavuus spirometrialla mitattuna.



Kaikilla koehenkilöillä suurin hengitystilavuus oli lysähtäneessä istuma-asennossa. Kaikilla henkilöillä minuuttitilavuus laski siirryttäessä toimistotuolilla lysähtäneestä, suoraan istuma-asentoon. H1 minuuttitilavuus laski siirryttäessä aina asennosta seuraavaan. H2 selkeästi suurin minuuttitilavuusarvo mitattiin istuttaessa lysähtäneessä istuma-asennossa. Tämä on selitettävissä suurella kertahengitystilavuuden keskiarvolla. Pienin arvo saatiin suorassa istuma-asennossa.

H3 mittausarvot ovat joukon suurimmat. Henkilöt H2 ja H3 saivat korkeamman minuuttitilavuuden satulatuolilla, kuin istuttaessa suorassa istuma-asennossa. Mittaustulosten profiili on samansuuntainen henkilöillä H2 ja H1. Suurin mittausarvo saatiin lysähtäneessä istuma-asennossa, pienin suorassa istuma-asennossa, satulatuolin jäädessä näiden mittausarvojen väliin.

Henkilöllä H1 kaikki mittausarvot, asennosta tai tuolista riippumatta, ovat lähellä kirjallisuuden esittämiä keskiarvoja. H2 mittausarvot ovat selkeästi matalammat viitearvoihin nähden, suorassa istuma-asennossa ja satulatuolilla jopa merkillisen alhaiset. H3 kaikki mittausarvot olivat viitearvojen rajalla tai jopa niiden yläpuolella. Kaikilla henkilöillä minuuttitilavuus laski siirryttäessä lysähtäneestä, suoraan istuma-asentoon.

Taulukko 13. Hengityksen minuuttitilavuuden keskiarvot spirometrialla mitattuna asennoittain ja henkilöittäin (mustalla). Henkilöiden tai asentojen yhteenlaskettu keskiarvo (punainen), mittausten suhteellinen keskiarvo (sininen) sekä prosentuaaliset muutokset asentojen välillä (vihreä)

	Asento A	Asento B	Asento C	Keskiarvo
H1	6,93	6,17	4,92	6,01
H2	4,61	1,36	1,95	2,64
H3	9,61	6,97	8,83	8,47
Keskiarvo	7,05	4,83	5,23	5,7
Suht. %	123 %	88 %	92 %	
Muutos %	23 %	-12 %	-8 %	Vaihteluväli 31 %

Jokaisen mittauskerran minuuttitulavuudesta laskettiin keskiarvot. Näin saatiin 6 erilaista keskiarvoa. Tutkimuksen tavoitteena on selvittää, miten istuma-asento vaikuttaa hengitystilavuuteen. Asennon A keskiarvo koehenkilöllä oli 7,05 L/min, asennon B 4,83 L/min ja asennon C 5,23 L/min. Kun näistä kaikista kolmesta istumasta lasketaan yhteinen keskiarvo, saadaan koko tutkimusasetelman minuuttitulavuuden keskiarvo, joka oli 5,7 L/min.

Absoluuttisia havaintolukuja ilmeikkäämpiä ovat suhteelliset prosenttiluvut. Suhdeluku (100 %), johon kaikkia havaintolukuja verrattiin, saatiin laskemalla keskiarvojen keskiarvoista keskiarvo, joka oli 5,7 L/min. Asennon A prosenttiluku oli 123 %, B:n 88 % ja C:n 92 %. Minuuttitulavuuden suhteellinen vaihteluväli eri istuma-asennoissa spirometrilla mitattuna oli 31 %. Henkilöiden H1, H2 ja H3 väliset suhteellisia eroja ei laskettu, koska tutkimuksen tavoitteena oli selvittää istuma-asentojen eroja, eikä henkilöiden välisiä eroja.

11 Yhteenveto tuloksista

Tutkimustuloksemme olivat päinvastaisia hypoteesiimme nähden. Kapnografialla mitattuna lysähtäneessä istuma-asennossa toimistotuolilla (A) PeCO_2 osapainearvot (ETV) ulohengitysilmassa olivat kaikkein suurimmat. Muutos suhteelliseen keskiarvoon oli +1 % luokkaa. Vastaavasti hengitysfrekvenssi oli asennossa A pienimmillään. Ero suhteelliseen keskiarvoon oli -3 %. Matalimmat ETV arvot mitattiin asennossa C eli korkeassa istuma-asennossa satulatuolilla. Muutos suhteelliseen keskiarvoon oli -1 %. Asennossa C hengitysfrekvenssi oli kapnografialla mitattuna joukon suurin. Muutos suhteelliseen keskiarvoon oli +4 %. Suora istuma-asento asettui tuloksissa kahden edellä mainitun väliin.

