

Anna Sievinen

Keuhkojen diffuusiokapasiteettilaitteiden menetelmä- ja tulostasovertailu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Bioanalyttikko (AMK)

Bioanalytiikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

10.11.2015

Tekijä(t) Otsikko	Anna Sievinen Keuhkojen diffuusiokapasiteettilaitteiden menetelmä- ja tulostasovertailu
Sivumäärä Aika	40 sivua + 2 liitettä 10.11.2015
Tutkinto	Bioanalyttikko (AMK)
Koulutusohjelma	bioanalytiikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Erikoislääkäri Dos. Päivi Piirilä Laboratoriohoitaja Anna Guldbbrand Lehtori Irma Niittymäki
<p>Diffuusiokapasiteettitutkimusta käytetään keuhkojen toiminnan tutkimiseen. Tässä opinnäytetyössä on tehty tulostasovertailua kahdella diffuusiokapasiteettilaitteella. Työ on tehty Meilahden klinisen fysiologian yksikköön, johon on keväällä 2014 hankittu uusi diffuusiokapasiteettilaitte, joka käyttää vanhasta laitteesta poiketen testikaasuna heliumin sijasta metaania (CH₄), sekä sillä voidaan valita käyttöön vaihtelevat (SentrySuite) asetukset. SentrySuite-menetelmä mahdollistaa myös tarkan diffuusiokapasiteettimittauksen henkilöllä, jolla on pienet keuhkotilavuudet.</p> <p>Tämä työ on tärkeä Meilahden klinisen fysiologian yksikölle, koska uusi diffuusiokapasiteettilaitte tarvitaan päivittäiseen käyttöön. On kuitenkin tärkeää selvittää, että laite antaa luotettavia tuloksia. Vuosi sitten laitteiden välillä on tehty vertailua ja on osoitettu uuden laitteen antavan korkeampia diffuusiokapasiteettituloksia kuin vanha laite, varsinkin pienillä keuhkotilavuuksilla (Husso - Kelkka 2014). Tavoitteina tässä työssä oli jatkaa tulostasovertailua pienten keuhkotilavuuksien osalta uuden ja vanhan laitteen välillä, sekä yrittää selvittää mikä voisi vaikuttaa uuden laitteen korkeampiin tuloksiin.</p> <p>Tutkimusaineistona tässä työssä on 31 tutkimushenkilöä, jotka on jaettu kahteen ryhmään diffuusiokapasiteettitutkimuksen yhteydessä mitatun vitaalikapasiteetin (VC) avulla. Ryhmä 1 koostuu pienikeuhkoisista testihenkilöistä, joiden VC on alentunut ja ryhmä 2 koostuu ns. normaalikeuhkoisista testihenkilöistä, jotka toimivat tutkimuksessa verrokkeina. Tulostasovertailu tehtiin valitsemalla diffuusiokapasiteettitutkimuksen tärkeimmät mittaussuureet, joista laskettiin molempien ryhmien osalta keskiarvot, keskihajonnat, eroprosentit, korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit.</p> <p>Tulokset osoittavat, että uusi laite antaa korkeampia tuloksia molemmilla ryhmillä. Pienikeuhkoisten ryhmässä erot ovat suurempia kuin verrokeilla. Erityisesti diffuusiokapasiteettiarvoissa on suuria eroja. Erojen syytä pienikeuhkoisilla selvitettiin pistekaavioiden avulla. Tutkittiin vaikuttaako näyte- ja hukkatilavuus, hengityksen pidätysaika sekä spiometriatutkimuksessa mitatut FVC ja FEV1 korkeampaan diffuusiokapasiteettitulokseen uudella laitteella. Tämän tutkimuksen perusteella ei löytynyt selkeää syytä, miksi uusi laite antaa korkeampia tuloksia, mutta tämän tutkimuksen pohjalta on hyvä jatkaa erojen selvittelyä suu-remmalla aineistolla.</p>	
Avainsanat	kliininen fysiologia, diffuusiokapasiteetti, tulostasovertailu

Author(s) Title Number of Pages Date	Anna Sievinen Diffusing capacity devices: the comparison of methods and measurement levels 40 pages + 2 appendices 10 November 2015
Degree	Bachelor of Health Care
Degree Programme	Biomedical Laboratory Science
Specialisation option	
Instructor(s)	Päivi Piirilä, Consultant Specialist Physician Anna Guldbrand, Biomedical Laboratory Scientist Irma Niittymäki, Lecturer
<p>The purpose of this study was to analyze and compare the results of two pulmonary diffusing capacity devices. Meilahti hospital's department of Medical Imaging and Physiology have the new diffusing capacity device which uses methane as a test gas while the old device uses helium. With the new device it is possible to use variable settings which is good for persons who have small lungs. A year ago there was made comparison with these two devices and the results of the study was that the measurement level of the new device was higher than the measurement level of the old device. My aim in this study was continue the comparison and also try to find out why the measurement level of the new device was higher.</p> <p>31 patient results were collected for this study. They were divided to two groups due to their vital capacity (VC). Group 1 contains 15 persons who have lower VC and group 2 contains 16 persons who have normal lungs. I made the comparison by using important units of measure in diffusing capacity and I used different statistical tests.</p> <p>The results indicate that the measurement level of the new device was higher than the measurement level of the old device in both groups. Differences were especially high in the units of diffusing capacity and the differences were bigger in group 1. I tried to find out the reasons of differences but according to this study I did not find out why the measurement levels of the new device were higher.</p> <p>This study is important to Meilahti hospital's department of Medical Imaging and Physiology because they have to make sure that the new device will give reliable results before they can use the device. This study helps to continue the results analysis with bigger material.</p>	
Keywords	clinical physiology, diffusing capacity, comparison of measurement levels

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Hengityselimistön rakenne	2
2.1	Hengitystiet	2
2.2	Keuhkorakkulat eli alveolit	3
2.3	Rintaontelo, keuhkot ja keuhkopussi	3
3	Keuhkojen toiminta	4
3.1	Keuhkojen tehtävät	4
3.2	Hengityksen säätely	5
3.3	Keuhkojen toiminnan tutkiminen	5
4	Diffuusiokapasiteettitutkimus	7
4.1	Potilaan esivalmistelu	7
4.2	Kertahengitysmenetelmä	7
4.3	SentrySuite-menetelmä	9
4.4	Diffuusiokapasiteettimittauksen tulkinta	9
4.5	Keuhkosairauksien vaikutus diffuusiokapasiteettiin	10
5	Työn tarkoitus ja tavoite	11
6	Työn toteutus	12
7	Tulokset	13
7.1	Tulostasovertailu	13
7.2	Diffuusiokapasiteettitulosten erojen selvitys pienikeuhkoisilla	24
8	Johtopäätökset	32
9	Pohdinta ja tulosten luotettavuuden arviointi	35
	Lähteet	39
	Liitteet	1

Liite 1 - Suostumuslomake

Liite 2 - Diffuusiokapasiteettisuureiden regressiosuorat

1 Johdanto

Diffuusiokapasiteettitutkimusta käytetään keuhkojen toiminnan tutkimiseen, ja sen avulla voidaan mm. selvittää keuhko-oireiden syitä tai arvioida keuhkokudossairauden vaikeusastetta. Potilaan esivalmistelut ovat erittäin tärkeitä tulosten luotettavuuden kannalta, jotta tutkimustilanne olisi aina samanlainen ja potilaan tuloksia voidaan verrata keskenään. On myös tärkeää, että kaikki diffuusiokapasiteettilaitteet toimivat oikein ja kaikkien laitteiden tuloksiin voidaan luottaa.

Diffuusiokapasiteettitutkimus perustuu yleisimmin kertahengitysmenetelmään, jossa tutkittava hengittää keuhkoihinsa testikaasuseosta, joka sisältää happea, typpeä hiilimonoksidia ja heliumia (tai metaania). Tämän jälkeen hän pidättää hengitystään n. 10 sekuntia ja sen jälkeen puhalttaa takaisin laitteeseen. Laite laskee sisään hengitetyn ja ulospuhalletun ilman hiilimonoksidipitoisuuden perusteella kokonaisdiffuusiokapasiteetin.

Tässä opinnäytetyössä vertaillaan kahta diffuusiokapasiteettilaitetta, jotka ovat menetelmiltään erilaiset. Meilahden kliinisen fysiologian yksikköön on hankittu keväällä 2014 uusi diffuusiokapasiteettilaitte. Uusi laite poikkeaa vanhasta, nyt käytössä olevasta laitteesta siten, että se käyttää testikaasuna metaania (CH₄) heliumin sijasta, sekä siinä on mahdollista käyttää SentrySuite – asetusta. Uusi SentrySuite – menetelmä mahdollistaa myös pienien keuhkotilavuuksien tarkan diffuusiokapasiteettimittauksen (Carefusion Masterscreen SentrySuite – esite). Uudella diffuusiokapasiteettilaitteella on tehty tulostasoverailua vuosi sitten ja vertailun tuloksena osoitettiin uuden laitteen antavan korkeampaa tulostasoa kuin vanha laite (Husso – Kelkka 2014: 38-39). Tässä opinnäytetyössä jatketaan tulostasoverailua etenkin pienten keuhkotilavuuksien osalta, koska aikaisemmassa vertailussa huomattiin, että varsinkin pienikeuhkoisilla oli suuria eroja tuloksissa uuden ja vanhan laitteen välillä.

Tässä työssä tutkimusaineistona on yhteensä 31 tutkimushenkilöä, jotka on jaettu kahteen ryhmään. Ryhmässä 1 on 15 pienikeuhkoista tutkimushenkilöä ja ryhmässä 2 on 16 ns. normaalikeuhkoista verrokkia. Tulostasoverailun lisäksi toisena tavoitteena on selvittää, mistä erot pienikeuhkoisten diffuusiokapasiteettituloksissa laitteiden välillä voisivat johtua. Tarkoituksena on selvittää vaikuttaako vaihteleva näyte- ja hukkatilavuus, hengityksen pidätysaika tai spiometriatutkimuksessa mitatut FVC ja FEV1 korkeampaan diffuusiokapasiteettitulokseen uudella laitteella.

2 Hengityselimistön rakenne

Hengityselimistö muodostuu keuhkoista, rintakehästä, palleasta sekä suun ja nenänielun alueesta. (Salorinne – Sovijärvi. 2003: 143)

2.1 Hengitystiet

Hengitysteiden tehtäviin kuuluu hengitysilman kostuttaminen, lämmittäminen ja puhdistaminen. Hengitystiet jaetaan ylä- ja alahengitysteihin. (Salorinne – Sovijärvi. 2003: 143)

Ylähengitysteihin kuuluvat nenäontelo, suuontelo ja nielu. Nenäontelon kautta pääasiassa tapahtuu sisäänhengitys levossa. Sisäänhengitysilma kostuu ja lämpenee nenän limakalvon verisuonten ansiosta. Nenäontelossa on nk. hengitystie-epiteeliä, joka tarkoittaa sitä, että nenäonteloa peittää lieriöepiteeli, jossa on värekarvaisia ja limaa tuottavia soluja. Hengityksen mukana kulkeutuneet mikrobit ja pienhiukkaset takertuvat limakerrokseen ja värekarvat kuljettavat liman nieluun, josta se päätyy suolahappoa sisältävän mahalaukun pilkottavaksi. Jos nenäontelon kautta ei saada tarpeeksi happea, osa sisäänhengitysilmaasta kulkee suuontelon kautta esimerkiksi rasituksen yhteydessä tai kun nenäontelo on tukossa. Suuontelon kautta ilma kuitenkin kulkee nopeammin, joten keuhkoihin ehtii kulkeutua puhdistamatonta ilmaa ja tällöin hengitystieinfektioiden ja astmaoireiden riski suurenee. Sisäänhengitysilma menee nielun kautta kurkunpään. Nielun limakalvo on kerrostunutta lieriöepiteeliä, joka on kestävämpää kuin hengitystie-epiteeli. (Sand ym. 2012: 357-358).

Alahengitysteihin kuuluvat kurkunpää, henkitorvi, keuhkoputket ja ilmatiehyet. Kurkunpää on rustorakenteinen putki, joka yhdistää nielun henkitorveen. Kurkunpään yläaukon yläpuolella on kurkunkansi, joka avustaa ruokaa ohjautumaan henkitorven takana olevaan ruokatorveen. Kurkunpäässä sijaitsevat myös äänihuulet, jotka muodostavat ääniaaltoja läpi kulkevan ilman avulla. Henkitorvi on kurkunpään jatke, joka muodostuu lasirustokaarista. Rusto tukee henkitorvea ja estää sen muodonvaihtelun sisään- ja uloshengityksen yhteydessä. Henkitorvessa on hengitystie-epiteeliä. Henkitorvi jakautuu kahdeksi pääkeuhkoputkeksi, joista toinen menee oikeaan keuhkoon ja toinen vasempaan.