Spirometrilla tulokset olivat hieman erisuuntaisia. Vaihteluvälit asentojen välillä olivat huomattavasti kapnografiaa suuremmat. (FR:ssä 19 %, VT:ssä 44 %, MV:ssä 31 %). Spirometrilla suurimmat arvot saatiin jokaisessa mittauksessa asennossa A. Suhteelliseen keskiarvoon verrattuna asennon A, hengitysfrekvenssi oli +9 %, kertahengitystilavuus +29 % ja minuuttitulavuus +23 %. Spirometrilla mitattuna asennon B tulokset olivat vertailujoukon pienimmät hengitysfrekvenssissä ja hengityksen minuuttitulavuudessa. Suhteelliseen keskiarvoon verrattuna mittaustulokset olivat -10 % FR, VT -10 %

ja MV -12 %. Asennosta C mitattiin joukon pienin kertahengitystilavuus - 15 %. Hengitysfrekvenssi oli. +1 % ja minuuttitulavuus -8 %.

12 Pohdinta

Mittaustuloksista ei saatu yhdensuuntaisia tuloksia, joiden perustella voisi vetää johtopäätöksiä istuma-asentojen eroavaisuuksista hengitysfunktioiden kannalta. Tuloksemme olivat minuuttitulavuuden osalta päinvastaisia Landersin (2003) tutkimukseen (ks. sivu 12) verrattuna. Tutkimuksissamme emme pystyneet toteamaan hypoteesiamme oikeaksi. Yllätykseksemme parhaimmat uloshengityksen hiilidioksidiarvot saimme lysisssä istuttaessa. Löydös on ristiriidassa esittämämme näkökulman kanssa, jossa sellän luonnollisia kuormituslinjoja mukaileva istuma-asento sallisi paremman pallean ja rintakehän liikkeen, vaikuttaen positiivisesti hengitysfunktioihin ja -arvoihin.

Tämä voi johtua siitä, että se on usein ihmiselle tutuin istuma-asento. Monet meistä ovat tottuneet istumaan lysisssä, koska se on helppoa eikä vaadi keskittymistä. Pitkän aikavälin vaikutukset voivat olla merkittävät, mutta ne unohtuvat helposti päivän aikana. Vaikka itseään muistuttaisi hyvästä ryhdistä ja korjaisi asennon, lysisää asento helposti muutaman minuutin jälkeen. Satulatuoli saattaa puolestaan olla vieraampi ja lisätä jännitystä kehossa, painon siirtyessä passiivisilta kudoksilta istuinkyhmyille. Aktiivinen istuminen vaatii myös asentoon keskittymistä. Ei ole itsestään selvää, että asento muuttuu tuolin vaikutuksesta. Hyvä istuma-asento vaatii totuttelua ja harjaantumista. Vaikuttaisi myös siltä, että yksilölliset erot vaikuttavat ETV arvoihin huomattavasti istuma-asentoja enemmän.

Hengitys on voimakkaassa yhteydessä tunnetiloihin, jo pelkkä jännittäminen riittää muuttamaan arvoja. On vaikea arvioida kaikkia niitä muuttujia, jotka vaikuttavat mittaustuloksiin (sisäiset ja ulkoiset tekijät, olosuhteet ja mittaustekniikka.) Hengitysfrekvenssiä mitattaessa, huomattiin mittalaitteistojen välillä huomattavaa poikkeavuutta tuloksissa (Taulukko 8). Hengitysfrekvenssiarvot olivat osittain päinvastaisia mittalaitteesta riippuen. Suurin FR mitattiin spirometrialla lysisääneessä asennossa ja kapnografialla mitattuna samassa asennossa arvot olivat pienimmät. Vertaillen laitteiden vaihteluvälejä kapnografialla saadut tulokset vaikuttavat selkeästi tasaisemmilta vaihteluvälien ollessa 2 % ja 7 %. Spirometrillä tehdyissä mittauksissa vaihteluvälit olivat 19

%, 31 % ja 44 %. Kapnografialla uloshengitysilma mitattiin nenäkanyylilla, suun ollessa kiinni. Mittaustoimenpide on tutkittavalle suhteellisen luonnollisen tuntuinen. Spirometriamittauksissa puolestaan hengitettiin suun kautta suuren suukappaleen läpi jonka lisäksi nenällä hengittäminen estettiin nenäsulkijalla. Herää kysymys voiko koehenkilö ylipäättänsä saavuttaa lepo hengitystä vastaavaa tilaa spirometrialla.