Keuhkoportti on se kohta, jossa pääkeuhkoputket työntyvät keuhkoon. Keuhkoissa keuhkoputket jakautuvat pienemmiksi haaroiksi. Haarautuminen suurentaa keuhkoputkien yhteenlaskettua poikkileikkauspinta-alaa. Keuhkoissa putket, joissa on rustoa, ovat keuhkoputkia ja haarat, joissa ei ole rustoa, ovat ilmatiehyitä eli bronkiroleja. Hengitystieepiteeliä on myös keuhkoputkissa ja suuremmissa bronkiroleissa. Kuitenkin pienimpien bronkiolien sisäpinnalla on yhdenkertainen kuutioepiteeli, joka ei tuota limaa eikä siinä ole värekarvoja. Tällaisissa bronkiroleissa tapahtuu osa kaasujenvaihdosta ja niitä kutsutaankin hengitystiehyiksi. (Sand ym. 2012: 358-359)

2.2 Keuhkorakkulat eli alveolit

Hengitystiehyet päättyvät keuhkorakkulasäkkeihin, joiden seinämät muodostuvat keuhkorakkuloista eli alveoleista. Niitä ympäröi tiheä hiussuoniverkosto ja runsas määrä sidekudossyitä. Molemmissa keuhkoissa on 150-200 miljoonaa keuhkorakkulaa ja niiden yhteispinta-ala on 75-80m². Myös keuhkojen hiussuoniverkoston yhteenlaskettu pinta-ala on samansuuruinen. Kaasujenvaihto tapahtuu keuhkorakkuloiden ja hiussuonten välisen seinämän kautta. Se koostuu keuhkorakkulan yhdenkertaisesta levyepiteelistä, hiussuonen seinämän endoteelisoluista sekä niiden välissä olevasta tyvikalvosta. Happi ja hiilidioksidi siirtyvät tehokkaasti ja nopeasti alveoli-ilmasta vereen ja päinvastoin. Myös sisäänhengitysilman hiukkaset saattavat päästä keuhkorakkuloihin asti. Siellä on kuitenkin alveolimakrofageja, jotka osallistuvat puolustukseen fagosytoimalla keuhkorakkuloihin päässeet hiukkaset. (Sand ym. 2012: 359-360)

2.3 Rintaontelo, keuhkot ja keuhkopussi

Keuhkot sijaitsevat rintakehän sisällä, rintaontelossa (thoraxontelo). Rintakehä muodostuu selkärangan rintanikamista, kylkiluista, kylkiluiden välisistä kylkivälilihaksista ja rintalastasta. Rintaontelo määräytyy kaulan eri lihasten ja pallean väliin ja se muodostuu kolmesta osasta: kahdesta keuhkopussinontelosta ja välikarsinasta (Laitinen – Laitinen. 2005:24). Pallea on poikkijuovainen lihas, joka erottaa rinta- ja vatsaontelon toisistaan. Keuhkojen välissä sijaitseva alue on välikarsina, jossa on sidekudosta, verisuonia, hermoja, henkitorvi, ruokatorvi ja sydän. (Sand ym. 2012: 361)

Keuhkoja ympäröi keuhkopussi, pleura. Se koostuu yhdenkertaisesta levyepiteelistä ja sen alla on säikeistä sidekudosta. Keuhkopussi muodostuu kahdesta lehdestä: sisusmyötäinen I. viskeraalinen lehti ja seinänmyötäinen I. parietaalinen lehti. Keuhkopussin lehtien välissä on kapea rako, keuhkopussinontelo, pleuraontelo, jossa on ohut neste-kerros. Nesteen tarkoitus on voidella keuhkopussin lehtiä, jotta ne liukuvat lähes kitkatomasti hengityksen aikana. Keuhkot koostuvat lohkoista. Oikeassa keuhkossa on kolme lohkoa ja vasemmassa kaksi. Lohkot helpottavat keuhkojen liikkuvuutta sekä niiden täyttymistä ilmalla. (Sand ym. 2012: 361-362)

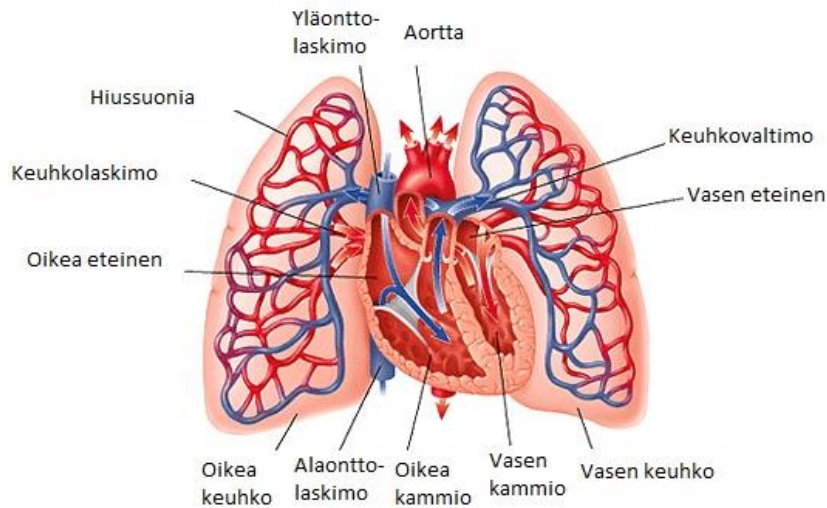
3 Keuhkojen toiminta

3.1 Keuhkojen tehtävät

Keuhkojen päätehtävänä on huolehtia hapen ja hiilidioksidin vaihdunnasta elimistön ja ulkoilman välillä. Keuhkojen kaasujenvaihdunnassa on kolme eri vaihetta: keuhkorakkuloiden tuuletus, kaasujen diffuusio keuhkorakkuloista keuhkokapillaareihin ja kaasujen kuljetus keuhkoverenkierrossa. (Salorinne – Sovijärvi. 2005: 34)

Keuhkojen tuuletus perustuu rintakehän ja pallean liikkeiden aiheuttamiin rintaontelon paineenvaihteluihin. (Salorinne – Sovijärvi. 2005:35) Ilma kulkee aina suuremman paineen alueelta pienemmän paineen alueelle. Alveolipaineen eli ulkoisen ilmanpaineen ja keuhkorakkuloiden paineen välinen ero määrää, virtaako ilma keuhkorakkuloihin vai niistä pois. (Sand ym. 2012: 362-363)

Pieni verenkierto eli keuhkoverenkierto kuljettaa hiilidioksidipitoista verta keuhkoihin. Sydämen oikea kammio pumpppaa isosta verenkierrosta palautuneen veren keuhkovaltimoiden kautta keuhkoihin hapettumaan. Keuhkojen keuhkorakkuloissa tapahtuu kaasujenvaihtoa, kun happi diffundoituu keuhkorakkuloista verenkiertoon. Hapekas veri kulkeutuu keuhkoista keuhkolaskimoita pitkin sydämen vasempaan eteiseen. (Sand ym. 2012: 301-302; Sovijärvi - Salorinne 2005: 40)



Kuvio 1. Keuhkoverenkierto.

3.2 Hengityksen säätely

Hengityksen säätely tapahtuu keskushermostossa, johon tulee tietoa keuhkojen ja rintakehän liikkeistä, veren hiilidioksidi- ja happiosapaineesta sekä veren happamuudesta. Hengityksen tarkoituksena on säilyttää elimistössä riittävä happi- ja hiilidioksidipitoisuus sekä säädellä happo-emästasapainoa. Sisään- ja uloshengityksyrytmiä säätelevät aivorungon ja ydinjatkeen alueen tumakkeet. Ihminen voi myös tahdonalaisesti tiettyyn rajaan asti säädellä hengitystä aivokuoresta tulevilla käskyillä. On mahdollista pidättää hengitystä tai hyperventiloida niin, että siitä aiheutuu voimakas respiratorinen alkaloosi, jonka seurauksena syntyy huimausta. (Sovijärvi - Salorinne 2005: 41-42)

3.3 Keuhkojen toiminnan tutkiminen

Keuhkojen toimintaa voidaan tutkia monilla eri menetelmillä. Spirometria on perustyökalu keuhkojen tuuletuksen arvioimisessa. Spirometriatutkimuksen indikaatiot ovat keuhkosairauksien diagnostiikka ja erotusdiagnoosi, lääkityksen tehon arviointi, työkyvyn arviointi ja toimenpide- ja leikkauksen kelpoisuusselvitykset (Kinnula - Sovijärvi 2005: 233). Spirometrian avulla mitataan ilman virtausta keuhkoputkissa. Sen avulla saadaan selville

mahdolliset poikkeavuudet keuhkotilavuudessa tai virtauksessa. Spirometrian yhteydessä voidaan tehdä myös bronkodilataatiokoe, jossa mitataan poikkeavuuden palautuvuutta. Spirometrian avulla mitataan ventilaatiota, mutta ei kaasujenvaihduntaa. Kaasujenvaihduntaa voidaan mitata diffuusiokapasiteettitutkimuksella. Diffuusiokapasiteettitutkimusta käytetään, kun halutaan tutkia keuhkokudoksen toimintaa ja kaasujen diffuusiota. Diffuusiokapasiteettitutkimusta on tarkemmin käsitelty kappaleessa neljä. (Piirilä 2013:22-27; Tikkanen 2010.)

PEF-puhalluksia voidaan käyttää astman diagnostiikassa ja hoidon seurannassa varsinkin kotioloissa. Tutkimuksen tavallisin indikaatio on krooninen yskä ja hengenahdistus, joihin liittyy epäily astmasta tai keuhkohtaumataudista (Kinnula - Sovijärvi 2005: 231). PEF-puhallukset kuvastavat huippuvirtausta, mutta ei muita uloshengityksen virtauksia. Puhallukset tehdään aamulla ja illalla sekä aina oireiden yhteydessä. Seuranta-ajaksi riittää yleensä 1 viikko ja tulokset kirjataan lomakkeelle. (Lehtimäki 2012; Tikkanen 2010.)

Kun keuhkoputket ovat ahtautuneet tavanomaista voimakkaammin esimerkiksi astmassa tai keuhkohtaumataudissa, puhutaan bronkiaalisesta hyperreaktiivisuudesta. Tällöin keuhkoputkien ahtautumista voidaan mitata histamiini- tai metakoliinialtistuskokeilla. Molemmat menetelmät perustuvat siihen, että annetaan lisääntyvä määrä altistetta ja mitataan vaste FEV1-arvon perusteella. Histamiinialtistuksessa merkitsevää on jos FEV1-arvo alenee 15% ja metakoliinialtistuksessa 20%. Erilaisia rasisuskokeita voidaan käyttää myös voimakkaasti ahtautuneiden keuhkoputkien tutkimiseen. Rasisuskokeessa rasisuksesta johtuvaa ahtaumaa voidaan mitata PEF- ja FEV1-mittareilla. (Piirilä 2013: 31)

Ulospuhalluksen typpioksidimittausta käytetään lähinnä astman diagnostiikassa. Se on menetelmä, jolla arvioidaan eosinofiilistä tulehdusta ja sen astetta. (Ulospuhallusilman typpioksidi 2015.) Typpioksidipitoisuuden lisääntyminen on tyypillisintä allergista astmaa sairastavilla. Tällöin tutkimus on hyödyllinen tulehduksen seuraamiseen. (Piirilä 2013: 32)

4 Diffuusiokapasiteettitutkimus

Diffuusiokapasiteettitutkimus mittaa hengityskaasun siirtymistä keuhkorakulasta keuhkoihussuoneen. Diffuusiokapasiteettitutkimusta käytetään keuhkokudoksen toiminnan tutkimiseen. Diffuusiokapasiteettimittaus on tärkeä tutkimus, kun selvitetään keuhko-oireiden syytä ja arvioidaan keuhkokudossairauden vaikeusastetta. Tutkimusta käytetään myös apuna potilaan työkyvyn tai leikkauskelpoisuuden arvioimisessa sekä sen perusteella voidaan tehdä hoitopäätöksiä. Suomessa diffuusiokapasiteettitutkimuksia tehdään n. 10 000 vuodessa. (Piirilä – Sovijärvi 2006: 565.)

4.1 Potilaan esivalmistelu

Mittaustilanne tulisi vakioda hyvin, koska monet asiat voivat vaikuttaa väärinä tulosta. Ennen tutkimusta on syytä olla tupakoimatta vähintään neljä tuntia sekä välttää raskasta ateriaa, kahvia, teetä, kolajuomia ja muita piristäviä aineita vähintään kaksi tuntia. Ei kuitenkaan ole hyvä tulla tutkimukseen täysin ravinnotta. Alkoholia tulee myös välttää 1,5 vuorokautta. Tavanomaista lääkitystä voi jatkaa normaalisti. (Huslab ohjekirja. Diffuusiokapasiteetti, single breath menetelmä, tavallinen perusmittaus). Tutkimusta varten käytettävissä täytyy olla ajankohtainen hemoglobiiniarvo (<1kk), koska tulos vakiodaan veren hemoglobiinipitoisuuden mukaan. On suositeltavaa, että potilas istuu vähintään 15 minuutin ajan tutkimusosaston odotustilassa ennen tutkimusta, koska fyysisen rasituksen jälkeen keuhkojen verekyys on lepotilannetta suurempi. Mittausta ei yleensä suoriteta akuutin keuhkoinfektion tai astman pahenemisvaiheen aikana ellei haluta tutkia juuri kyseistä tilannetta. (Salorinne 2003: 204). Potilaan pituus ja paino mitataan ennen tutkimusta, sekä tarkistetaan henkilötiedot, lääkitys ja tupakointi. Jos potilas tupakoi, häneltä mitataan hiilimonoksidipitoisuus, koska se vaikuttaa diffuusiokapasiteettitulokseen. (Diffuusiokapasiteettitutkimus. Työohje. 2015)

4.2 Kertahengitysmenetelmä

Diffuusiokapasiteettitutkimuksen tavallisin tekniikka on kertahengitysmenetelmä. Aluksi mitataan hidas vitaalikapasiteetti (VC). Tämän jälkeen tutkittava puhalttaa keuhkot tyhjäksi ja hengittää keuhkot täyteen testikaasuseosta, joka sisältää hapen ja typen lisäksi noin 0,2% hiilimonoksidia ja noin 8% heliumia. Heliumin tilalla voidaan käyttää myös metaania (CH₄). (Piirilä 2013: 27.). Kun potilas on hengittänyt testikaasua, hän pidättää

hengitystään n.10 sekuntia, jonka aikana hiilimonoksidi siirtyy keuhkorakkuloista verenkiertoon. Mitä enemmän hiilimonoksidia poistuu verenkiertoon, sitä suurempi on diffuusiokapasiteetti (DLCO). Hengityksen pidätyksen jälkeen testikaasu puhalletaan takaisin laitteeseen, jolloin laite laskee keuhkojen kokonaisdiffuusiokapasiteetin sisään- ja uloshengitetyn ilman hiilimonoksidipitoisuuden perusteella. Laite antaa myös alveolaarisen keuhkotilavuuden (VA), joka saadaan laskettua heliumin laimentuneen pitoisuuden avulla. Mitä enemmän helium laimenee, sitä suuremmat ovat keuhkot. (Piirilä – Sovijärvi 2006: 565-566.)