Emme pysty selittämään kaikkia yksilöllisiä eroja hengitystoiminnassa. Aivojen hengityskeskus säätelee hengitysrytmiä ja syvyyttä saamansa palautteen perusteella perifeerisiltä ja sentraalisilta kemoreseptoreilta. On mielenkiintoista huomata että esimerkiksi henkilöillä H2 ja H3 ei ollut juurikaan eroa uloshengityksen hiilidioksidipitoisuuksissa (Taulukko 2). Silti H2 hengitysfrekvenssi kapnografialla mitattuna oli keskimäärin 4,9 kertaa minuutissa ja minuuttitulavuus spirometrilla 2,64 L/min. Henkilöllä H3 vastaavat arvot olivat FR 13,65 ja MV 8,47 L/min. Emme löytäneet selittävää tekijää näillä mittaustuloksille. Henkilön 2 lysähtäneessä istuma-asennossa toimistotuolilla mitattu kertahengitys arvo on jopa kaksinkertainen viitearvoihin verrattuna. Muuttujan keskiarvo on hyvin poikkeava muiden havaintojen keskiarvoista. Tämä saattaa johtua puutteellisesta tai huonosti ymmärretystä ohjauksesta, jännityksestä tai liian syvästä hengityksestä, joka ei vastaa lepo hengitystä. Henkilöllä 3 minuuttitulavuusarvot olivat viitearvojen rajalla tai jopa niiden yläpuolella. Tämä on osittain selitettävissä miessukupuolella ja siten suuremmalla kapasiteetilla. Henkilöllä 1 kaikki mittaustulokset jäivät puolestaan viitearvojen alapuolelle.

Suurempi otanta olisi varmasti tuonut lisää syvyyttä ja tarkkuutta työhömmme. Herää kysymys kuinka paljon tutkimuksen tulokset olisivat muuttuneet jos otanta olisi ollut 10 - 20 henkeä puhumattakaan sadoista. Olemme kuitenkin noviiseja tutkimusten tekemisessä ja laajemman aineiston tilastollinen käsittely olisi suurempia resursseja.

Tutkimuksemme toteuttaminen vain yhtä mittalaitetta käyttäen olisi selkeästi helpottanut työtämme. Halusimme kuitenkin ottaa työhömmme vertailun vuoksi kaksi mittaria laajemman kokonaiskuvan luomiseksi. Lisäksi oli mielenkiintoista vertailla mittalaitteiden välisiä eroja esimerkiksi hengitysfrekvenssiin. Suuremmalla otannalla ja tarkemmalla muuttujien rajauksella olisimme voineet saada luotettavampaa näyttöä asentojen ja tuolien eroavaisuuksista. Spirometrilla mitatut TV ja MV ovat selkeämmin sidonnaisia yksilöllisiin eroihin, kokoon ja sukupuoleen. Lisäksi neljän mitattavan muuttujan pohjalta oli hyvin vaikea vetää johtopäätöksiä, kun mittaustulokset olivat näin moninaisia. Sor-

ruimme ehkä siihen klassisimpaan virheeseen, emmekä rajanneet aihetta tarpeeksi tarkasti.

Tutkimusasetelmamme luo hyvää pohjaa jatkotutkimuksille. Lisäksi jatkotutkimuksen kannalta olisi tarpeellista tuntea enemmän tilastollisia tutkimusmenetelmiä. Saadaksemme luotettavaa tietoa istuma-asennon vaikutuksesta hengitysfunktioihin, tulisi ilmiötä tutkia myös pidemmällä aikavälillä. Oletettavasti muutaman minuutin mittausaika eri asennoissa ei ehdi riittävästi vaikuttaa kehon homeostaasiin erojen havaitsemiseksi. Jatkotutkimusideana olemme kehittäneet ajatusta, jossa toimiston työpisteet muutettaisiin satulatuolikonseptin mukaiseksi. Tässä tutkimuksessa olisi tavoitteena tutkia tapahtuuko hengitysarvoissa muutoksia pidemmällä ajanjaksolla ja suuremmalla otannalla.

Opinnäytetyöhön ryhtyessämme olimme vakuuttuneita, että saisimme parempia mitta-arvoja satulatuolilla. Kypsymiselle ja riippumattoman tieteellisen asenteen omaksumiselle oli opinnäytetyön tekemisen aikana tarvetta. Työn edetessä oletuksemme muuttuivat realistisemmiksi ja opimme suhtautumaan riippumattomammin ja objektiivisemmin omaan tutkimukseemme.

Opinnäytetyötä varten kävimme läpi runsaasti aineistoa hengitykseen liittyen kirjoista, tutkimuksista, lehtiartikkeleista ja muista julkaisuista. Opinnäytetyön suurin anti oli oman ammattitaidon kehittyminen ja syventyminen hengityselimistönfysioterapian osalta. Asiakastilanteita ajatellen, osaamme jatkossa paremmin arvioida ja ottaa huomioon hengitysprosessin mahdollisen syy-yhteyden osana suurempaa kokonaisuutta muun muassa tuki- ja liikuntaelinten vaivojen tai neurologisten ongelmien kohdalla.

Lähteet

Ahonen, Jarmo – Sandström, Marita 2011. Liikkuva Ihminen – aivot, liikuntafysiologia ja sovellettu biomekaniikka. Keuruu: VK-Kustannus Oy

Anttonen – Jukarainen 2010. Kahden eri istuma-asennon vaikutus lantionpohjan lihasten EMG-aktiivisuuteen. Opinnäytetyö, Jyväskylän AMK.

Bjålie, Jan G – Haug, Egil – Sand, Olav – Sjaastad, Oystein V – Toverud, Kari C. 2007: Ihminen. Fysiologia ja anatomia. Helsinki: WSOY

Bjålie, Jan G – Haug, Egil – Sand, Olav – Sjaastad, Oystein V – Toverud, Kari C. 2011: Ihminen. Fysiologia ja anatomia. Helsinki: Sanoma Pro Oy

Calais-Germain, Blandine 2006. Anatomy of Breathing, English version. Seattle, USA: Eastland Press, Inc.

Chaitow, Leon 2004. Breathing pattern disorders, motor control, and low back pain. Journal of Osteopathic Medicine 7, (1): sivut 33-40.

Chaitow, Leon – Bradley, Dinah – Gilbert, Chris 2002. Multidisciplinary Approaches to Breathing Pattern Disorders. Edinburgh, Churchill Livingstone.

Courtney, Rosalba 2009. The functions of breathing and its dysfunctions and their relationship to breathing therapy. International Journal of Osteopathic Medicine Volume 12, Issue3: 78–85.

Duodecim, Suomalainen Lääkäriseura 2011. Keuhkojen toimintakokeet keuhkoah-
taumataudin diagnostiikassa, Spirometria. Verkkodokumentti.
<<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/naytaartikkeli/.../nix00283#s1>> Luettu
20.10.2011

Duodecim, Suomalainen Lääkäriseura 2008. Hengityslaitteprotokolla. Verkkodokumentti
www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=nix01095 Luettu 12.11.2012

Gravenstein, J.S 2011. Capnography. Cambridge University Press, New York.

Haug, Egil – Sand, Olav – Sjaastad, Øysten V – Sillman, Kirsti (suom.) 1994: Ihmisen Fysiologia. Werner Söderström Osakeyhtiö

Hiltunen-Holmberg – Kaikkonen – Lindblom – Yläne – Nienstedt 2003. Galenos - Ihmiselimistö kohtaa ympäristön. WSOY.

Hyvönen, L - Tolonen, S 2012. Vähemmän istumista on enemmän terveyttä? Katsaus istumisen vaikutuksista terveyteen. Opinnäytetyö. Metropolia AMK

Kela/Fpa 2011: Työterveyshuoltotilasto 2009. Verkkodokumentti. <[http://www.kela.fi/it/kelasto/kelasto.nsf/alias/Tth_09/\\$File/Tth_09.pdf?OpenElement](http://www.kela.fi/it/kelasto/kelasto.nsf/alias/Tth_09/$File/Tth_09.pdf?OpenElement)> Luettu 14.5.2012

Kela/Fpa 2010. Taskutilasto. Verkkodokumentti <[http://www.kela.fi/it/kelasto/kelasto.nsf/alias/Tasku_10/\\$File/Tasku_10.pdf?OpenElement](http://www.kela.fi/it/kelasto/kelasto.nsf/alias/Tasku_10/$File/Tasku_10.pdf?OpenElement)> Luettu 14.5.2012

Koskelo, R, Hänninen O 1999. Erilaisten työistuinten vaikutus miesten kivesten lämpötilaan. Kuopion yliopisto.