Keuhkojen diffuusiokapasiteetin (DLCO) ja alveolaarisen keuhkotilavuuden laskeminen perustuu seuraaviin yhtälöihin:

$$DLCO = \left(\frac{K \times V_A}{t} \right) \times \ln \frac{FICO \times FAHE}{FIHE \times FACO}$$

jossa

$$V_A = \frac{FIHE}{FAHE} \times (V_{IN} - V_{DI})$$

Yhtälöissä lyhenteiden merkitys on seuraava: DLCO = kokonaisdiffuusiokapasiteetti, K = vakio, V_A = alveolaarinen tilavuus, t = hengityksen pidätyksen kesto, FI = sisään hengitetyn kaasun osuus, FA = alveolaarisen kaasun osuus, HE = helium, CO = hiilimonoksidi, V_{IN} = sisäänhengitystilavuus ja V_{DI} = kuollut tila (laitteen ja anatomisen). (Piirilä - Sovijärvi 2006: 566)

Diffuusiokapasiteettimittaus tehdään kaksi kertaa ja mittauksien keskiarvo on varsinainen tulos. Ulospuhallusvaiheessa on 750 ml:n hukkatilavuus ja 600 ml:n näytetilavuus. Jos kuitenkin VC on alle 2 litraa, voidaan joutua pidätysaikaa lyhentämään tai näyte- ja hukkatilavuuksia pienentämään. Heliumin ja CO:n sisään ja ulospuhallettujen pitoisuuksien avulla saadaan mitattua alveolaarinen tilavuus, kokonaisdiffuusiokapasiteetti (DLCO) ja jäännöstilavuus. Spesifinen diffuusiokapasiteetti (DLCO/VA) saadaan kun kokonaisdiffuusiokapasiteetti jaetaan alveolaarisella tilavuudella. Keuhkokudoksen toimin-

taa arvioidessa tulisi aina ottaa huomioon potilaan hemoglobiini (DLCOc =Hemoglobiini-korjattu diffuusiokapasiteetti), koska esim. anemia pienentää ja polysytemia suurentaa diffuusiokapasiteettiarvoa. (Piirilä 2013: 23-30)

4.3 SentrySuite-menetelmä

Meilahden klinisen fysiologian yksikössä on tällä hetkellä käytössä laite, joka käyttää Jaeger Masterscreen PFT-menetelmää. Se perustuu aiemmin kuvattuun kertahengitysmenetelmään, kuten myös uusi Jaeger Masterscreen PFT SentrySuite – menetelmä. Uuden laitteen SentrySuite-menetelmä poikkeaa vanhasta menetelmästä siten, että se käyttää testikaasuna heliumin tilalla metaania (CH₄). Uusi menetelmä voi myös muuttaa näyte- ja hukkatilavuutta tutkittavan keuhkojen tilavuuden mukaan, kun taas vanhassa laitteessa näytetilavuus ja hukkatilavuus ovat vakiot. SentrySuite-menetelmä mittaa hylkäys- eli hukkatilavuuden metaanin uloshuhtoutumisen perusteella. Jos tutkimuksen yhteydessä mitattu vitaalikapasiteetti (VC) on $\geq 1,5$ l, niin näytetilavuus on vakio (600 ml). Jos VC < 1,5 l, niin näytetilavuus riippuu uloshengitystilavuudesta. Uusi SentrySuite-menetelmä mahdollistaa pienten keuhkotilavuuksien tarkan diffuusiokapasiteettimittauksen vaihtelevien asetusten takia. Vanhalla laitteella diffuusiokapasiteettimittaus ei onnistu luotettavasti jos potilaan VC on alle 1,3 litraa. (Carefusion laitemanuaali; Carefusion MS-sentrySuite-esite)

4.4 Diffuusiokapasiteettimittauksen tulkinta

Diffuusiokapasiteetin ja eri tilavuusarvojen tulkinnassa käytetään suomalaisilla potilailla Viljanen ym. (1982) viitearvoja. Suureet, joihin tutkimusvastauksessa kiinnitetään erityistä huomiota ovat: VC, TLC, DLCOc, ja DLCOc/VA. Alla olevassa taulukossa esitetyt luvut ovat prosentteja viitearvosta, joiden mukaan tuloksia tulkitaan. Vastauksessa otetaan kantaa myös mahdolliseen keuhkotilavuuksien alenemaan ja pyritään arvioimaan mistä se johtuu. Spirometriatutkimus antaa tukea diffuusiokapasiteettitulosta arvioidessa, samoin kuin potilaan aikaisemmat diffuusiokapasiteettitulokset. (Diffuusiokapasiteetti. Menetelmäohje. 2015.)

Taulukko 1. Poikkeavuuksien vaikeusasteen arviointi. Luvut ovat prosentteja viitearvosta. (Diffuusiokapasiteetti. Menetelmäohje. 2015.)

	normaali	lievästi ↓	selvästi ↓
VC	126-79	78-65	64-0
TLC miehet	125-80	79-70	69-0
TLC naiset	123-81	80-71	70-0
DLCOC	134-74	73-60	59-0
DLCOC/VA naiset	135-74	73-60	59-0
DLCOC/VA miehet	131-76	75-63	62-0

Kokonaisdiffuusiokapasiteettiarvo (DLCO) kertoo keuhkojen diffuusiokyvyn. Koska hemoglobiini vaikuttaa diffuusiokapasiteettiin, diffuusiokapasiteetti ilmoitetaan hemoglobiinipitoisuudella korjattuna diffuusiokapasiteettiarvona (DLCOC). Diffuusiokapasiteettia tarkastellessa tulee ottaa huomioon keuhkotilavuus, minkä vuoksi käytetään myös spesifistä diffuusiokapasiteettiarvoa (DLCOC/VA) koska DLCOC pienenee keuhkotilavuuden pienentyessä. Jos DLCOC/VA pienenee, on keuhkokudoksen toiminnan häiriö todennäköinen. (Piirilä - Sovijärvi 2006: 565)

4.5 Keuhkosairauksien vaikutus diffuusiokapasiteettiin

Diffuusiokapasiteetti pienenee keuhkoparenkymisairauksissa, joita ovat keuhkofibroosi, allerginen alveoliitti, asbestoosi ja tietyt sarkoidoosin muodot. Tyypillistä parenkymisairauksille ovat myös restriktio, normaalia parempi FEV1/FVC-suhde sekä normaalit tai korkeat virtausarvot. Virtausarvot voivat myös restriktiossa alentua, mutta samassa suhteessa kuin keuhkotilavuus. Diffuusiokapasiteetti pienenee myös keuhkohtaumataudissa emfyseeman (keuhkorakkulaseinämiä tuhoutuminen) vuoksi. Muita tyypillisiä löydöksiä emfyseeman yhteydessä ovat normaali tai suurentunut keuhkojen kokonaiskapasiteetti, pienentynyt vitaalikapasiteetti ja lisääntynyt jäännösilmtila. Keuhkoperfuusion häiriöissä, esim. keuhkoemboliassa, diffuusiokapasiteetti voi pienentyä. Diffuusiokapasiteetti on astmassa normaali. (Kinnula - Sovijärvi 2005: 239)

5 Työn tarkoitus ja tavoite

Työn tarkoituksena oli jatkaa uuden diffuusiokapasiteettilaitteen tulostasovertailua ja selvittää mikä vaikuttaa tulokseen, kun kyseessä on pienet keuhkotilavuudet ja on käytetty SentrySuite – asetusta, jossa näytilavuus ja hukkatilavuus vaihtelevat. Tarkoituksena oli tehdä vertailua vanhan ja uuden laitteen välillä tarkastellen sekä pienikeuhkoisia että normaalikeuhkoisia tutkimushenkilöitä.

Ensimmäinen tavoite oli vertailla tuloksia uuden ja vanhan laitteen välillä käyttäen uudella laitteella SentrySuite-asetusta. Tavoitteena oli vertailla tuloksia pienikeuhkoisten sekä normaalikeuhkoisten ryhmässä ja selvittää kuinka suuria eroja laitteiden välillä on kummassakin ryhmässä ja ovatko erot tilastollisesti merkitseviä. Vertailuun valittiin diffuusiokapasiteettitutkimuksen tärkeimpiä mittaussuureita, jotka ovat seuraavat:

VC = hidas vitaalikapasiteetti

VIN = Sisäänhengitystilavuus

TLC = Kokonaiskapasiteetti

VA = Alveolaarinen tilavuus

RV = Jäännöstilavuus

FRC = Toiminnallinen jäännöskapasiteetti

BHT = Hengityksen pidätysaika

DLCO = Kokonaisdiffuusiokapasiteetti

DLCOc = Hemoglobiinikorjattu kokonaisdiffuusiokapasiteetti

DLCO/VA = Spesifinen diffuusiokapasiteetti

DLCOc/VA = Spesifinen, hemoglobiinikorjattu diffuusiokapasiteetti

Toisena tavoitteena oli selvittää erojen syytä sille, miksi uusi laite antaa suurempia diffuusiokapasiteettituloksia ja tilavuuksia kuin vanha laite. Tarkoituksena oli tehdä selvitystä siitä, voisiko vaihteleva näyte- tai hukkatilavuus tai hengityksen pidätysaika (BHT- Breath Holding Time) tai spirometriassa mitatut tärkeät arvot FEV1 ja FVC vaikuttaa korkeampaan tulokseen uudella laitteella. Tarkoituksena oli tutkia pienikeuhkoisia testihenkilöitä, koska heillä erot ovat olleet suurempia laitteiden välillä.

6 Työn toteutus

Opinnäytetyön suunnitelman pohjalta haettiin tutkimuslupaa, joka myönnettiin 28.5.2015. Työ alkoi diffuusiokapasiteettimittaukseen ja -laitteisiin tutustumisella. Meilahden klinisen fysiologian yksikössä on menetelmiltään kaksi erilaista diffuusiokapasiteettilaitetta. Tällä hetkellä käytössä oleva laite, josta käytetään tässä työssä nimitystä vanha laite, käyttää testikaasuna heliumia ja käyttää asetuksinaan vakioasetuksia. Vakioasetukset tarkoittavat, että näyte- ja hukkatilavuus ovat vakiot (näytetilavuus 600ml, hukkatilavuus 750ml) riippumatta tutkittavan keuhkojen tilavuudesta. Uusi laite käyttää testikaasuna heliumin tilalla metaania, ja uudella laitteella voidaan käyttää ns. vaihtelevia asetuksia (SentrySuite-asetukset), jolloin laite voi suhteuttaa näyte- ja hukkatilavuuden tutkittavan keuhkojen tilavuuteen. Uudella laitteella on kuitenkin mahdollista valita käyttöön myös vakioasetukset.

Tutkittava aineisto kerättiin Meilahden klinisen fysiologian yksikössä kevään 2015 aikana. Kliinisen fysiologian yksikössä työskentelevä henkilökunta valitsi aineistoon sopivia henkilöitä päivittäisten tutkimusten yhteydessä. Kaikilta tutkimukseen osallistuvilta henkilöiltä pyydettiin kirjallinen suostumus (Liite 1) ja tulokset kirjattiin ilman henkilö tietoja, jolloin tutkimushenkilöitä ei voi tunnistaa aineistosta. Aineistossa on yhteensä 31 testihenkilöä, jotka on jaettu kahteen ryhmään diffuusiokapasiteettitutkimuksen yhteydessä mitatun vitaalikapasiteetin (VC) perusteella. Ryhmä 1 koostuu 15 pienikeuhkoisesta testihenkilöstä, joilla VC on alentunut eli on alle 79% viitearvosta (ks. taulukko 1). Ryhmä 2 koostuu 16 ns. normaalikeuhkoisesta testihenkilöstä, jotka toimivat verrokeina. Verrokeilla on jokaisesta mitattavasta suureesta kolme tulosta: yksi vanhalla laitteella, yksi uudella laitteella vakioasetuksin ja yksi uudella laitteella SentrySuite-asetuksin. Pienikeuhkoisten tuloksia on vain vanhalla laitteella ja uudella laitteella SentrySuite-asetuksin. Pienikeuhkoisten kohdalla vertailtiin tuloksia vanhan ja uuden laitteen välillä. Verrokeilla tuloksia vertailtiin vanhan ja uuden laitteen välillä sekä vakioasetuksin että SentrySuite-asetuksin. Kaikilta testihenkilöiltä oli myös spirometriatutkimuksen tulokset sekä ikä, sukupuoli, paino ja pituus. Aineisto koottiin Excel-tilukoon. SPSS Statistics -ohjelmalla laskettiin jokaisesta mittaus suureesta molemmille ryhmille keskiarvot, keskihajonnat, eroprosentit, korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit.

Toisena tavoitteena oli tehdä selvitystä mistä erot diffuusiokapasiteettituloksissa voisivat johtua. Tarkasteltiin pienikeuhkoisia testihenkilöitä (ryhmä 1) ja pyrittiin selvittämään miten näyte- ja hukkatilavuus, hengityksen pidätysaika sekä spirometriassa mitatut FVC ja FEV1 vaikuttavat diffuusiokapasiteettiin. Tarkasteluun käytettiin pistekaavioita.

7 Tulokset

7.1 Tulostasovertailu

Tutkimusaineisto jaettiin kahteen ryhmään ja tulostasovertailua tehtiin vanhan ja uuden laitteen välillä. Ryhmä 1 tarkoittaa pienikeuhkoisten ryhmää ja Ryhmä 2 on verrokkit. Ryhmällä 1 on tulokset vanhalla laitteella sekä uudella laitteella SentrySuite-asetuksin. Ryhmällä 2 on tulokset vanhalla laitteella, uudella laitteella SentrySuite-asetuksin sekä uudella laitteella vakioasetuksin. Vanhasta laitteesta käytetään tässä nimitystä vanha, uudesta laitteesta SentrySuite-asetuksin käytetään nimitystä uusiSS ja uudesta laitteesta vakioasetuksin käytetään nimitystä uusivakio. Jokainen mittaussuure on käsitelty erikseen sisältäen molempien ryhmien tulokset.

Molemmista ryhmistä on laskettu keskiarvot, keskihajonnat ja eroprosentit. Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit on laskettu myös ryhmittäin. Ryhmän 1 kohdalla tulokset on laskettu vertaamalla uutta laitetta (SentrySuite-asetuksin) vanhaan laitteeseen. Ryhmän 2 kohdalla tulokset on laskettu vertaamalla uutta laitetta SentrySuite-asetuksin vanhaan laitteeseen ja uutta laitetta vakioasetuksin vanhaan laitteeseen.

Hitaasta vitaalikapasiteetista (VC) sekä diffuusiokapasiteettisuureista (DLCO, DLCOc, DLCO/VA, DLCOc/VA) on kuvattu myös regressiosuorat. Diffuusiokapasiteettisuureiden regressiosuorat on esitetty liitteessä 2.

HIDAS VITAALIKAPASITEETTI VC:

Taulukko 2. VC:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

VC	Ryhmä 1		Ryhmä 2		
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	uusivakio
ka	2,193	2,139	4,983	5,036	4,995
sd	0,670	0,647	1,033	1,078	1,057

Eroprosentit ryhmittäin:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **-5,40%**

Ryhmä 2: vanha - uusiSS **5,31%**

vanha - uusivakio **1,25%**

Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:

Ryhmä 1:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,995) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,013) on yli 0,05.

Ryhmä 2:

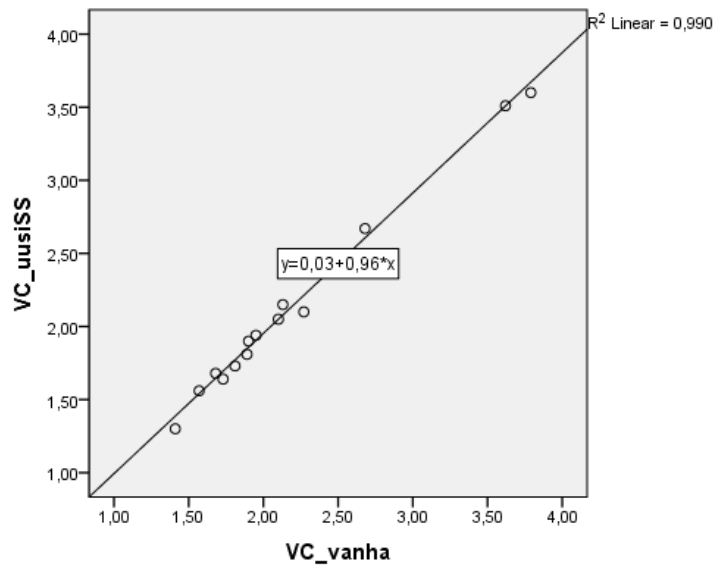
uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,996) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,073) on yli 0,05.