Koskelo, R 2010. Istumapaineen jakautuminen eri tuolityypeillä. Kuopion yliopisto.

Landers – Barker – Wallentine – McWhorter – Claire, Peel 2003. A comparison of tidal volume, breathing frequency, and minute ventilation between two sitting postures in healthy adults. *Physiotherapy Theory and Practice*, 19: 109–119. 2003: Taylor & Francis Inc.

Lasanen, Juhani 2012. Työaseman vaikutus niska-hartiaseudun ja selkälihasten sekä jalkojen verenkiertoon ja rasiin. Pro Gradu, Teknis-luonnontieteellinen koulutusohjelma. Itä-Suomen yliopisto, Sovelletun fysiikan laitos. Verkkolähde.<http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20120606/urn_nbn_fi_uef-20120606.pdf>. Luettu 12.11.2012.

Martin, Minna – Seppä, Maila – Lehtinen, Päivi – Törö, Tiina – Lillrank, Benita 2010. Hengitys Itsesäätelyn ja vuorovaikutuksen tukena. Mediapinta 2010

Mero – Nummela – Keskinen – Häkkinen 2007. Urheiluvalmennus 2. painos. VK-Kustannus Oy.

Mustajoki, Pertti 2010. Alkaloosi (elimistön nesteiden liiallinen emäksisyys) Duodecim. Verkkodokumentti.

<http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00655> Luettu 14.10.2011.

Myers, Thomas W. 2009: Anatomy Trains, Second Edition: Myofascial Meridians for Manual and Movement Therapist. Churchill Livingstone, Elsevier Limited.

Pesonen, Riikka-Maria – Reitti, Sanna. 2006: ”Ja nyt räjähtävästi..” Virtaus-tilavuusspirometrian ohjausmateriaali. Opinnäytetyö, Jyväskylän AMK.

Richardson, Carolyn – Hides, Julie – Hodges, Paul – Honkala, Siri (suom.) – Honkala, Petri (suom.) 2005. Terapeuttinen harjoittelu ja keskivartalon hallinta, motorisen kontrollin näkökulma alaseläkivun hoidossa ja ennaltaehkäisyssä. VK-Kustannus 2005.

Saarelma, Osmo 2011. Hyperventilaatio (liikahengitys). Duodecim. Verkkodokumentti. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00905> Luettu 12.10.2011

Smith, Michelle D - Russel, Anne –Hodges, Paul 2006. Disorders of breathing and continence have a stronger association with back pain than obesity and physical activity. Australian Journal of Physiotherapy 52: 11–16.

Sovijärvi A – Salorinne Y 2003. Hengityselimistön fysiologiaa ja patofysiologiaa. Teoksessa Sovijärvi A – Ahonen A – Hartiala J – Länsimies E – Savolainen S – Turjanmaa V – Vanninen E (toim.) 2003: Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki: Duodecim.

Sovijärvi A – Salorinne Y. 2005. Keuhkojen fysiologiaa ja patofysiologiaa. Teoksessa Kinnula V – Brander P – Tukianen P. Keuhkosairaudet. Helsinki: Duodecim

Sovijärvi A – Kainu A– Malmberg P – Pekkanen KL – Piirilä P. 2011. Spirometria- ja PEF-mittausten suoritus ja tulkinta. MOODI, 11.painos, numero 3: 2011.

Sovijärvi A, Kainu A, Malmberg P, Pekkanen KL, Piirilä P. 2009. Spirometria- ja PEF-mittausten suoritus ja tulkinta. MOODI, 11.painos, numero 3: 2009.

Vuori, Ilkka – Laukkanen, Raija 2009. Miksi istumisen tutkiminen on tärkeää?, Liikunta&Tiede 1. 4-7.

Termistö

- ETV: End Tidal Volume. Uloshengitysilmosta mitattava hiilidioksidipitoisuus-arvo. Mitataan kapnografialla. Ilmoitetaan elohopeamillimetreinä yksiköllä mmHG. Tyypillinen vaihteluväli 35-45mmH
- MV: Hengityksen minuuttitilavuus.
- VT: kertahengitystilavuus
- FR: hengitysfrekvenssi
- mmHg: elohopeamillimetri
- CO₂: hiilidioksidi
- O₂: Happi
- PeCO₂: Uloshengitysilman hiilidioksidipitoisuus
- PaCO₂:Valtimoverenhiilidioksidipitoisuus

Spirometria

Spirometrialähetteen sisältö

henkilötiedot: nimi, syntyperä (ellei suomalainen), ikä, pituus, paino, kehonpainoindeksi (BMI), tupakointi (kesto ja määrä, myös aikaisempi tupakointi jos lopettanut), kliiniset esitiedot ja aktueli lääkitys, mahdolliset kuukautiset, inkontinenssi.

Tutkimuksen kontraindikaatiot

Hengitystieinfektio, tuore sydäninfarkti, epästabii angina pectoris, vaikeat rytmihäiriöt, tuberkuloosi, rinta- tai vatsakipu mistä syystä tahansa, suu- tai kasvokipu (, joka haittaa tutkimusta), ilmarinta, keuhkotoimenpiteen välitön jälkitila, ennen aikaisen synnytyksen riski raskauden loppuvaiheessa. (Pesonen – Reitti 2008, Moodi 2011)

Spirometrian suoritus

Ennen aloittamista kalibroidaan laitteisto kalibraatiopumpulla.

- Istutaan selkä suorana. Asento sovitetaan siten, että etäisyys ja korkeus spirometriin nähden ovat sellaisia että ryhti ja kaulan asento pysyvät hyvänä puhaltamisen ajan.
- Asetetaan nenäsulkija
- Asetetaan suukappale suuhun hampaiden väliin, huulet tiiviisti suukappaleen ympärille
- Tutkittavan annetaan hetki totutella laitteistoon, jotta saataisiin arvot vastaamaan normaalia lepo hengitystä.
- Tutkittava hengittää lepo hengityksellä 2 minuuttia, joista rekisteröidään 1 minuutti tutkimusta varten.

Sanalliset ohjeet istujalle

1.1 Toimistotuoli huonossa ryhdissä

Asetu tuolille istumaan siten että takapuolesi on muutaman sentin tuolin takareunasta. Säädä tuolin korkeutta siten että polvikulma on noin 90 astetta ja jalkapohjat ovat tukevasti maassa. Polvet osoittavat eteenpäin noin lantion leveyisessä asennossa. Jalkojen tulee levätä alustalla rennosti ilman ylimääräistä lihastyötä asennon ylläpitämiseksi

Anna alaselän pyöristyä, älä jännitä yläselkää tai hartioita. Aseta yläraajat reisien/ polvien päälle lepäämään. Istu paikallasi katse eteenpäin ja hengitä normaalisti noin 2-3 minuutin ajan.

1.2 Toimistotuoli hyvässä ryhdissä.

Asetu tuolille istumaan siten että takapuolesi on muutaman sentin tuolin takareunasta. Säädä tuolin korkeutta siten että polvikulma on noin 90 astetta ja jalkapohjat ovat tukevasti maassa. Polvet osoittavat eteenpäin noin lantion leveyisessä asennossa. Jalkojen tulee levätä alustalla rennosti kantapäät maassa

Istu ryhdikkäästi. Älä kuitenkaan ylikorosta ryhtiä ojentamalla yläselkää vaan hae hyvä asento kallistamalla lantiota eteen ja taakse, hakien ääripäiden väliltä rennon, mutta suoran istuma-asennon. Aseta kädet reisien päälle lepäämään. Istu paikallasi ja hengitä normaalisti noin 2-3 minuutin ajan, katse eteenpäin. Teippi lattiaan.

1.3 Satulatuolilla

Asetu istumaan tuolin takaa niin, että tuolin korkeus on 15-40senttiä seisoma-asentoa matalampi. Oikean puoleinen vipu säätää korkeutta. Tuo pakaroiden takareuna tuolin takareunan tasolla, siten että reidet ovat 45 astetta vaakatasosta ja haarat auki noin 90 astetta. Keinuta lantiota eteen – ja taakse löytääksesi suoran mutta rennon istuma-

asennon. Istu niin, että kehon painosi on luisilla istuinkyhmyillä, etsi ne laittamalla kädet pakaroiden alle ja etsimällä pakaralan luiset ”möhkäleet”