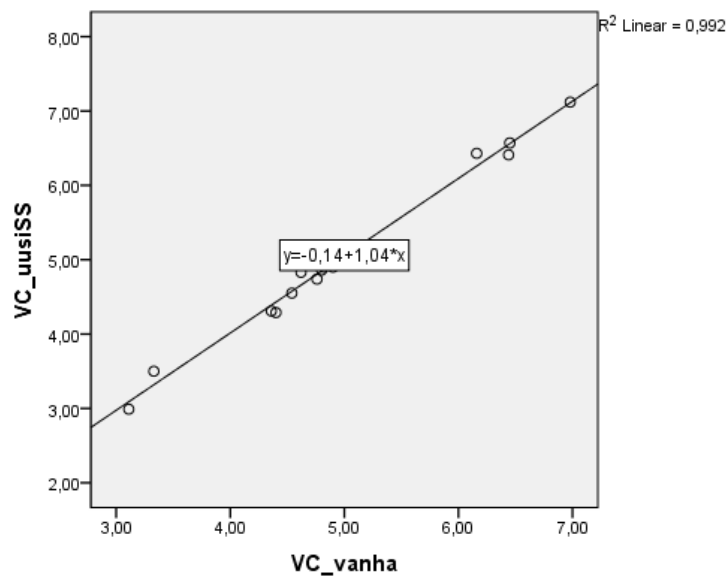
uusivakio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,994) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,675) on yli 0,05.

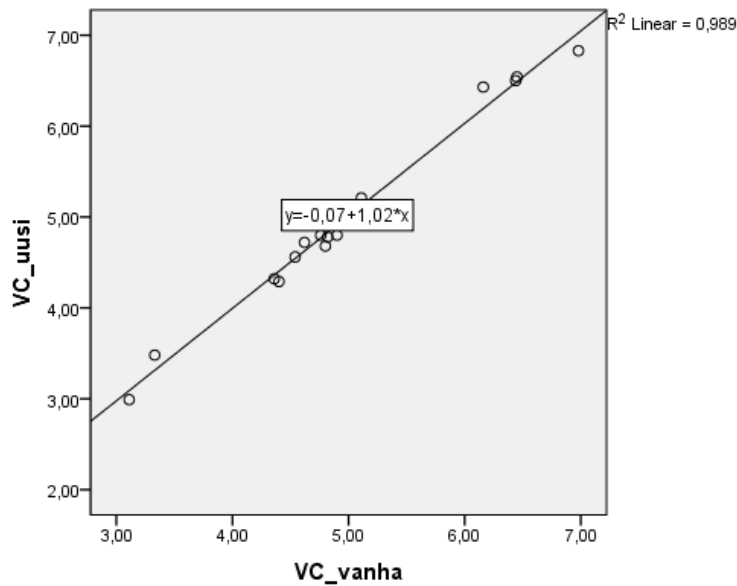
VC:n regressiosuorat on esitetty alapuolella kuvioissa 2-4. Laitteiden välillä on positiivinen lineaarinen yhteys. Kuviossa 2. on VC:n regressiosuora ryhmällä 1. $R^2=0,990$ eli vanhalla laitteella voidaan selittää 99,0% uuden laitteen tuloksista. Kuviossa 3. on VC:n regressiosuora ryhmällä 2 SentrySuite-asetuksin. $R^2=0,992$ eli vanhalla laitteella voidaan selittää 99,2% uuden laitteen arvoista. Kuviossa 4. on VC:n regressiosuora ryhmällä 2 vakioasetuksin. $R^2= 0,989$ eli vanhalla laitteella voidaan selittää 98,9% uuden laitteen arvoista.



Kuvio 2. VC:n regressiosuora ryhmällä 1.



Kuvio 3. VC:n regressiosuora ryhmällä 2 SentrySuite-asetuksiin.



Kuvio 4. VC:n regressiosuora ryhmällä 2 vakioasetuksin.

SISÄÄNHENGITYSTILAVUUS VIN:

Taulukko 3. VIN:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

VIN	Ryhmä 1		Ryhmä 2		
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	uusivakio
ka	1,951	1,912	4,454	4,486	4,460
sd	0,632	0,590	0,914	0,951	0,945

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **-3,93%**

Ryhmä 2: vanha - uusiSS **3,25%**

vanha - uusivakio **0,63%**

Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:

Ryhmä 1:

- ➔ Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,995) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,067) on yli 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,996) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,180) on yli 0,05.

uusivakio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,996) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,779) on yli 0,05.

KOKONAISKAPASITEETTI TLC:

Taulukko 4. TLC:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

TLC	Ryhmä 1		Ryhmä 2		uusivakio
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	
ka	3,482	3,545	6,701	6,868	6,914
sd	0,874	0,860	1,195	1,240	1,283

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **6,33%****Ryhmä 2:** vanha - uusiSS **16,69%**vanha - uusivakio **21,31%****Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:****Ryhmä 1:**

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,948) ja korrelaatio on merkitsevä (0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,413) on yli 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,994) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,000) on alle 0,05.

uusivakio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,991) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,000) on alle 0,05.

ALVEOLAARINEN TILAVUUS VA:

Taulukko 5. VA:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

VA	Ryhmä 1		Ryhmä 2		uusivakio
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	
ka	1,341	1,353	6,015	6,153	6,213
sd	1,753	1,755	1,066	1,098	1,164

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **1,15%**

Ryhmä 2: vanha - uusiSS **13,75%**

vanha - uusivakio **19,81%**

Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:

Ryhmä 1:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,993) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,833) on yli 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,993) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,001) on alle 0,05.

uusivakio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,985) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,003) on alle 0,05.

JÄÄNNÖSTILAVUUS RV:

Taulukko 6. RV:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

RV	Ryhmä 1		Ryhmä 2		uusivakio
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	
ka	1,291	1,405	1,718	1,832	1,919
sd	0,398	0,438	0,352	0,393	0,456

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **11,47%**

Ryhmä 2: vanha - uusiSS **11,44%**

vanha - uusivakio **20,13%**

Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:**Ryhmä 1:**

Korrelaatio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,800) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,131) on yli 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,960) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,001) on alle 0,05.

uusivakio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,876) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,004) on alle 0,05.

TOIMINNALLINEN JÄÄNNÖSKAPASITEETTI FRC:

Taulukko 7. FRC:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

FRC	Ryhmä 1		Ryhmä 2		uusivakio
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	
ka	1,569	1,857	2,933	3,300	3,364
sd	0,541	0,510	0,668	0,668	0,621

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **31,07%** **Ryhmä 2:** vanha - uusiSS **36,75%**
 vanha - uusivakio **43,13%**

Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:

Ryhmä 1:

→ Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,840) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,003) on alle 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

→ Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,950) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,000) on alle 0,05.

uusivakio:

→ Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,883) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,000) on alle 0,05.

HENGITYKSEN PIDÄTYSAIKA BHT:

Taulukko 8. BHT:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

BHT	Ryhmä 1		Ryhmä 2		
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	uusivakio
ka	11,500	11,481	11,066	11,089	10,983
sd	0,707	0,453	0,403	0,231	0,336

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **-1,87%** **Ryhmä 2:** vanha - uusiSS **2,38%**
 vanha - uusivakio **-8,25%**

Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:**Ryhmä 1:**

- Laitteiden välillä on kohtalainen positiivinen korrelaatio (0,409), mutta korrelaatio ei ole tilastollisesti merkitsevä (p-arvo 0,130). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,918) on yli 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on kohtalainen positiivinen korrelaatio (0,313), mutta korrelaatio ei ole tilastollisesti merkitsevä (p-arvo 0,238). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,820) on yli 0,05.

uusivakio:

- Laitteiden välillä on kohtalainen positiivinen korrelaatio (0,480), mutta korrelaatio ei ole tilastollisesti merkitsevä (p-arvo 0,600). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,416) on yli 0,05.

DIFFUUSIOKAPASITEETTI DLCO:

Taulukko 9. DLCO:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

DLCO	Ryhmä 1		Ryhmä 2		uusivakio
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	
ka	2,715	3,503	8,621	8,866	8,836
sd	0,954	0,984	2,143	2,304	2,206

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **78,80%****Ryhmä 2:** vanha - uusiSS **24,50%**vanha - uusivakio **21,50%**Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:**Ryhmä 1:**

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,825) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,000) on alle 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,978) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,075) on yli 0,05.

uusivakio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,980) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,079) on yli 0,05.

HEMOGLOBIINIKORJATTU DIFFUUSIOKAPASITEETTI DLCOc:

Taulukko 10. DLCOc:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

DLCOc	Ryhmä 1		Ryhmä 2		uusivakio
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	
ka	2,772	3,565	8,586	8,828	8,795
sd	1,031	1,034	2,042	2,182	2,085

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **79,27%****Ryhmä 2:** vanha - uusiSS **24,19%**vanha - uusivakio **20,88%****Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:****Ryhmä 1:**

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,842) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,000) on alle 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,976) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,072) on yli 0,05.

uusivakio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,977) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,091) on yli 0,05.

SPESIFINEN DIFFUUSIOKAPASITEETTI DLCO/VA:

Taulukko 11. DLCO/VA:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

DLCO/VA	Ryhmä 1		Ryhmä 2		uusivakio
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	
ka	0,893	1,150	1,423	1,423	1,414
sd	0,263	0,384	0,184	0,191	0,186

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **25,67%** **Ryhmä 2:** vanha - uusiSS **0,06%**
 vanha - uusivakio **-0,81%**

Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:

Ryhmä 1:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,796) ja korrelaatio on merkitsevä (0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,001) on alle 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,916) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,975) on yli 0,05.

uusivakio:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,908) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,697) on yli 0,05.

SPESIFINEN HEMOGLOBIINIKORJATTU DIFFUUSIOKAPASITEETTI DLCOc/VA:

Taulukko 12. DLCOc/VA:n keskiarvot ja keskihajonnat molempien ryhmien osalta.

DLCOc/VA	Ryhmä 1		Ryhmä 2		uusivakio
	vanha	uusiSS	vanha	uusiSS	
ka	0,902	1,163	1,421	1,425	1,409
sd	0,256	0,373	0,184	0,186	0,177

Eroprosentit:

Ryhmä 1: vanha - uusiSS **26,07%** **Ryhmä 2:** vanha - uusiSS **0,38%**
 vanha - uusivakio **-1,19%**

Korrelaatiot ja parittaisten otosten t-testit:**Ryhmä 1:**

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,795) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan on tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,001) on alle 0,05.

Ryhmä 2:

uusiSS:

- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,925) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,842) on yli 0,05.

uusivakio:

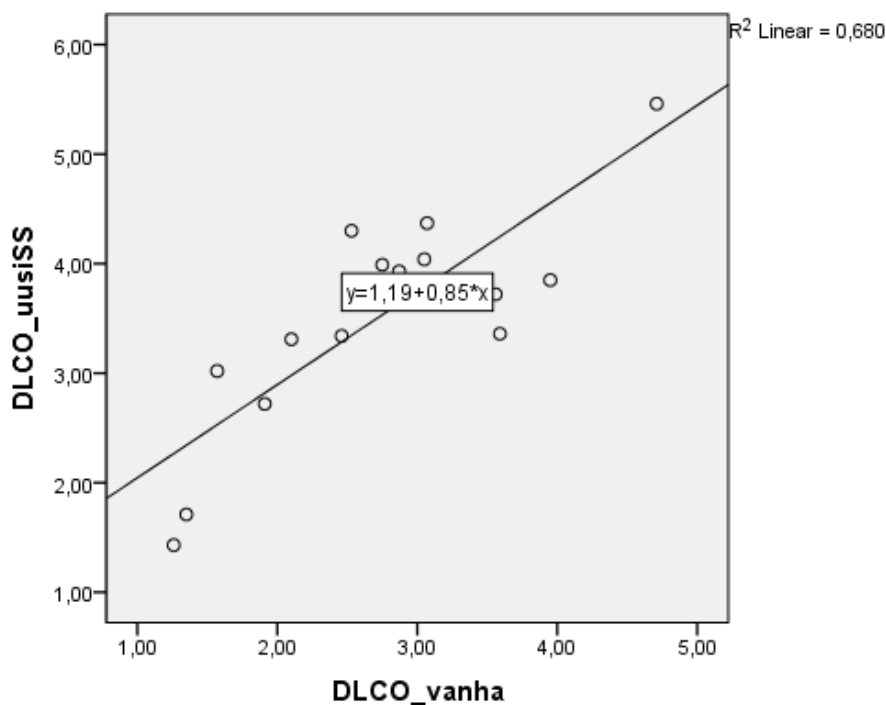
- Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio (0,903) ja korrelaatio on merkitsevä (p-arvo 0,000). T-testin mukaan ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa, koska t-testin p-arvo (0,572) on yli 0,05.

7.2 Diffuusiokapasiteettitulosten erojen selvitys pienikeuhkoisilla

Toisena tavoitteena oli yrittää selvittää, mistä pienikeuhkoisten korkeammat diffuusiokapasiteettitulokset uudella laitteella voisivat johtua. Haluttiin tutkia voisiko uuden laitteen vaihtelevat hukka- ja näytetilavuus, hengityksen pidätysaika tai spirometriatutkimuksesta saadut FVC ja FEV1 vaikuttaa korkeampiin tuloksiin. Käsiteltävänä oli pienikeuhkoisten

ryhmä ja tarkasteltiin kokonaisdiffuusiokapasiteettiä (DLCO). Pienikeuhkoisten ryhmässä (ryhmä 1) aikaisemmin laskettu eroprosentti kokonaisdiffuusiokapasiteetissa on 78,80% verrattaessa uuden laitteen tuloksia vanhan laitteen tuloksiin.

Diffuusiokapasiteetin (DLCO) regressiosuora on esitetty alla olevassa kuviossa 5. Muuttujien välillä on positiivinen lineaarinen yhteys. $R^2 = 0,680$ eli vanhalla laitteella voidaan selittää 68 % uuden laitteen arvoista.

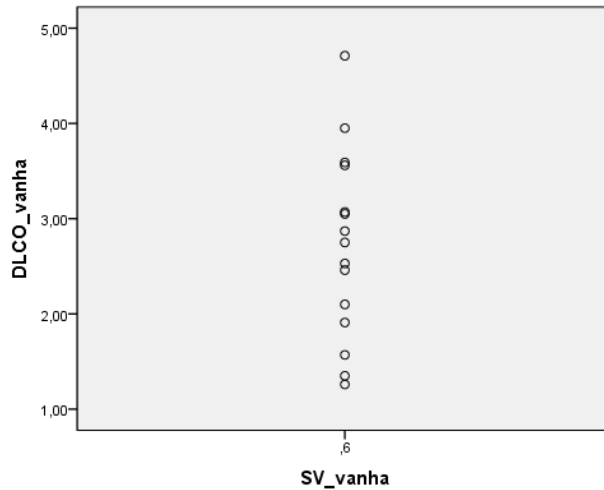


Kuvio 5. DLCO:n regressiosuora ryhmän 1 osalta.

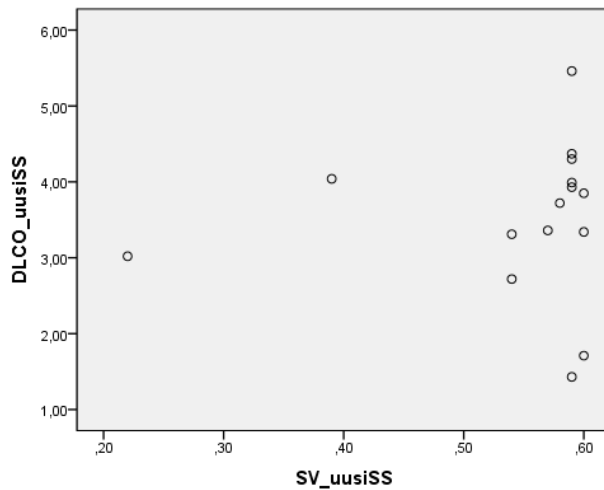
NÄYTE- JA HUKKATILAVUUS

Näyte- ja hukkatilavuus voivat vaihdella uudella laitteella, kun käytössä on SentrySuite-asetukset kun taas vanhalla laitteella näyte- ja hukkatilavuus ovat vakiot. Menetelmää on tarkemmin kuvattu kappaleessa 4.3. Näyte- ja hukkatilavuuden vaikutusta diffuusiokapasiteettiin tutkittiin pistekaavioiden avulla. Näytetilavuudesta käytetään tässä lyhennettä SV (sample volume) ja hukkatilavuudesta käytetään lyhennettä DV (discard volume).

Alapuolella olevista pistekaavioista havaitaan, että vanhalla laitteella näytetilavuus on jokaisella sama eli 600ml ja uudella laitteella näytetilavuus vaihtelee. Suurimmalla osalla tutkittavista näytetilavuus uudella laitteella on kuitenkin lähellä vakioasetusta (600ml). Kaksi testihenkilöä erottuu selvästi joukosta, heillä näytetilavuus on pienempi kuin muilla.



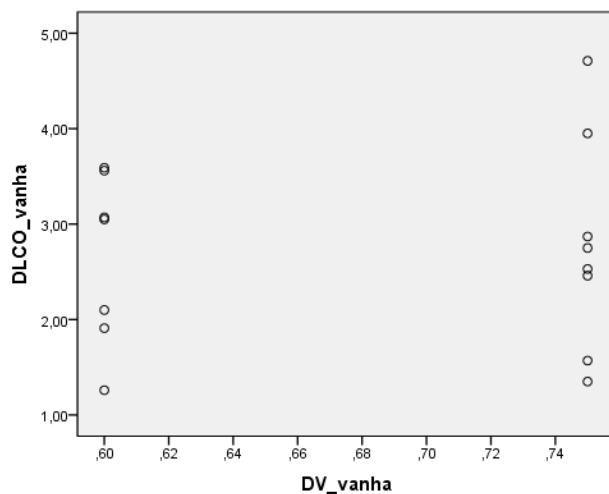
Kuvio 6. Pistekaavio näytetilavuuden vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin vanhalla laitteella.



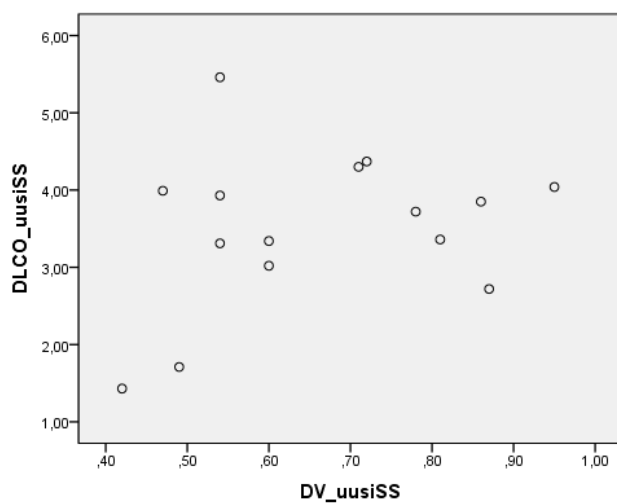
Kuvio 7. Pistekaavio näytetilavuuden vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin uudella laitteella.

Hukkatilavuutta on kuvattu alapuolella olevissa pistekaavioissa. Havaitaan, että vanhalla laitteella kuviossa 8 hukkatilavuus on joko 750ml tai 600ml. Vakioasetuksena hukkatilavuudelle on 750ml, mutta jos tutkittavan VC-arvo on pieni, voidaan hukkatilavuus muut-

taa pienemmäksi (600ml) tutkimuksen onnistumiseksi (Diffuusiokapasiteettimittaus. Työohje. 2015). Uudella laitteella hukkatilavuus vaihtelee n. 400ml – 1000ml välillä kuviossa 9.



Kuvio 8. Pistekaavio hukkatilavuuden vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin vanhalla laitteella.

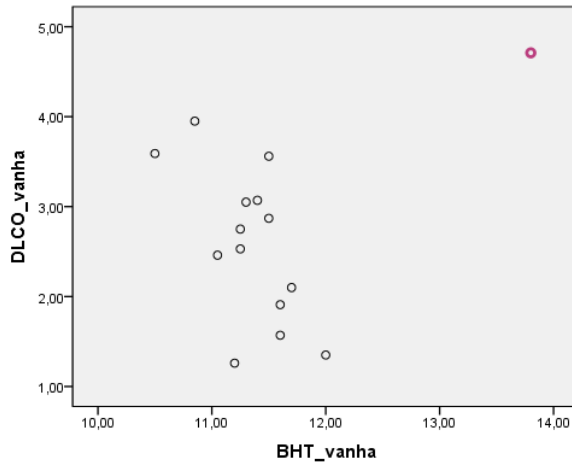


Kuvio 9. Hukkatilavuuden vaikutus diffuusiokapasiteettiin uudella laitteella.

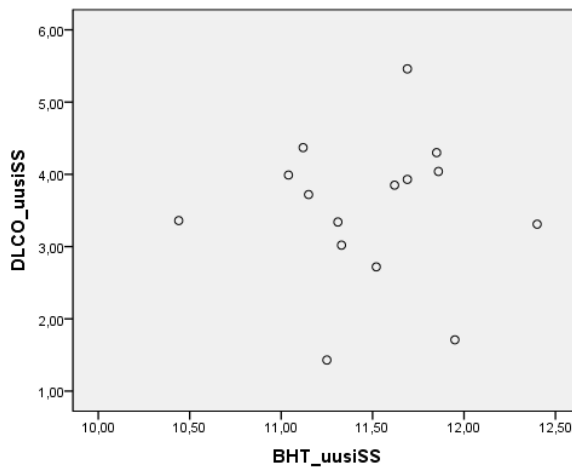
BHT

Diffuusiokapasiteettitutkimuksessa sen jälkeen, kun tutkittava on hengittänyt keuhkoihin testikaasuseosta, hän pidättää hengitystään n. 10 sekuntia. Hengityksen pidätysaika (BHT) ilmoitetaan, koska aika on mukana yhtälössä, jonka mukaan diffuusiokapasiteetti lasketaan (ks. kappale 4.2).

Alapuolella olevissa pisteakaavioissa on kuvattu hengityksen pidätysajat uudella ja vanhalla laitteella. Molemmilla laitteilla hengityksen pidätysajat ovat n. 10-12 sekuntia yhtä lukuun ottamatta, jolla hengityksen pidätysaika on vanhalla laitteella n. 14 sekuntia.



Kuvio 10. Pistekaavio hengityksen pidätysajan vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin vanhalla laitteella.

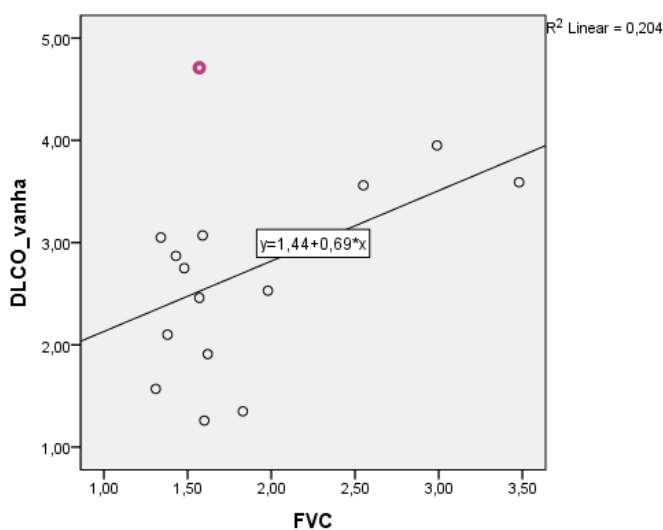


Kuvio 11. Pistekaavio hengityksen pidätysajan vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin uudella laitteella.

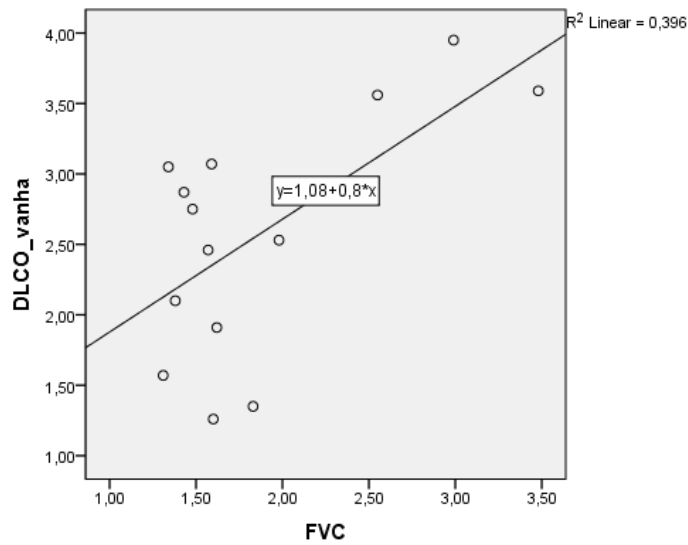
FVC

FVC eli nopea vitaalikapasiteetti on yksi tärkeimpiä spirometriatutkimuksessa mitattavia arvoja. FVC kertoo keuhkojen maksimaalisesta uloshengitystilavuudesta nopean ja voimakkaan ulospuhalluksen yhteydessä (Kinnula - Sovijärvi 2005. 233).

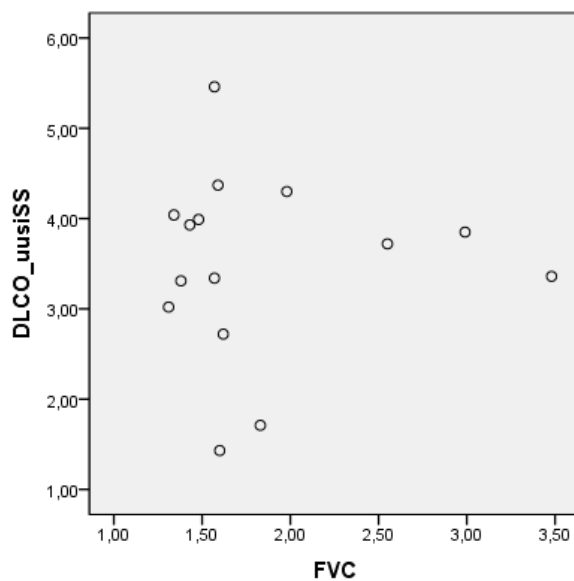
Alapuolella kuviossa 12 on kuvattu FVC:n vaikutusta diffuusiokapasiteettiin vanhalla ja uudella laitteella. FVC:llä ja vanhan laitteen diffuusiokapasiteettituloksilla on kohtalainen korrelaatio. Regressiosuoran selitysaste eli $R^2=0,204$. Nopealla vitaalikapasiteetilla voidaan siis selittää 20,4 % vanhan laitteen diffuusiokapasiteettituloksista. Huomataan kuitenkin, että yksi testihenkilö poikkeaa selvästi muista. Hänellä on pieni FVC-arvo ja suuri diffuusiokapasiteettiarvo muihin verrattuna. Koska havaintojen määrä on tässä tutkimuksessa pieni ($n=15$), yksikin muista poikkeava muuttaa keskiarvoa ja korrelaatiota. Testattiin myös kuinka tulos muuttuu, jos yksi poikkeava otetaan pois. Tulos on esitetty kuviossa 13. Havaitaan, että vaikka havaintojen määrä pieneni ($n=14$), regressiosuoran selitysaste kasvoi. $R^2=0,396$. Eli tämän perusteella nopealla vitaalikapasiteetilla voidaan selittää 39,6 % vanhan laitteen diffuusiokapasiteettituloksista. FVC:n vaikutusta uudella laitteella saatuihin diffuusiokapasiteettituloksiin on kuvattu kuviossa 14. Uuden laitteen tuloksilla ja FVC:llä ei näytä olevan lineaarista yhteyttä.



Kuvio 12. Pistekaavio ja regressiosuora FVC:n vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin vanhalla laitteella ($n=15$).



Kuvio 13. Pistekaavio ja regressiosuora FVC:n vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin vanhalla laitteella ilman yhtä poikkeavaa henkilöä (n=14).