Tuo kantapäät samalle viivalle. Rullaa tuolia niin lähelle teippiä, kun se on rennosti mahdollista. Tarkoitus on, että sinulla pysyy istuessa yhtä hyvä ryhti kuin seistessä

Ohjeet tutkimukseen tulevalle

Tukimusta ei suositella tehtäväksi ennen kuin on kulunut 2viikkoa hengityselintulehduksen (Esim. flunssan) kliinisestä paranemisesta. Muita poissulkukriteerejä; tuore sydäninfarkti, epästabiili angina pectoris, vaikeat rytmihäiriöt, rinta- tai vatsakipu mistä syystä tahansa, suu- tai kasvokipu (, joka haittaa tutkimusta), ilmarinta, keuhkotoimenpiteen välitön jälkitila, raskaus.

Pukeudu kiristämättömiin vaatteisiin!

nautintoaineet: 4tuntia tupakoimatta, 2 tuntia ilman piristäviä aineita (kahvia, teetä, kolujuomia yms.) sekä välttämällä raskasta ateriala (ei kuitenkaan syömättä). 1vrk ilman alkoholi-juomia. 2 tuntia ilman fyysistä rasitusta.

lääkitys: ilman keuhkoputkiin vaikuttavaa lääkitystä taulukon 1. mukaisesti. Muut kuin keuhkolääkkeet pyydetään ottamaan kaikissa tapauksissa.

Taulukko 1. Spirometria- ja PEF-tutkimuksiin vaikuttavat lääkkeet (kauppanimet). Ennen diagnostista keuhkofunktio tutkimusta tutkittavan tulisi olla ilman seuraavia lääkkeitä vähintään taulukossa mainittu aika.

ANTIKOLINERGIT	
24 t	Atrodual
	Atrovent
	Atrovent comp.
	Ipramol
	Ipratropiumbromid
	Ipraxa
Poikkeus 4 vrk	Spiriva
FENYYLIPROPANOLIAMIINI	
12 t	Rinexin
KORTIKOSTEROIDIT	
Jos hoitavan lääkärin harkinnan mukaan halutaan tutkia tilannetta, jossa todennäköisesti ei ole steroidivaikutusta.	
4 viikkoa	Aerobec
	Alvesco
	Asmanex
	Beclomet
	Budenofalk
	Budesonid
	Dexametason
	Entocort
	Flixotide
	Hydrocortison
	Medrol
	Novopulmon
	Prednisolon
	Prednison
	Pulmicort
	Solomet
LEUKOTRIEENIANTAGONISTIT	
3 vrk	Accolate
	Montelukast
	Singulair
	Astecon
NATRIUMKROMOGLIKAATTI JA NEDOKROMIILI	
12 t	Lomudal
24 t	Tilade
SYMPATOMIMEETIT	
12 t tavalliset	Adrenalin
	Airomir
	Bricanyl
	Buventol
	Ventilastin
	Ventoline
48 t	Foradil
	Formoterol
	Oxis
	Serevent
7 vrk	Onbrez
SYMPATOMIMEETTI JA ANTIHISTAMIINI	
5 vrk	Duact
TEOFYLLIINIT	
3 vrk	Aminocont
	Nuelin depot
	Retafyllin
	Theofol
	Theofol comp
MUUT KEUHKOPUTKIIN VAIKUTTAVAT	
5 vrk	Daxas
YHDISTELMÄVALMISTEET	
(steroidi ja pitkävaikutteinen sympatomimeetti)	
Aika 48 t, jos tutkitaan vain sympatomimeettivastetta, mutta 4 viikkoa, jos halutaan hoitavan lääkärin harkinnan mukaan poissulkea myös steroidivaikutus.	
48 t tai	Innovair
4 viikkoa	Seretide
	Symbicort
YSKÄNLÄÄKKEET	
3 vrk	Kaikki

Esitiedot



nimi:

ikä:

pituus:

paino:

tupakointi (kesto ja määrä, myös aikaisempi tupakointi jos lopettanut):

Onko fyysinen kuntosi mielestäsi

- erinomainen
- hyvä
- tyydyttävä
- huono

ammatti/ koulutustausta:

lääkitys:

onko sinulla tällä hetkellä kuukautiset:

onko sinulla tällä hetkellä selkäkipuja tai virtsanpidättämisvaikeuksia:

Yhteystiedot

puhelinnumero:

s-posti (lähetämme sinulle halutessasi tutkimuksen tulokset):