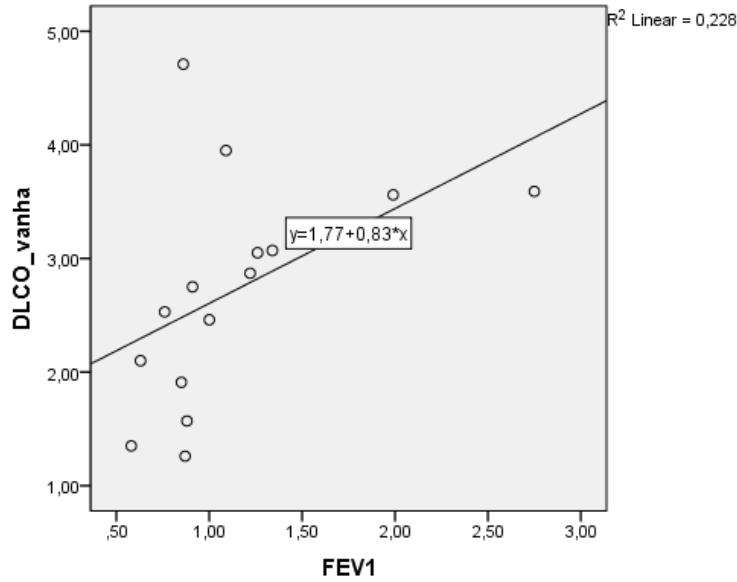


Kuvio 14. Pistekaavio FVC:n vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin uudella laitteella.

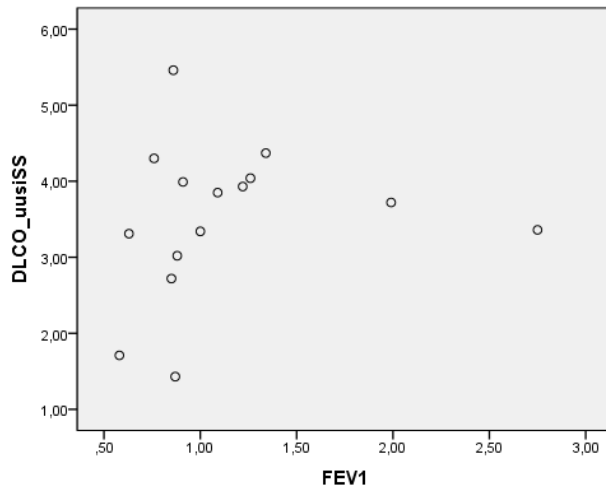
FEV1

FEV1 eli uloshengityksen sekuntikapasiteetti kuuluu osana nopeaan vitaalikapasiteettiin. Arvo saadaan ensimmäisen sekunnin aikana puhalletusta ilmamäärästä. FEV1 on tärkeä arvo, joka kertoo keuhkojen ventilaatiokyvystä. (Kinnula - Sovijärvi 2005. 233).

FEV1:n ja vanhan laitteen diffuusiokapasiteettituloksilla on kohtalainen korrelaatio. Regressiosuoran selitysaste $R^2=0,228$ kertoo, että sekuntilavuudella voidaan selittää 22,8 % vanhan laitteen diffuusiokapasiteettituloksista. Uudella laitteella ja uloshengityksen sekuntikapasiteetilla ei ole lineaarista yhteyttä.



Kuvio 15. Pistekaavio FEV1:n vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin vanhalla laitteella.



Kuvio 16. Pistekaavio FEV1:n vaikutuksesta diffuusiokapasiteettiin uudella laitteella.

8 Johtopäätökset

Oletuksena Husson ja Kelkan (2014) opinnäytetyön perusteella oli, että uusi laite antaa korkeampia tuloksia kuin vanha laite. Tämänkin aineiston perusteella voidaan todeta, että uudella laitteella saadaan korkeampia tuloksia muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Erot ovat suuret etenkin pienikeuhkoisten ryhmässä ja suurimmat ero prosentit ovat diffuusiokapasiteetissa ja hemoglobiinikorjatussa diffuusiokapasiteetissa pienikeuhkoisilla.

Hitaan vitaalikapasiteetin (VC) osalta erot uuden ja vanhan laitteen välillä eivät ole kovin suuria. Ryhmässä 1 eroprosentti VC:n osalta on -5,40 %, joten saatiin oletuksesta poiketen kuitenkin tulos, jossa uusi laite antaa matalampia tuloksia kuin vanha laite. Ryhmässä 2 eroprosentti on 5,31 % SentrySuite-asetuksin ja 1,25 % vakioasetuksin. Verrokeilla uusi laite antaa korkeampia tuloksia uudella laitteella, mutta erot ovat pienempiä käytettäessä vakioasetuksia. Molemmissa ryhmissä vanhan ja uuden laitteen välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ryhmässä 1 on tilastollisesti merkitsevää eroa ja ryhmässä 2 ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa.

Sisäänhengitystilavuuden (VIN) osalta erot ovat samansuuntaisia kuin hitaassa vitaalikapasiteetissa. Ryhmässä 1 eroprosentti on -3,93 %, joten sisäänhengitystilavuudessa uusi laite antaa matalampia tuloksia kuin vanha laite. Ryhmässä 2 eroprosentti on 3,25 % SentrySuite-asetuksin ja 0,63 % vakioasetuksin. Verrokeilla uusi laite antaa korkeampia tuloksia uudella laitteella, mutta erot ovat pienempiä käytettäessä vakioasetuksia. Molemmissa ryhmissä vanhan ja uuden laitteen välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa.

Kokonaiskapasiteetin (TLC) osalta ryhmässä 1 eroprosentti on 6,33 %. Uusi laite antaa korkeampia tuloksia kuin vanha laite. Vanhan ja uuden laitteen välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 16,69 % SentrySuite-asetuksin ja 21,31 % vakioasetuksin. Uusi laite antaa molemmilla asetuksilla korkeampia tuloksia kuin vanha laite. Ryhmässä 2 laitteiden on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa sekä SentrySuite-asetuksilla että vakioasetuksilla. Tämän mittaussuureen kohdalla SentrySuite-asetukset eroavat enemmän vanhan laitteen tuloksista kuin vakioasetukset. Verrokeilla erot ovat suurempia kuin pienikeuhkoisilla.

Alveolaarisen tilavuuden (VA) osalta molemmissa ryhmissä havaitaan, että uusi laite antaa korkeampia tuloksia kuin vanha laite. Ryhmässä 1 eroprosentti on 1,15 %. Ero uuden ja vanhan laitteen välillä ei ole suuri ja laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 13,75 % SentrySuite-asetuksin ja 19,81 % vakioasetuksin. Erot ovat selkeästi suuremmat laitteiden välillä ryhmässä 2. Vakioasetuksin erot ovat alveolaarisen tilavuuden osalta suuremmat kuin SentrySuite-asetuksin. Ryhmässä 2 laitteiden välillä on molemmilla asetuksilla voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa.

Jäänöstilavuuden (RV) osalta molemmissa ryhmissä havaitaan, että uusi laite antaa korkeampia tuloksia kuin vanha laite. Ryhmien välillä erot ovat samansuuntaisia. Ryhmässä 1 eroprosentti on 11,47 %. Uuden ja vanhan laitteen välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 11,44 % SentrySuite-asetuksin ja 20,13 % vakioasetuksin. Laitteiden välillä on molemmilla asetuksilla voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa. SentrySuite-asetuksin ero uuden ja vanhan laitteen välillä jäännöstilavuudessa on pienempi kuin vakioasetuksia käyttämällä.

Toiminnallisen jäännöskapasiteetin (FRC) osalta uusi laite antaa korkeampia tuloksia kuin vanha laite ja erot ovat melko suuria. Ryhmässä 1 eroprosentti on 31,07 %. Vanhan ja uuden laitteen välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 36,75 % SentrySuite-asetuksin ja 43,13 % vakioasetuksin. Molemmilla asetuksilla laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa. Havaitaan, että uudella laitteella vakioasetuksia käyttämällä ero vanhaan laitteeseen FRC:n osalta on suurempi kuin SentrySuite-asetuksin. Verrokeilla erot ovat suurempia laitteiden välillä kuin pienikeuhkoisilla.

Hengityksen pidätysajan osalta (BHT) ryhmässä 1 uusi laite antaa pienempiä tuloksia kuin vanha laite. Eroprosentti on -1,87 %, laitteiden välillä ei ole merkitsevää korrelaatiota ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 2,38 % SentrySuite-asetuksin ja -8,25 % vakioasetuksin. SentrySuite-asetuksin uudella laitteella hengityksen pidätysaika on pidempi kuin vanhalla laitteella, kun taas vakioasetuksin hengityksen pidätysaika on lyhempi uudella laitteella. Ryhmässä 2 laitteiden välillä ei ole merkitsevää korrelaatiota ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää

eroa. Hengityksen pidätysajaksi on laitteelle asetettu 10 sekuntia ja se vaihtelee, koska tutkimusta tekevä hoitaja sanoo potilaalle milloin hän alkaa pidättämään hengitystä ja milloin saa hengittää ulos. Tämän takia hengityksen pidätysaika on yleensä hieman yli 10 sekuntia.

Diffuusiokapasiteetin (DLCO) osalta uusi laite antaa korkeampia tuloksia kuin vanha laite. Ryhmässä 1 eroprosentti on 78,80 %. Ero uuden ja vanhan laitteen välillä on suuri pienikeuhkoisten ryhmässä. Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 24,50 % SentrySuite-asetuksin ja 21,50 % vakioasetuksin. Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Havaitaan, että ryhmässä 1 erot ovat selkeästi suurempia kuin ryhmässä 2. Pienikeuhkoisilla uusi laite antaa huomattavasti suurempia diffuusiokapasiteettituloksia kuin vanha laite. Ns. normaalikeuhkoisilla verrokeilla uusi laite antaa myös suurempia tuloksia kuin vanha laite, mutta vakioasetuksilla ero on pienempi kuin SentrySuite-asetuksilla. Ryhmässä 2 laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa.

Hemoglobiinikorjatun diffuusiokapasiteetin (DLCOc) osalta uudella laitteella saadaan myös korkeampia tuloksia kuin vanhalla laitteella. Ryhmässä 1 eroprosentti on 79,27 %. Ero uuden ja vanhan laitteen välillä on suuri pienikeuhkoisten ryhmässä. Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 24,19 % SentrySuite-asetuksin ja 20,88 % vakioasetuksin. Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Havaitaan, että ryhmässä 1 erot ovat selkeästi suuremmat kuin ryhmässä 2. Verrokeilla erot uuden ja vanhan laitteen välillä ovat pienemmät vakioasetuksilla.

Spesifisen diffuusiokapasiteetin (DLCO/VA) osalta ryhmässä 1 uusi laite antaa korkeampia tuloksia kuin vanha laite. Eroprosentti on 25,67 %. Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 0,06 % SentrySuite-asetuksin ja -0,81 % vakioasetuksin. Havaitaan, että verrokeilla erot uuden ja vanhan laitteen välillä ovat todella pieniä. Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa. Spesifisen, hemoglobiinikorjatun diffuusiokapasiteetin (DLCOc/VA) osalta ryhmässä 1 uusi laite antaa korkeampia tuloksia kuin vanha laite. Eroprosentti on

26,07 %. Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella on tilastollisesti merkitsevää eroa. Ryhmässä 2 eroprosentti on 0,38 % SentrySuite-asetuksin ja -1,19 % vakioasetuksin. Verrokeilla erot uuden ja laitteen välillä ovat todella pieniä. Laitteiden välillä on voimakas positiivinen korrelaatio ja t-testin perusteella ei ole tilastollisesti merkitsevää eroa.

Koska oli jo aiemmin havaittu, että varsinkin pienikeuhkoisilla erot uuden ja vanhan laitteen välillä ovat suuria, haluttiin selvittää miten uuden laitteen vaihtelevat hukka- ja näytetilavuus, hengityksen pidätysaika sekä spirometriatutkimuksesta saadut FVC ja FEV1 vaikuttavat diffuusiokapasiteettituloksiin. Näyte- ja hukkatilavuus vaihtelevat uudella laitteella, kun käytössä on SentrySuite-asetukset. Arvot vaihtelevat, koska ne suhteutetaan tutkittavan keuhkojen tilavuuteen. Niillä ei kuitenkaan näytä olevan korrelaatiota diffuusiokapasiteettituloksiin. Hengityksen pidätysaika on molemmilla laitteilla n. 10-12 sekuntia yhtä lukuun ottamatta, jolla pidätysaika on n. 14 sekuntia vanhalla laitteella. Pidätysaika on kuitenkin kiinni siitä, miten hoitaja ohjaa potilasta. Hän sanoo potilaalle milloin hän alkaa pidättämään hengitystä ja milloin saa hengittää ulos. Hengityksen pidätysaika on tärkeää ilmoittaa, koska aika on yhtälössä jolla diffuusiokapasiteetti lasketaan.

FVC:llä ja vanhan laitteen diffuusiokapasiteettituloksilla on kohtalainen korrelaatio, mutta FVC:llä ja uuden laitteen tuloksilla ei ole korrelaatiota. Myös FEV1:llä ja vanhan laitteen diffuusiokapasiteettituloksilla on kohtalainen korrelaatio, mutta FEV1:llä ja vanhan laitteen tuloksilla ei ole korrelaatiota. Tämä voi johtua esimerkiksi virheellisestä puhallustekniikasta joko spirometriatutkimuksessa tai diffuusiokapasiteettitutkimuksessa. Kaikille puhallustekniikka ei ole helppo oppia tai puhaltaminen ei onnistu kunnolla esim. keuhkosairauden tai yleiskunnon takia. Varsinkin spirometria vaatii potilaalta todella paljon, koska siinä pitää tehdä voimakkaita puhalluksia. Suuremmalla otoskoolla korrelaatiota mahdollisesti voisi olla myös uudella laitteella.

9 Pohdinta ja tulosten luotettavuuden arviointi

Diffuusiokapasiteettitutkimusten tuloksia, kuten muitakin puhallustutkimusten tuloksia on vaikea vakioida, koska rinnakkaiset puhallukset voivat poiketa paljonkin toisistaan. On erittäin tärkeää, että kaikki tutkimuksia tekevät hoitajat ovat päteviä ja ovat saaneet kunnollisen perehdytyksen tutkimuksen tekemiseen. On myös tärkeää, että puhalluttaja osaa motivoida puhaltamaan oikein. Osalla tutkimushenkilöistä on jokin keuhkosairaus,

joka voi myös vaikeuttaa puhallusten onnistumista ja kahden rinnakkaisen puhalluksen saamista. Ongelmat puhallustekniikassa vaikuttavat siis suoraan eroprosentteihin. On mahdollista, että tutkittava on vasta toisella laitteella puhaltaessaan osannut oikean tekniikan ja tästä johtuen esimerkiksi saanut korkeamman tuloksen uudella laitteella. Tässä opinnäytetyössä kaikki diffuusiokapasiteettitulokset keräsi sama henkilö, joten puhallukset ohjattiin samalla tavalla. Se parantaa puhallustulosten luotettavuutta. Kuitenkin osa spirometriapuhalluksista oli tehty aikaisemmin, joten puhalluttajia saattoi olla useampi kuin yksi. Myös se, että spirometriatutkimusta ei tehty samalla kerralla, voi vääristää tuloksia, koska tutkimushenkilöiden keuhkojen tilanne on voinut muuttua spirometriatutkimuksen ja diffuusiokapasiteettitutkimuksen välissä.

Tulosten luotettavuuden arvioinnissa on huomioitava, että aineisto ($n = 31$) oli tilastolliseen vertailuun pieni, varsinkin ryhmien sisäisen vertailun kannalta havaintojen määrä on pieni (ryhmä 1 $n = 15$, ryhmä 2 $n = 16$). Tässä tutkimuksessa saadut tulokset ovat siis lähinnä suuntaa antavia pienen otoskoon takia. Jotta tilastollisista testeistä saaduista tuloksista olisi voinut tehdä luotettavia johtopäätöksiä, olisi aineiston pitänyt olla suurempi.

Laitteiden välisiä eroja diffuusiokapasiteetissa pyrittiin selvittämään pienikeuhkoisilla. Otoskoko oli kuitenkin selvittelyyn liian pieni, koska jo yksikin muusta ryhmästä poikkeava tulos vaikuttaa tuloksiin. Kuten esimerkiksi FVC:n vaikutusta diffuusiokapasiteettiin tutkittaessa huomattiin, että regressiosuoran selitysaste kasvoi, vaikka havaintojen määrä pieneni. Jos otoskoko olisi isompi, yksi poikkeava arvo ei aiheuttaisi niin suurta muutosta.

Tässä tutkimuksessa saatiin samansuuntaisia tuloksia kuin aikaisemmassa Husson ja Kelkan tutkimuksessa. Uudella laitteella saadaan korkeampia diffuusiokapasiteettituloksia etenkin pienikeuhkoisilla. Normaali-keuhkoisilla verrokeilla erot laitteiden välillä ovat pienempiä. Tulosten perusteella voidaan todeta, että laitteet mittaavat samansuuntaisesti, mutta mittaustulokset poikkeavat toisistaan. Uudella laitteella arvot vaihtelevat enemmän. Pienikeuhkoisilla diffuusiokapasiteettitulokset ovat suurempia uudella laitteella, joten tehtiin selvitystä mistä erot voisivat johtua. Mitään selkeää syytä eroille ei tässä tutkimuksessa kuitenkaan löytynyt, mutta tämä tutkimus toimii kuitenkin hyvänä tukena, kun lisäselvityksiä laitteiden välisistä eroista tehdään. Meilahden kliinisen fysiologian yksikkö hyötyy tästä opinnäytetyöstä, koska nämä tulokset auttavat uuden laitteen käyttöönotossa sekä jatkotutkimusten suunnittelussa ja toteuttamisessa.

Opinnäytetyön aihe tuli toimeksiantajalta, koska laitteiden tulostasojä oli tarvetta vertailla lisää. Ennen kuin uusi laite voidaan ottaa päivittäiseen käyttöön, on varmistuttava siitä, että se antaa luotettavia tuloksia. Tulosten luotettavuus on erittäin tärkeää potilaiden diagnoosien ja hoitojen kannalta. Myös sairauden etenemistä ja hoidon tehon arviointia voidaan seurata diffuusiokapasiteettitutkimuksella, joten on tärkeää, että potilas saa luotettavan tuloksen sen hetkisestä keuhkojen tilasta. Kliinisen fysiologian yksikössä ei ole tarkkaan määriteltyä validointiprosessia uuden laitteen käyttöönotossa, joten tulosten ja erojen merkityksen pohtiminen tuntui vaikealta.

Eettinen näkökulma on otettu tässä työssä huomioon, koska tutkimuksessa on käytetty potilastuloksia. Opinnäytetyölle haettiin tutkimuslupaa ja se myönnettiin 28.5.2015. Kai-kilta tutkimukseen osallistuvilta on pyydetty kirjallinen suostumus (Liite 1). Meilahden kliinisen fysiologian yksikön henkilökunta teki diffuusiokapasiteettitutkimukset tutkimushenkilöille ja toimitti tulokset minulle. Tulokset koottiin Excel-taulukoon ilman henkilötietoja, joten tutkimushenkilöitä ei voi tunnistaa aineistosta.

Olisi ollut mielenkiintoista, jos myös pienikeuhkoisilla olisi ollut diffuusiokapasiteettitulokset uudella laitteella vakioasetuksin. Tällöin olisin voinut verrata vakioasetuksia ja SENTRYSuite-asetuksia keskenään. Ehdotankin jatkotutkimukseksi vakioasetusten ja SENTRYSuite-asetusten vertailua. Myös tutkimus suuremmalla aineistolla olisi järkevää, koska silloin voidaan enemmän luottaa tuloksiin. Erojen selvittelyä voisi jatkaa tekemällä erilaisia tilastollisia testejä isommalla aineistolla. Voisi selvittää myös muitakin diffuusiokapasiteettiin mahdollisesti vaikuttavia tekijöitä, esimerkiksi ohjaukseen liittyviä asioita kuten se, että kiinnostävätkö kaikki hoitajat esimerkiksi potilaan istuma-asentoon huomiota tai miten hyvin motivoiminen ja kannustaminen onnistuvat.

Diffuusiokapasiteettitutkimuksen teoria ja tutkimuksen tekeminen selkiytyi opinnäytetyöprosessin aikana. Prosessin alussa tiesin diffuusiokapasiteetista vain pienen osan. Mielenkiintoni tutkimukseen heräsi suunnitelmavaiheessa, kun pääsin perehtymään paremmin aiheeseen. Varsinkin työelämäharjoittelu kliinisen fysiologian yksikössä syvensi tietojani diffuusiokapasiteettitutkimuksesta. Pääsin itsekin tekemään diffuusiokapasiteettitutkimuksia ja koin, että se oli tarpeellista opinnäytetyön kannalta. Opin, miten tärkeää potilaan ohjaaminen ja kannustaminen on. Myös se, että potilas ymmärtää tutkimuksen tarkoituksen ja on motivoinut siihen, olisi erittäin tärkeää tutkimuksen onnistumisen kannalta. Välillä työn tekeminen tuntui vaikealta, varsinkin kun tein työtä yksin, eikä ollut

toisen mielipidettä saatavilla. Tein kuitenkin yhteistyötä työelämän ohjaajien sekä koulun ohjaajan kanssa ja yhteistyö sujui mielestäni hyvin. Opinnäytetyöprosessi sujui kokonaisuudessaan hyvin kun eteni suunnitelman mukaan ja noudatti aikataulua.

Lähteet

Carefusion Masterscreen PFT – käyttöohje. (Luettu 4.9.2015)

Carefusion Masterscreen PFT –laitemanuaali. (Luettu 4.9.2015)

Carefusion Masterscreen PFT SentrySuite –esite. (Luettu 28.1.2015)

Diffuusiokapasiteetti. Menetelmäohje. 2015. HUS Kuvantaminen. Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede.

Diffuusiokapasiteettimittaus. Työohje. 2015. HUS Kuvantaminen. Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede.

Huslab ohjekirja. Diffuusiokapasiteetti, single breath menetelmä, tavallinen perusmittaus. Verkkodokumentti. (Luettu 17.3.2015)

Husso, Sonja – Kelkka, Anni. 2014. Jaeger MasterScreen PFT ja Jaeger MasterScreen PFT SentrySuite diffuusiokapasiteettilaitteiden tulostasojen vertailu. Opinnäytetyö. Helsinki. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Terveys- ja hoitoala. Bioanalytiikan koulutusohjelma.

Kinnula, Vuokko - Sovijärvi, Anssi. 2005. Keuhkojen toiminnan tutkiminen. Teoksessa Kinnula, Vuokko - Brander, Pirkko E. - Tukiainen, Pentti (toim.) 2005. Keuhkosairaudet. Helsinki. Duodecim. 3. painos. 230-243

Laitinen, Annika – Laitinen, Lauri A. 2005. Keuhkojen anatomia ja histologia. Teoksessa Kinnula, Vuokko – Brander, Pirkko E. – Tukiainen, Pentti (toim.) 2005. Keuhkosairaudet. Helsinki. Duodecim. 3. painos. 23-33

Lehtimäki, Lauri. 2012. Ohje PEF-kotiseurantaan. Käypähoitosuositus. Duodecim. <<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suositukset/suositus?id=nix01892>> (Luettu 23.10.2015)

Piirilä, Päivi. 2013. Keuhkojen toiminnan tutkiminen. Teoksessa Kaarteenaho, Riitta – Brander, Pirkko – Halme, Maija – Kinnula, Vuokko (toim.) Keuhkosairaudet. Diagnostiikka ja hoito. 2013. Helsinki. Duodecim. 1. painos. 22-38

Piirilä, Päivi – Sovijärvi, Anssi R.A. 2006. Keuhkojen diffuusiokapasiteettimittaus keuhkokudoksen toiminnan arvioinnissa. Suomen lääkärilehti. (61) 6 565-569

Salorinne, Yrjö - Sovijärvi, Anssi. 2005. Keuhkojen fysiologiaa ja patofysiologiaa. Teoksessa Kinnula, Vuokko – Brander, Pirkko E. – Tukiainen, Pentti (toim.) 2005. Keuhkosairaudet. Helsinki. Duodecim. 3. painos. 34-54

Salorinne, Yrjö. 2003. Kaasujenvaihdunnan tutkiminen levossa. Teoksessa Sovijärvi, Anssi – Ahonen, Aapo – Hartiala, Jaakko – Länsimies, Esko – Savolainen, Sauli (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. Helsinki. Duodecim. 1. painos. 203-208

Salorinne, Yrjö – Sovijärvi, Anssi. 2003. Hengityselimistön fysiologiaa ja patofysiologiaa. Teoksessa Sovijärvi, Anssi – Ahonen, Aapo – Hartiala, Jaakko – Länsimies, Esko – Savolainen, Sauli (toim.) Kliininen fysiologia ja isotooppilääketiede. 2003 Helsinki. Duodecim. 1. painos. 143-166

Sand, O., Sjaastad, Ø., Haug, E., Bjålie, J. & Toverud, K. 2012. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. 8.-9. uudistettu painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. 356-376

Tikkanen, Heikki. 2010. Keuhkojen toimintakokeet keuhkopotilaalla. Duodecim terveyskirjasto. <http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=nix01200> (Luettu 23.10.2015)

Uloshengitysilman typpioksidi. 2015. HUS. Verkkodokumentti. <<http://www.hus.fi/ammatilliselle/allergiatutkimuskeskus/kliinisfysiologiset-tutkimukset/tutkimus-laakityna/Documents/Uloshengityksen%20typpioksidi.pdf>> (Luettu 23.10.2015)

Liitteet

Liite 1 – Suostumuslomake

Hei!

Olen bioanalyttikko-opiskelija Helsingin Metropolia Ammattikorkeakoulusta. Teen opinnäyteyötä yhteistyössä HUS Kuvantamiseen kuuluvan Meilahden sairaalan kliinisen fysiologian yksikön kanssa. Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä tutkimusta, jossa verrataan kahden eri menetelmää käyttävän diffuusiokapasiteetilaitteen mittaustuloksia. Tavoitteena on saada uudempi diffuusiokapasiteettilaite päivittäiseen käyttöön ja varmistua siitä, että se antaa luotettavia tuloksia.

Tutkimukseen tarvitaan myös potilaiden mittaustuloksia. Mittaus suoritetaan kertahengitysmenetelmällä Meilahden sairaalan kliinisen fysiologian yksikössä nyt käytössä olevalla laitteella sekä uudella laitteella. Kliinisen fysiologian yksikön henkilökunta tekee kaikki mittaukset ja tulokset toimitetaan opinnäytetyön tekijälle ilman henkilötietoja, joten tutkittavien henkilöllisyys ei selviä opinnäytetyön missään vaiheessa.

Opinnäytetyön tekijä:

Anna Sievinen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

anna.sievinen@metropolia.fi

Ohjaava opettaja:

Riitta Lumme

riitta.lumme@metropolia.fi

Olen tietoinen, että tutkimukseen osallistuminen on vapaaehtoista. Voin keskeyttää osallistumiseni koska tahansa opinnäytetyön aikana syytä ilmoittamatta. Keskeyttäminen ei vaikuta jatkohoitoni. Tiedostan, että minusta kerättyjä tietoja käytetään opinnäytetyön tutkimusmateriaalina.

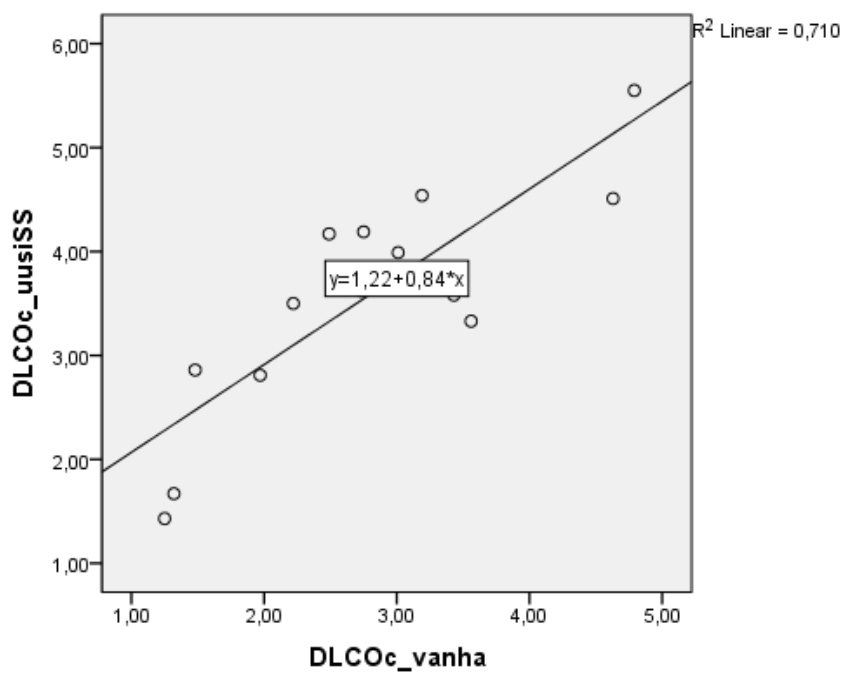
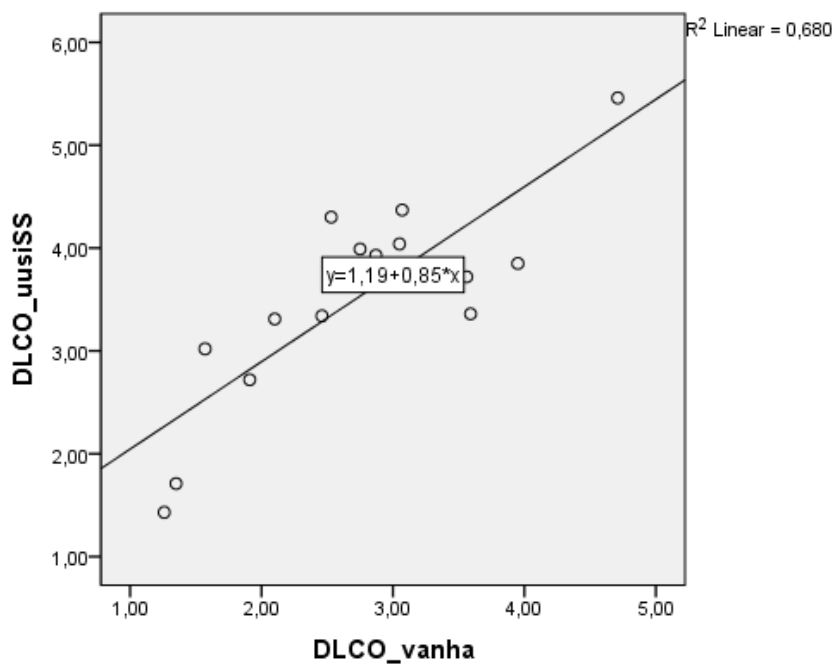
Allekirjoituksellani vahvistan osallistumiseni opinnäytetyön tutkimushenkilöksi.

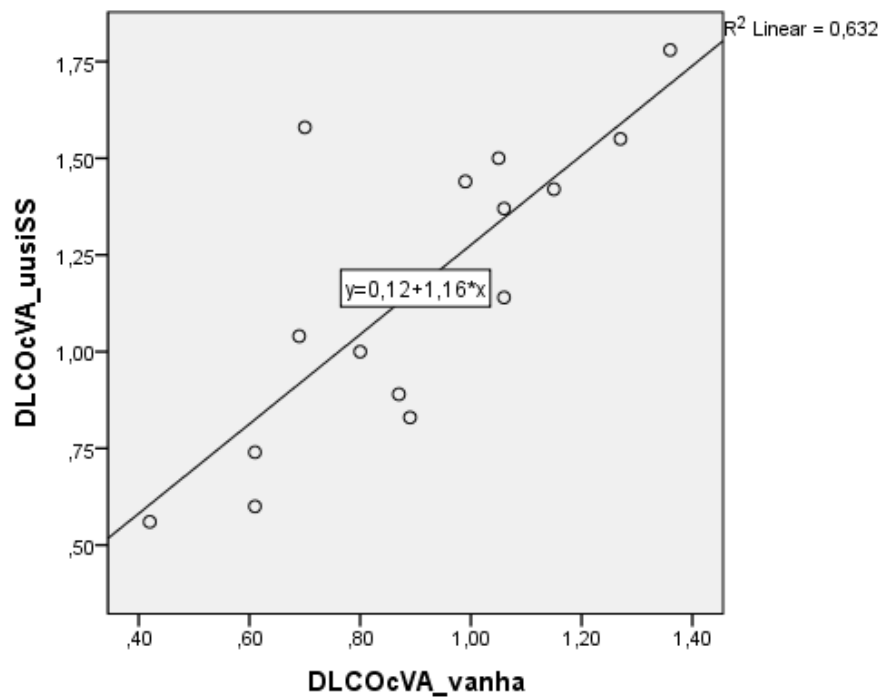
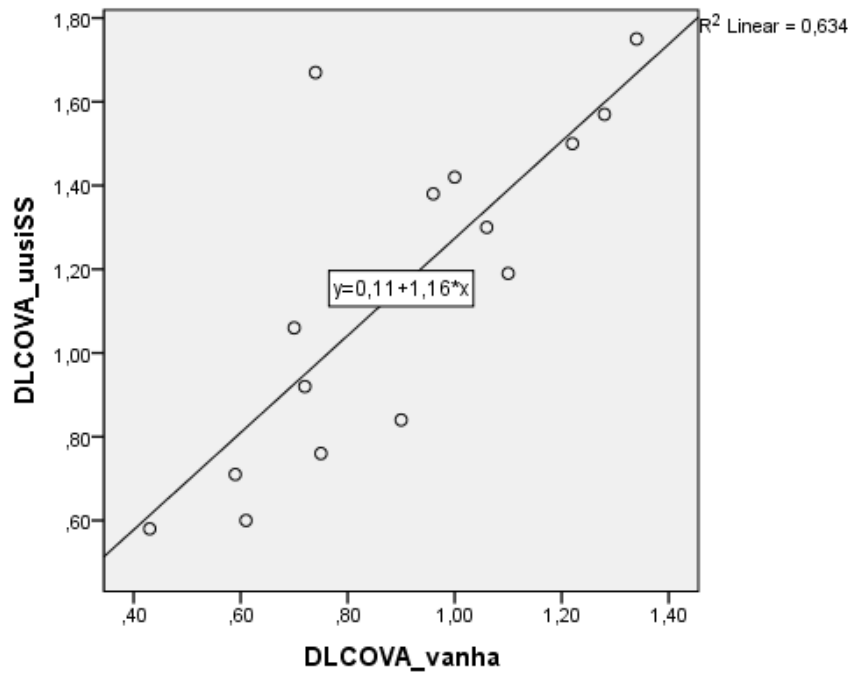
Allekirjoitus ja nimen selvennys

Päiväys

Liite 2 - Diffuusiokapasiteettisuureiden regressiosuorat

Pienikeuhkoiset:

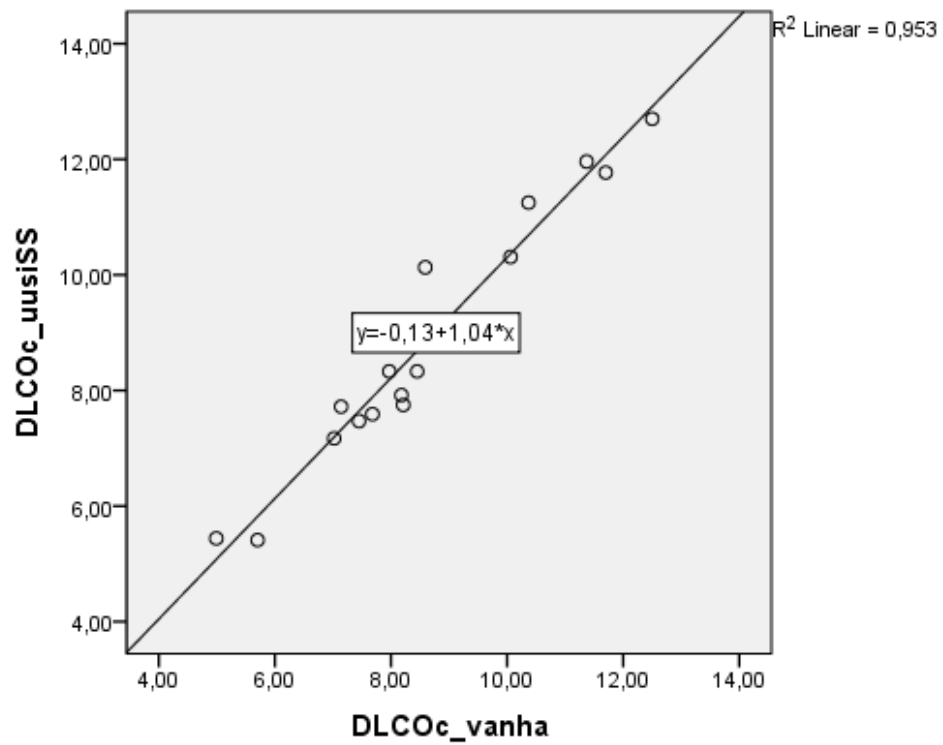
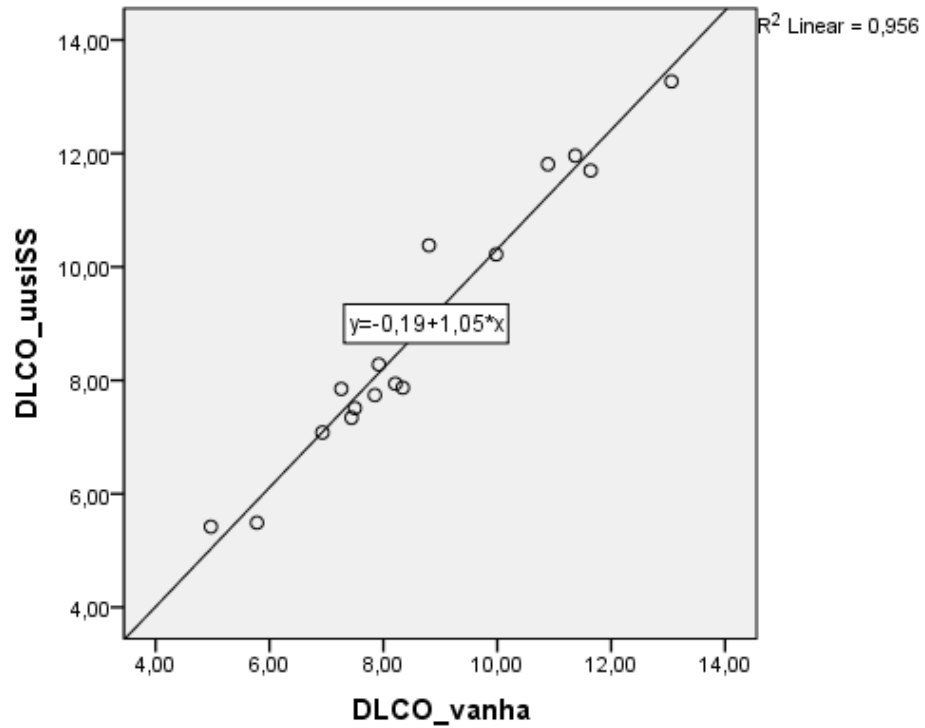


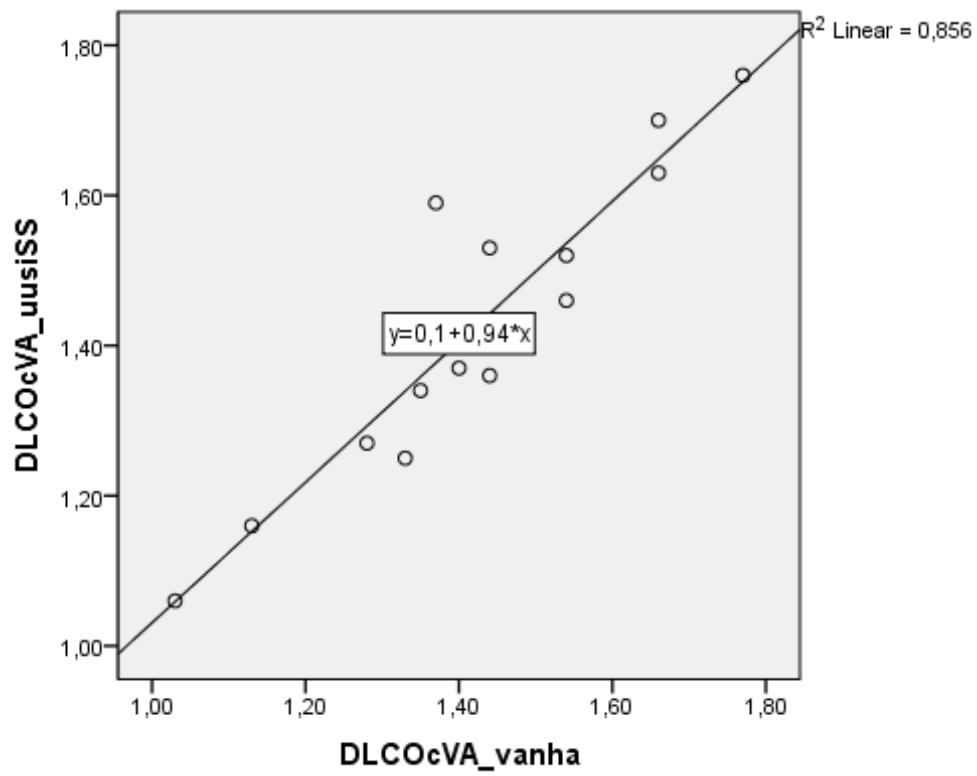
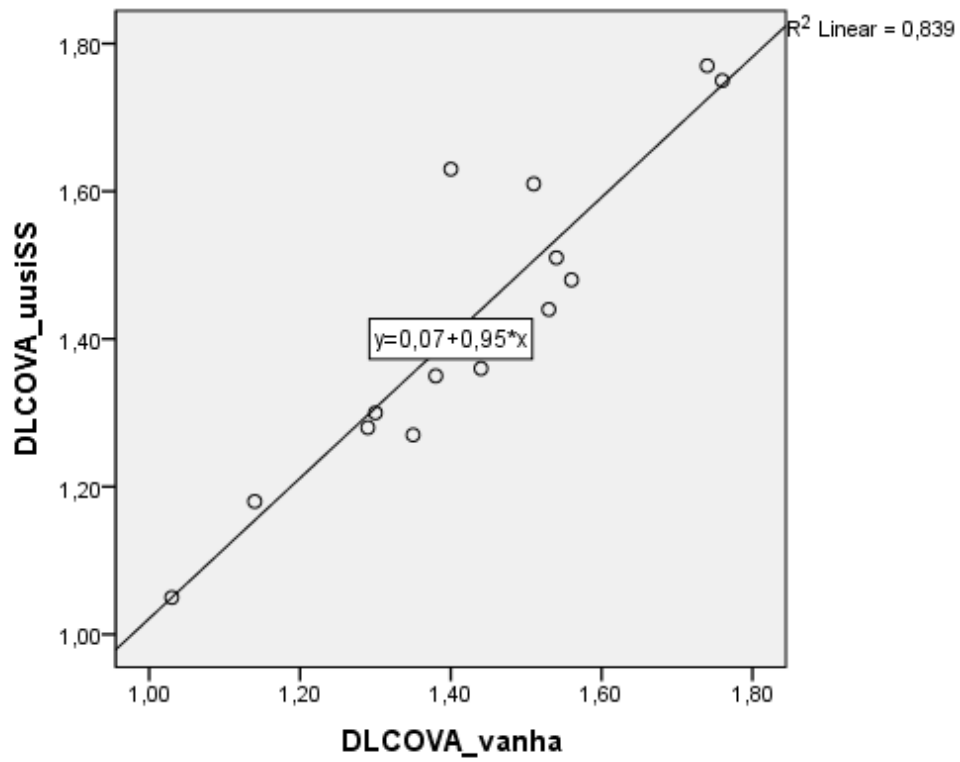


Liite 3 - Diffuusiokapasiteettisuureiden regressiosuorat

Verrokki:

SentrySuite-asetukset:





Verrokki:
Vakioasetukset:

