

**SPIROMETRIA-AINEISTON EDUSTAVUUDEN ARVIO
KÄYRÄNTUNNISTSMALLIN AVULLA**

Eero Jaakkola
Syventävien opintojen tutkielma
Elinikäsenterveyden tutkimusyksikkö,
yleislääketieteen laitos
Oulun yliopisto
Lokakuu 2016
Syventävien ohjaaja: Essi Varkki

Sisällysluettelo

1	Sisällysluettelo	2
2	Taustaa	3
2.1	Spirometriatutkimus ja sen ongelmat	3
2.2	Viitearvot	3
2.3	Spirometrian tehtävät	3
2.4	Spirometriatutkimuksen indikaatioita ja vasta-aiheita	4
3	Luotettavuus	6
3.1	Hyväksymiskriteerit	6
4	Tavoitteet ja toteutus	8
4.1	Aineiston kerääminen	8
4.2	Tutkimusasetelma ja menetelmät	9
4.3	Tutkimustavoite	9
4.4	Eettiset näkökohdat ja tietoturva	9
4.5	Tutkimusaineisto	9
5.	Kohortista	10
5.1	Yleistä	10
5.2	Laitteen valmistelu	10
5.3	Vasta-aiheet	11
5.4	Puhallusten suoritus	11
5.5	Spirometrian tulkinnan vaiheet	12
6.	Tulokset	12
7.	Yhteenveto ja pohdinta	21
8	Lähdekirjallisuus	23

2. TAUSTAA

2.1 Spirometriatutkimus ja sen ongelmat

Spirometria on yksi tärkeä keuhkojen toimintakykyä arvioiva tutkimusmenetelmä. Oikein suoritettuna se antaa hyvän kuvan keuhkojen toiminnasta ja mahdollisesti tautidiagnoosin. Tutkimuksen tulee kuitenkin täyttää tarkat kriteerit jotta tulokset olisivat luotettavia ja vertailukelpoisia. Virhelähteitä on useita ja ne voidaan jakaa esimerkiksi näin: suorittajan virheet, potilaasta johtuvat virheet, laitteesta johtuvat ja tulkinnasta johtuvat virheet. Spirometriatutkimusta käytännössä suorittavan hoitajan virheitä voivat olla väärin tehty kalibrointi, väärin syötetyt esitiedot tai viitearvot, huono potilaan ohjaus, huonon käyrän hyväksyminen tai valinta. Potilaasta johtuvia syitä ovat huono yhteistyökyky tai -halu, yskä tai vaikea sydänsairaus, väärin tauotettu tai tauottamaton lääke. Laitteesta johtuvia virheitä ovat esimerkiksi anturi- ohjelma-, laskentavirheet ja ilmapuodot. Tutkimuksen tilaava lääkäri voi myös tulkita tuloksia väärin tai hän ei tunnista epäluotettavaa käyrää, jolloin epäsovelias käyrä on läpäissyt jo kaksi seulaa.

2.2. Viitearvot

Suomessa käytetään ja tässä tutkimuksessa on käytetty Viljanen ym. (1982) viitearvoja. Nämä viitearvot ovat vanhetuneet ja nyt juuri ollaan siirtymässä uusien viitearvojen käyttöön, jotka perustuvat Sovijärven ym. (2011) tutkimuksiin. Viitearvojen päivittyminen on tärkeää sillä aiemmissa viitearvoissa ei vanhojen, yli 65-vuotiaiden, ihmisten viitteitä ollut ollenkaan. Puuttuvista ikäihmisten arvoista johtuen on jouduttu ainoastaan arvioimaan ikääntymisen vaikutus. Uudesissa viitearvoissa on myös vanhemmat ihmiset otettu huomioon. Kohortin spirometriadataa kerätessä uusia viitearvoja ei vielä ollut käytössä. (Sovijärvi ym. 2011)

2.3. Spirometrian tehtävät

Spirometriatutkimuksella selvitetään pääasiassa onko keuhkoputkissa ahtautta eli obstruktiota tai onko keuhkojen tilavuudessa alentumaa eli restriktiota. Obstruktiossa keuhkoputkien tilavuuden laskiessa alkaa virtaus niissä hidastua. Tämä laskee selvästi FEV1-arvoa. Tämä johtaa siihen että osoittajana olevan FEV1-arvon pienentyessä FEV1/FVC- ja FEV1/VC-suhteet pienenevät. Pienten keuhkoputkien ahtautumassa pienenee MEF 25-arvo, joka kertoo

puhalluksen viimeisen neljänneksen virtausnopeudesta. Samoin käy uloshengityksen keskivaiheen virtaukselle (MMEF). Nämä puhalluksen keski- ja loppupään virtausta kuvaavat arvot ovat herkempiä virheille ja puhallustekniikka korostuu verrattaessa FEV1-arvoon. Jos mittaukset ovat oikeaoppisesti suoritettu ja luotettavia, voidaan MEF25-, MEF50- ja MMEF-arvoista käyttää apuna pienempiä keuhkoputkia arvioitaessa. Suurten keuhkoputkien ahtaumassa pienenee myös PEF-arvo. Myös puhallustekniikan kehittyminen tai toisaalta huono puhallus vaikuttaa helposti PEF-arvoon. (Kaarteenaho ym. 2013)

Restriktiossa FVC- ja VC-arvot laskevat kertoen keuhkoputkien tilavuuden pienentymisestä. Virtausarvot pysyvät normaaleina puhtaassa restriktiossa. Tällöin FEV1/FVC- ja FEV1/VC-suhteet alkavat suurentua nimittäjän pienentyessä. Jos restriktio on vaikeaa alkavat lopulta myös virtausarvot laskea, jolloin edellä mainitut suhdeluvut eivät ole niin virheellisiä. (Sovijärvi ym. 2011)

2.4 Spirometriatutkimuksen indikaatioita ja vasta-aiheita

Spirometriaa käytetään hengitykseen liittyvien oireiden syyn selvitykseen. Tällaisia spirometriatutkimuksen indikaatioita täyttäviä oireita ovat esimerkiksi hengenahdistus, yskä ja hengityksen vinkuminen. Lisäksi edellisessä kappaleessa mainitut obstruktio- ja restriktioepäilyjen diagnosointi sekä näiden lisäksi keuhkokudoksen sairauksien yhteydessä sekä neuromuskulaaristen sairauksien yhteydessä tehdään spirometriatutkimus. Tupakoivat ja työssä altistuneet kuuluvat riskiryhmään, jota tarpeen mukaan seulotaan. Spirometriatutkimus toimii myös tärkeänä osana keuhkolääkityksen vasteen seurannassa sekä sairauden kulun seuraamisessa. Lisäksi tutkitaan tarvittaessa työikäisten työkykyä ja sairauden haitta-astetta. Leikkaushoitoa suunniteltaessa voidaan spirometrian avulla arvioida soveltuuko potilas leikkaushoitoon.

Spirometriatutkimuksen harkinnanvaraisia vasta-aiheita ovat muun muassa päällä oleva hengitystieinfektio tai alle kaksi viikkoa sellaisen paranemisesta, tuore < 1kk sitten sairastettu sydäninfarkti, epästabiili angina pectoris tai muu rinta-/vatsakipu, vaikea sydämen rytmihäiriö, yskösopositiivinen keuhkotuberkuloosi, ilmarinta, vasta tehty keuhko toimenpide, dementia tai sekavuus.

Yleisimmät spirometriatutkimuksen löydökset ovat astman ja keuhkohtaumataudin eli COPD:n sairastavien potilaiden puhalluskäyriä. Usein näiden sairauksien suhteen voitaisiin olla nopeampia ja pyrkiä löytämään nämä taudit varhaisemmassa vaiheessa. Monesti astmaa sairastava on käynyt jo pidempään lääkärin vastaanotoilla ja hengitystieoireita on hoidettu esim. antibiooteilla. Usein vasta kun vaiva on useita kertoja toistunut tai pitkittynyt alkaa heräämään astma- tai COPD-epäily ja tehdään spirometriatutkimukset. (Sovijärvi ym. 2011)

Ennen spirometriaa mahdolliset koetta sotkevat lääkkeet on edeltävästi tauotettu ja muutkin häiritsevät tekijät minimoidaan. Muut kuin keuhkolääkkeet voi ottaa normaalisti. Jos halutaan tehdä astma tai COPD-diagnoosia tulee keuhkoihin vaikuttavat lääkkeet tauottaa ennen tutkimusta. Eri keuhkolääkkeille on olemassa ohjeistetut tauotusajat, jotka voi tarkistaa esimerkiksi MOODI-julkaisusta. Jos puolestaan halutaan tutkia astmalääkityksen vaikutusta niin keuhkolääkkeetkin otetaan normaalisti ilman taukoja ennen tutkimusta. Jos puolestaan halutaan tutkia kuinka hoitavat kortisonilääkkeet vaikuttavat niin tauotetaan vain avaavat lääkkeet. Lääketauotusten lisäksi ennen tutkimusta tulee olla 4 tuntia tupakoimatta, kaksi tuntia ilman piristäviä juomia tai aineita sekä välttää raskasta ateriaa. Yksi vuorokausi tulee olla ilman alkoholia. Ennen tutkimusta ei tule suorittaa voimakasta fyysistä rasitusta. (Sovijärvi ym. 2011)

Spirometrian yhteydessä tehdään yleensä bronkodilataatiokoe. Siinä aluksi puhalletaan normaalisti tutkimuslaitteeseen. Tämän jälkeen annetaan potilaalle inhaloitava avaava lääke ja annetaan sen vaikuttaa 10min. Tämän jälkeen tehdään aiempaa vastaavissa oloissa uusi puhallus. Jos jälkimmäisen puhalluksen sekuntikapasiteetti eli FEV1 tai nopea vitaalikapasiteetti FVC paranee vähintään 12% ja 200 ml alkuperäiseen verrattuna on astmadiagnoosi selvä. Obstruktion arvioinnissa käytetään suurinta vitaalikapasiteettia ja pienintä sekuntikapasiteettia. (Kaarteenaho ym. 2013)

Edellä mainittujen obstruktiivisten keuhkotautien (astma ja COPD) lisäksi spirometrialla tutkitaan restriktiivisiä eli tilavuutta pienentäviä sairauksia. Restriktiota aiheuttaa alveoliitit, fibroosi, effuusio, obesiteetti, rintakehän jäykkyys, kasvaimet sekä pallean ja muiden hengitykseen osallistuvien lihasten toimintavajeet. (Kaarteenaho ym. 2013)

3. LUOTETTAVUUS

Spirometriatutkimuksia tulkitessa tärkeintä on arvioida onko tutkimus luotettava. Kun spirometriatulosteet tulevat lääkärin arvioitavaksi on tärkeää aluksi arvioida onko tutkimus onnistunut. Tulosteessa on automaattinen lausunto mukana mutta tämä ei ole aina oikein ja pelkästään sitä katsomalla tulee virheitä. Diagnoosia tehdessä tutkimus tulee tehdä lääkityksen ollessa tauolla. Jos arvioidaan leikkauskelpoisuutta tehdään tutkimus niin että lääkitystä ei tauoteta ja lääkeannokset pyritään optimoimaan mahdollisimman hyvin. (Kaarteenaho ym. 2013)

Suomessa on käytössä Euroopan keuhkolääkäriyhdistyksen (ERS) ja American Thoracic Society'n (ATS) hyväksymät spirometriakriteeristöt. Näissä kriteereissä on erikseen hyväksymisehdot yksittäiselle puhallukselle ja tulosten luotettavuudelle eli kriteerit käyrien yhdenmukaisuudelle. Jotta spirometriatutkimus on luotettava tulee tutkittavan puhallaa mieluiten kolme näiden kriteerien puitteissa samanlaista käyrää. (Sovijärvi ym. 2011)

3.1. Hyväksymiskriteerit

Yksittäisen puhalluksen tulee täyttää seuraavat kriteerit: käyrän tulee olla yhtenäisesti etenevä koko ajan ja siinä ei saa näkyä merkkejä kurkunpään tai suukappaleen sulkeutumisesta puhalluksen aikana, ei saa näkyä ilmapuotoa, ei saa yskäistä ennen MEF25 pistettä, ei saa olla kosteutta virtausanturissa. Puhalluksen tulee olla nopea ja PEF-piikki saavutettava terävästi. Puhalluksen tulee edetä tasaisesti hyvällä voimalla ilman artefaktipiikkejä sulautua X-akseliin. Puhalluksen tulee lähteä ilman viivettä. Tällöin ekstrapoloitu tilavuus on nollakohdassa alle 5% FVC:stä tai alle 150ml. Ekstrapoloitu tilavuus (EV) on uuden käyrän nollapisteen vasemmalle puolelle jäävä tilavuus, joka syntyy kun lasketaan uusi nollapiste viivästymisen jälkeisen puhalluksen käynnistymisestä. Puhalluksen kesto (forced expiratory time, FET) yli 10-vuotiailla tulee olla vähintään 6 sekuntia. Puhalluksen viimeisen sekunnin ajan tilavuus saa muuttua enään alle 25ml. Suosituksen mukaisesti FEV1, FEV6, FEV0,5 ja FVC voidaan ottaa mistä tahansa onnistuneesta käyrästä mutta virtausarvot otetaan siitä käyrästä, jossa FEV1:n ja FVC:n summa on suurin. On siis tärkeää että huonosti onnistuneet osapuhallukset poistetaan tuloksesta. Jos peruspuhallus epäonnistuu ei kannata edetä bronkodilataatiopuhallukseen ollenkaan. Bronkodilataatiopuhalluksen tekniikka on samanlainen kuin ilman lääkettäkin. Huonosti onnistuneen bronkodilataatiopuhalluksen

tunnistaa siitä että PEF-arvo on matalampi tai puhallus lähtee viiveellä jolloin ekstrapoloitu tilavuus nousee. Joskus voi käydä niin että potilas tajuaa tai oppii puhallustekniikan toisteattessa koetta ja siis käytännössä bronkodilataatiokokeen aikana. Tällöin puhallus näyttää paremmalta jolloin lääkäri ja automaattinen ohjelmisto ehdottaa että bronkodilataatiiovaste on merkittävä. Tällaisessa tilanteessa alunperin huonosti onnistunut tutkimus saa aikaan turhan lääkealoituksen. On siis erityisen tärkeää arvioida niin normaalia kuin bronkodilataatiokäyrää tarkasti ja varmistua että puhallukset ovat onnistuneet ennen kuin tekee hoitopäätöksiä. (Sorvijärvi ym. 2011, Miller ym. 2005)

Belgialaisessa kohorttitutkimuksessa todettiin että astma tai COPD-diagnoosin omaavilla tutkittavilla tutkimukset onnistuivat paremmin kuin heillä joilla ei ollut vastaavia diagnooseja (Turkeshi ym. 2015). Puhallustekniikan läpikäynti mahdollisimman hyvin on tärkeää että tutkimustulokset saadaan ensimmäisistä puhalluksista lähtien luotettaviksi. Erityisesti tämä oppiminen voi sotkea bronkodilataatiokokeen tuloksia.

Torre-Bouscoulet ym. (2015) tutkimuksen yhteenvedossa todetaan että vaikea-asteisia keuhkosairauspotilaita tutkittaessa yhdeksän kymmenestä puhalluksesta täyttää spirometrian laadulliset kriteerit. Tutkimuksessa potilaiden FEV1-arvot olivat alle 35 % viitteestä. Täten vaikeaa keuhkosairautta ei voida pitää esteenä hyvälaatuiselle spirometriatutkimukselle. (Torre-Bouscoulet ym. 2015)

Yksittäisen käyrän kriteerien täyttymisen lisäksi täytyy potilaan pystyä puhaltamaan yhdenmukaisia käyriä useampi jotta tutkimusta voidaan pitää luotettavana. Käyrien yhdenmukaisuuden kriteerit: kahden suurimman FEV1 ja FVC arvojen eron saa olla korkeintaan 150ml, mutta jos FVC-arvo on alle 1 litra erotus tulee olla alle 100ml. Kahden suurimman PEF-arvon erotus pienempään verrattuna ei saa olla > 10%. (Sorvijärvi ym. 2011, Miller ym. 2005)

Spirometrian luotettavuuteen vaikuttaa suuresti se missä tutkimus on tehty. Schermer ym. (2003) tutkimuksissa todettiin suuri ero perusterveydenhuollossa ja erikoistuneessa keuhkolaboratoriossa tehtyjen spirometria-arvojen välillä. Tutkimuksessa oli mukana 388 COPD-potilasta. Heiltä määriteltiin FEV1- ja FVC-arvot. Yhteenvetona oli että perusterveydenhuollossa edellä mainitut arvot olivat kauttaaltaan korkeampia kuin

keuhkolaboratoriossa. Tämä ero johtuneekin sekä keuhkolaboratorion tutkimushenkilökunnan paremmasta koulutuksesta, että mahdollisesti uudemmista laitteista. (Schermer ym. 2003)

Licksal ym. (2012) tutkivat lyhyen koulutuksen vaikutusta spirometrian suorittamiseen. Tutkimuksessa seurattiin ATS/ERS-kriteerien täyttymistä kahden tunnin työpajakoulutuksen jälkeen. Tämän koulutuksen jälkeen heitä seurattiin kuuden potilaskäynnin ajan. Tutkimuksen loppupäätelmä oli se että tällä koulutuksella saavutettiin riittävän hyvä laatu spirometrian suorittamiseen. (Licksai ym. 2012)

Toisaalta koulutuksen tarpeen arvioi toisin Borg ym. (2010). Heidän tutkimuksessa annettiin spirometriaa suorittaville 14 tunnin koulutus. Tämän jälkeen heidän spirometriaosaamista arvioitiin ATS/ERS-kriteerien täyttymisen avulla. 5 kuukauden kuluttua koulutuksesta tulokset olivat heikkoja sillä vain 40% puhalluksista täytti ATS/ERS-kriteerit. Tulokset kuitenkin paranivat kun heille annettiin lisäkoulutusta, jolla saatiin 7 kuukauden kohdalla kriteerien täyttymisprosentiksi 67 ja 9 kuukauden kohdalla 87. Tässä tutkimuksessa todettiin siis 14 tuntia yksinään liian lyhyeksi koulutukseksi ja että lisäkoulutuksella voidaan saavuttaa hyvä osaamistaso spirometrian suorittamisessa. (Borg ym. 2010)

4. TAVOITTEET JA TOTEUTUS

4.1 Aineiston kerääminen

Aineistona on kohortti-66 tutkittavien spirometriakäyriä. LK Joni Jumiskon on suodattanut tätä aineistoa aiemmin ja oikein tehdyt puhallukset, eli tutkimukset jotka täyttävät edellä mainitut kriteerit. Näitä luotettavia tutkimuksia oli hieman yllättäen aineistossa ollut vain n. 45%, mikä tarkoittaa sitä että spirometria koulutusta tarvittaisiin enemmän. Minun tutkimuksessani otettiin Oulun tutkittavista randomisoitu otos jota tutkitaan tässä syventävässä työssä. Päädyimme ohjaajani Essi Varkin kanssa Oulun aineiston käyttöön sillä oli LK Jumiskon aiemmasta havainnosta tiesimme että Oulussa tehdyt spirometriat olivat onnistuneet keskimäärin paremmin kuin muualla Suomessa.

4.2. Tutkimusasetelma ja menetelmät

Sauli Herralan toimesta on luotu tietokonepohjainen käyräntunnistusmalli. Syventävien opintojeni tarkoituksena on testata ja arvioida tietokoneen ja sen algoritmien kyvykkyyttä tunnistaa spirometriakäyrätyyppejä. Noin sadan potilaan puhalluksista koottu randomisoitu aineisto on ajettu tietokoneohjelman läpi ja katsotaan kuinka hyvin käyräntunnistusmalli tunnistaa tutkimustulokset. Jos tietokone todella pystyy luotettavasti tunnistamaan onnistuneet käyrät helpottaisi se suuresti tutkijoiden työtaakkaa ja tutkittavan aineiston puhdistusta. Tällaisella sovelluksella olisi tietysti myös tärkeä rooli ja hyöty kliinisessä työssä. Siitä saisi tukea spirometriakäyrien tulkintaan ja testin onnistumisen ja luotettavuuden arvioinnissa. Kuten tämänkin kohortin epäonnistuneiden tutkimusten määrä osoittaa, tarvetta tällaiselle sovellukselle ja lisäseulalle olisi.

4.3. Tutkimustavoite

Selvitetään onko käyräntutkimusmenetelmä luotettava ja pohditaan kannattaako tämän sovelluksen käyttöön ja kehittämiseen käyttää jatkossa aikaa ja resursseja.

4.4. Eettiset näkökohdat ja tietoturva

Tutkittavien henkilöllisyys ei tule allekirjoittaneelle tietoon, vaan potilaita käsitellään pelkillä ID-numeroilla.

4.5. Tutkimusainesto

Tutkimuksessa otettiin satunnaisesti hieman reilun sadan Oulussa tutkitun kohortti-66-potilaan spirometriapuhallukset tutkittavaksi. Päädyimme Oulussa tutkituiden valintaan koska LK Joni Jumiskon syventävien tutkimusten pohjalta oli tiedossa että nämä tutkimukset ovat onnistuneet laadullisesti paremmin kuin muualla tehdyt tutkimukset. Ensimmäinen vaihe oli varmistaa että puhallukset olivat laatukriteerit täyttäviä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä että puhalluksen alku on tehokas ja nopea, se ei saa loppua kesken eikä yskään viittaavaa saa olla kuin lievänä puhalluksen lopussa. Yleensä tutkimuksissa oli vähintään kolme rinnakkaista käyrää. Näistä kahden parhaan sekuntikapasiteetin (FEV1) ja nopean vitaalikapasiteetin (FVC) ero saa olla korkeintaan 150ml, jos FVC on alle 1 litra rajat laskee 100ml. Kuitenkin

tässä aineistossa ei ollut näin pieniä vitaalikapasiteetteja. Kahden parhaan PEF-arvon eli ulosvirtauksen huippuarvon tulee olla 10% sisällä toisistaan.

5. KOHORTISTA

5.1. Yleistä

Tutkimukset on suoritettu aikavälillä huhtikuu 2012-huhtikuu 2013, eli n. vuoden aikana. Oulun tutkimuksiin on kutsuttu 3000 tutkittavaa, joista arviolta n. 2200 tulee tutkittavaksi. Tutkimuksia tehtiin Oulun lisäksi ympäri Suomea kun kohorttilaiset ovat muuttaneet ympäri maata aina Ahvenanmaata myöten. Tutkimuspäivä on varsin pitkä ja kesto noin 7,5 tuntia. Spirometriatutkimus on tehty noin kaksi tuntia päivän alun jälkeen joten tällöin vielä energiatasot varmasti ovat olleet tutkittavilla hyvät. Tutkimuspäivän suunnittelussa oli tehty suunnitteluvirhe kun spirometriaan alun perin tarkoitettu bronkodilataatio jouduttiin jättämään pois. Syy poistoon oli se että bronkodilataatiossa käytettävät avaavat lääkkeet sotkivat myöhemmin vuorossa olleet kardiologiset tutkimukset kun aiheuttavat sydämen tykyttelyä. Tutkimuspäivän erilaisella suunnittelulla tämä ongelma olisi ollut poistettavissa. Nyt osa oli ehditty jo tutkia ennen kuin ongelma huomattiin. Kun ongelma huomattiin ei enää haluttu tutkia näitä ensimmäisiä potilaita uudelleen, vaan lopulta keuhkotutkimusten kannalta harmittavasti päädyttiin siihen että bronkodilataatiotutkimus jäi kokonaan pois.

5.2. Laitteen valmistelu

Aluksi spirometriakoneeseen kytketään virta ja tehdään päivittäinen kalibrointi. Jos huoneen lämpötilassa ei muutosta niin tehtiin tilavuuskalibrointi kertaalleen ennen ensimmäistä tutkimusta. Oulun tutkimusten aikana tehtiin myös päivän mittaan auringon paistaessa huoneeseen päivän aikana kalibrointeja 1-2 kertaa aamukalibroinnin lisäksi. Kalibrointiin kuuluu kaiken kaikkiaan ilmanpaineen ja kosteusmittareista saatujen arvojen syöttö koneeseen, lämpötilan asetus, korkeudeksi asetettiin 300 metriä merenpinnasta sekä tilavuuskalibrointi. Viimeisin näistä tehtiin käsikäyttöisellä pumpulla. Kone kertoi kun tilavuuskalibrointi oli suoritettu onnistuneesti, jolloin epäonnistuneita kalibrointeja ei pitäisi mennä läpi.

5.3. Vasta-aiheet

Seuraavaksi käytiin tutkittavan kanssa läpi tutkimuksen kulku ja tavoitteet sekä varmistettiin oliko potilaalla vasta-aiheita tutkimukselle (kuumeinen hengitystieinfektio <2vk, tuore sydäninfarkti <3kk, UAP, rintakipua, vaikeita rytmihäiriöitä, yskösvärjäyspositiivinen keuhkotuberkuloosi, ilmarinta, keuhkotoimenpiteen välitön jälkitila, dementia tai sekavuus, tutkimusta haittaava suu- tai kasvokipu, pakkoinkontinenssi, ennenaikaisen synnytyksen riski raskauden loppuvaiheessa, vasta tehty leikkaus). Ennen puhallusta syötettiin vielä potilaan tiedot koneeseen. Suku- ja etunimen ensimmäiset kirjaimet sekä kohortti-ID. Syntymäaika kaikille asetettiin 1.1.1966. Sukupuoli, pituus millin tarkkuudella ja paino sadan gramman tarkkuudella asetettiin koneeseen jotta oikeat viitearvot tulevat käyttöön.

5.4. Puhallusten suoritus

Tämän jälkeen jokaiselle tutkittavalle vaihdettiin puhdas bakteeri/virusfiltterin sisältävä suukappale. Tutkittavalle opastetaan vielä puhallustekniikka. Varmistetaan että tutkittava istuu selkä suorana, ryhti ja kaulan asento pysyy hyvänä puhalluksen aikana. Tutkimuksen aikana ei saa kumartua ja leuka tulee pitää 90 asteen kulmassa kaulaan nähden. Asetetaan nenäsulkija, mittaussanturi hampaiden väliin siten että huulet tiiviisti suukappaleen ympärillä ja käynnistetään mittaus. Aluksi hengitetään lepo hengitystä kunnes kone antaa luvan alkaa täyttämään keuhkoja täyteen. Keuhkot vedetään pitkällä rauhallisella sisäänhengityksellä niin täyteen kuin saadaan ja kun ei enää ilmaa saada sisään välittömästi ilman taukoa aloitetaan terävä puhallus. Uloshengitystä jatketaan mahdollisimman voimakkaasti, tasaisesti ja pitkään. Hengityspituuden tulee olla vähintään kuusi sekuntia ja kone antaa tuolloin vihreän valon. Tutkittavan opastus ja kannustus on erittäin tärkeässä roolissa jotta onnistuneita puhalluksia saataisiin aikaan. Tutkittavan annetaan levähtää sekä poistaa suukappale tauon ajaksi. Tauon jälkeen toistetaan puhallus. Puhalluksia tehdään niin että saadaan kolme yhtenevää käyrää aikaiseksi. Tarvittaessa puhalluksia voi siis tulla useampia jos alkuun potilas ei vielä onnistu tekemään kunnan puhallusta, mutta kuitenkin yli kahdeksaa puhallusta ei suositella. Lopuksi potilaan puhallukset tallennetaan. Pneumotako puhdistetaan. Suukappale ja nenäsulkija ovat potilaskohtaisia ja ne päätyvät roskeen. Tutkimuskaavakkeeseen kirjataan tutkittavan yhteistyökyky, joka arvioidaan asteikolla 1=huono, 2=hyvä. Jos puhallukset eivät ole onnistuneet merkataan epäonnistumisen syyt (yskänpuuskat, voimattomuus, rajoittava selkäkipu jne.) muistiin.

-kohorttiohjeet ja moodi/kansiosta

5.5. Spirometrian tulkinnan vaiheet

1. Onko luotettavuus hyvä?
2. Ovatko viitearvot oikein valitut ja tulos oikein laskettu
3. Onko lääkitys tiedossa ja kysymysasetteluun nähden oikea?
4. Spirometrialöydöksen kliininen tulkinta

6. TULOKSET

Taulukko 1. SPSS-tilukko

Potilas nro.	ID-numero	Käyrätunnistusohjelman arvio	Oma arvio	Käyrän luotettavuus

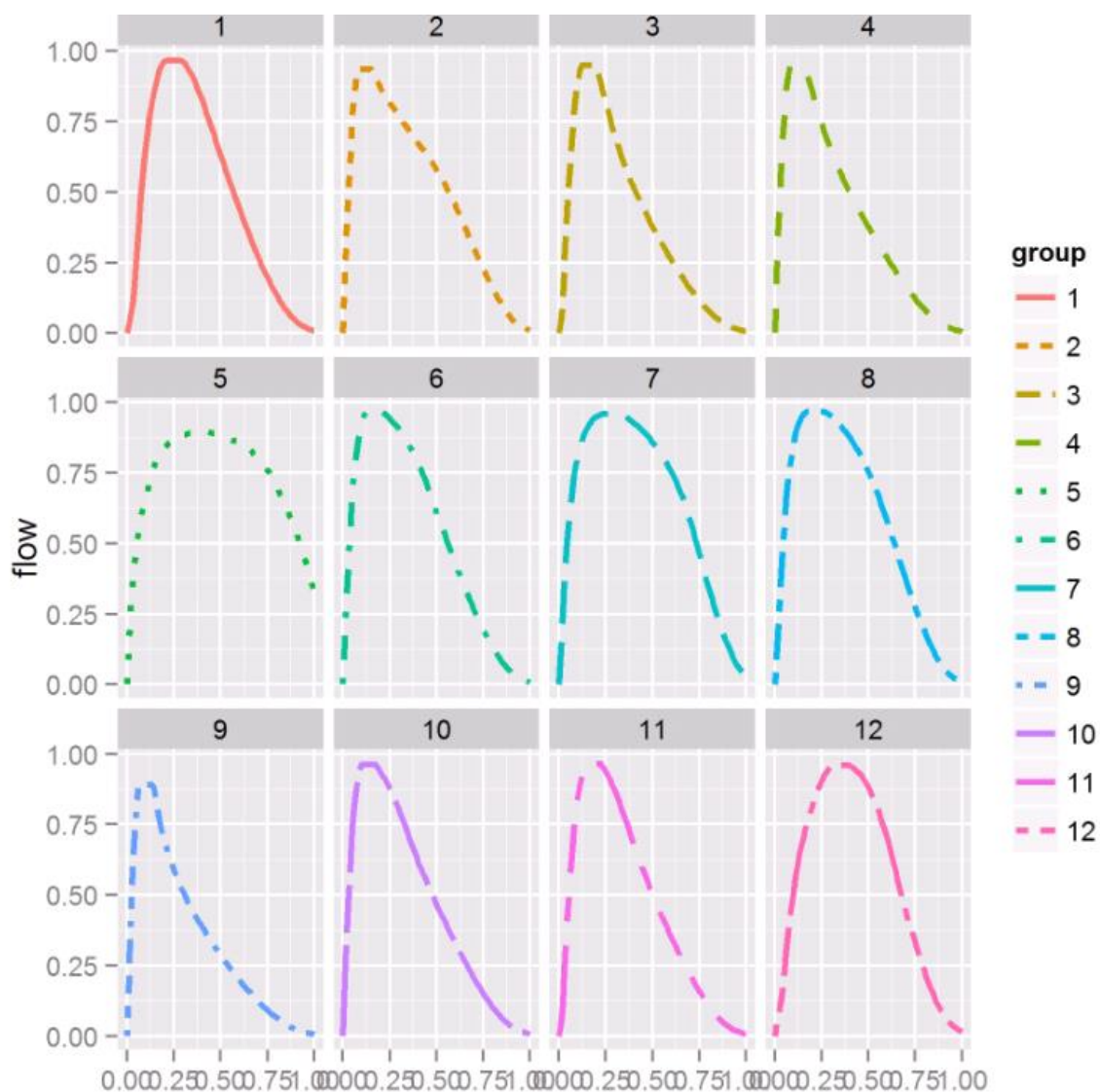
SPSS-ohjelmaan tehtiin edellä olevan mukainen (taulukko 1) koonti tutkittavista. 1. sarakkeessa tutkittavan numero. 2. sarakkeessa tutkittavan ID-numero, 3. sarakkeessa on

käyräntunnistusohjelman ehdotus käyrän muodosta. 4. sarakkeessa on minun ehdottamani käyrämalli. 5 sarakkeessa olen arvioinut käyrän luotettavuuden niin että luotettava käyrä on 1 ja epäluotettava on 0.

Tutkimuksessa on mukana 134 kohorttilaisen puhallukset, joista sadan tutkittavan käyrät olivat edellä mainitut ATS/ERS-kriteerit täyttäviä. Päällisin puolin en voi sanoa että ohjelma tunnistaisi käyriä luotettavasti. Lähes poikkeuksetta oma ehdotukseni oli eri kuin koneen ehdottama.

Aivan aluksi katsoin ovatko käyrän yhteneviä. PEF-piikin tulee olla terävä ja tulla nopeasti. Piikin jälkeen käyrän tulee laskeutua tasaisesti ilman kuoppia. Puhallusajan tulee olla yli 6 sekuntia. Taulukon arvoista myös PEF, VLC ja FEV1 arvot tulee olla kriteerien mukaiset. Minun randomisoidussa osuudessani oli reilusti epäonnistuneita puhallutuksia ja sadan luotettavan otoksen saamiseksi täytyi tutkia 134:n tutkittavan puhallukset. Osassa yhteneviä puhalluksia ei ollut kolmea. Usein oli puhallutettu vain kolme puhallusta vaikka ensimmäinen käyrä olisi mennyt täysin pieleen. Toisissa tapauksista ei oltu saatu minkäänlaista PEF-piikkiä aikaan vaan käyrä on symmetrisen paraabelin muotoinen. Joissain tapauksissa yskiminen pilasi tutkimustuloksen.

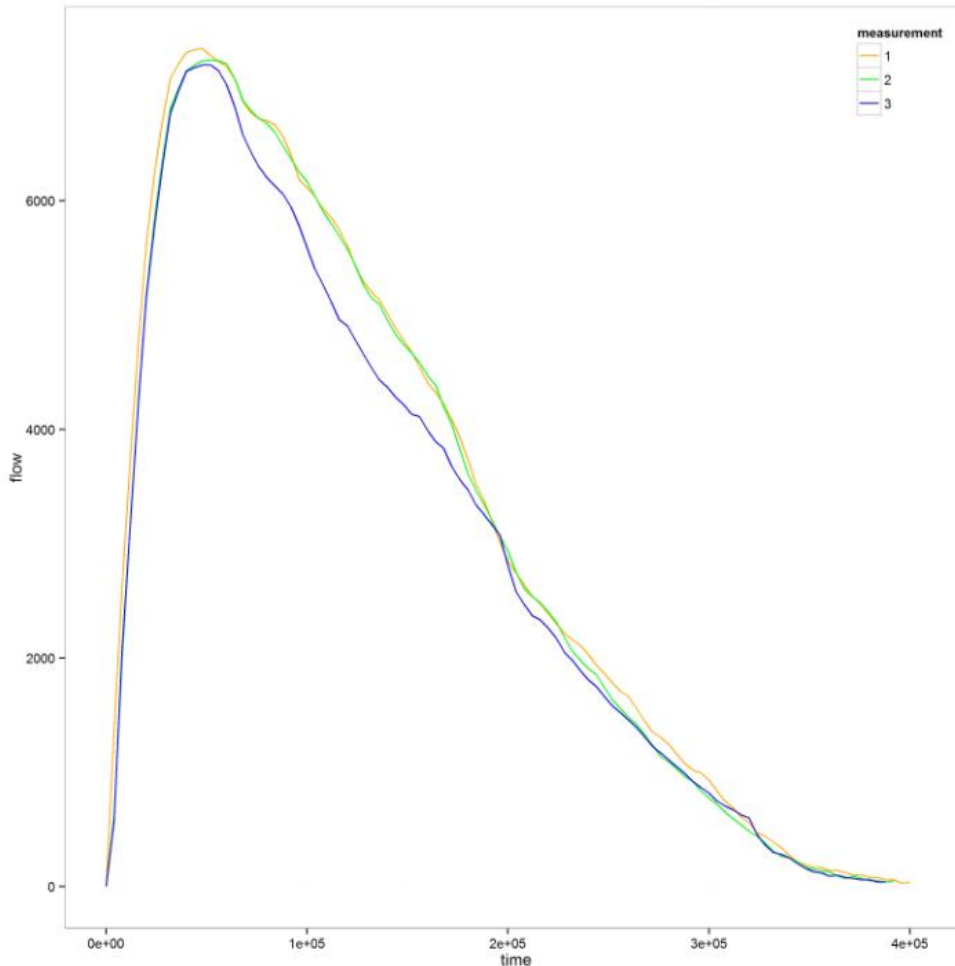
Käyräntunnistusmallilla on 12 erilaista mallikäyrää käytössä, näistä se ehdottaa mallikäyrää joka vastaa parhaiten tutkittavan puhallusta. Seuraavassa kuvassa näkyy kaikki mallikäyrävaihtoehdot (kuva 1):



Kuva 1. Mallikäyrät

Varsinainen testi käyrätunnistusmallille tehtiin siis sadan tutkittavan käyrästä jotka oli luotettavia ja kriteerit täyttäviä. Yhteensä tutkimuskäyriä tähän tutkimukseen päätyi 310. Näistä käyrästä koneen ehdottama ja oma ehdotukseni oli sama 35 kertaa. Eli siis kone osui aivan liian harvoin oikeaan. Mielenkiintoinen yksityiskohta on se että kun koneen ja minun käyräarvio osui samaan oli kyseessä 27 kertaa käyrä nro. 10. Eli jostain syystä malli tunnisti käyrän nro. 10 parhaiten, vaikka käyrä oli koneen ehdottamista neljänneksi ja omista ehdotuksistani vasta kolmanneksi yleisin tyyppi.

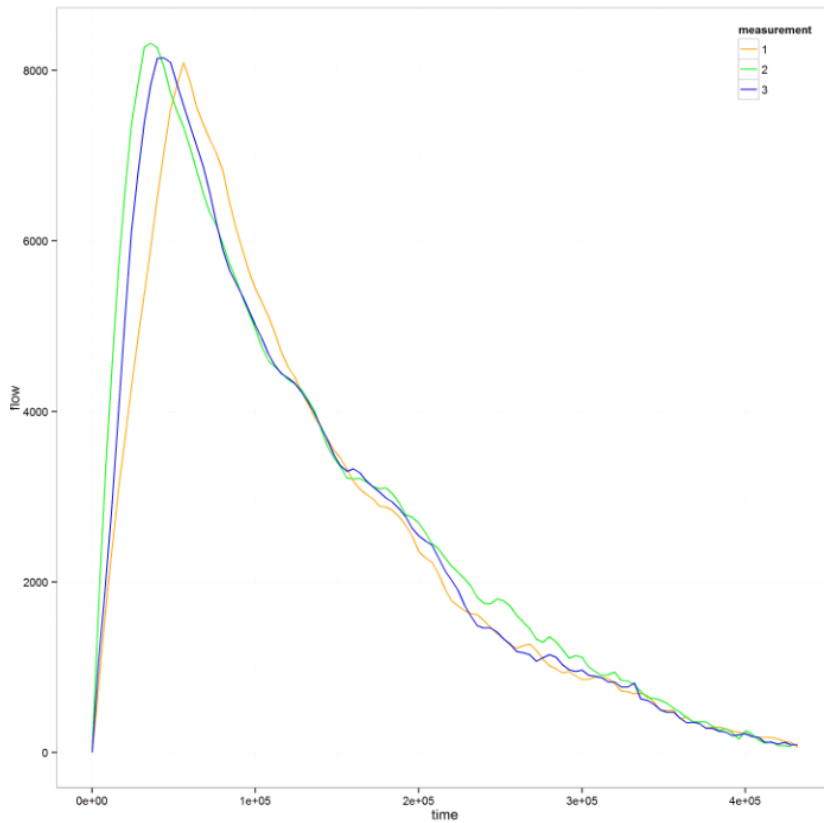
Joissain tapauksissa päällisin puolin puhallukset ja numeeriset arvot ovat melko identtisiä mutta kone ehdottaa melko päinvastaisia mallikäyriä. Esimerkiksi potilaan numero 6 (kuva 2) kohdalla:



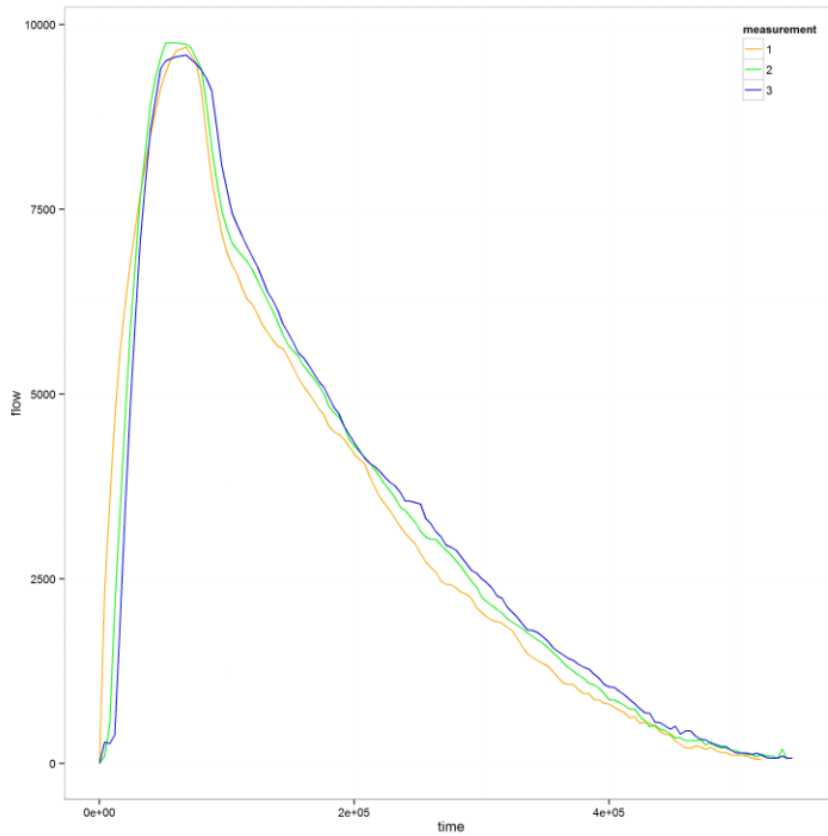
Kuva 2. Potilas 6

Edellä olevassa esimerkissä kone ehdottaa käyrien olevan 10- ja 12-tyyppisiä. Nämä ehdotetut käyrät eroavat toisistaan tosi paljon. Kuten edellisen sivun käyristä näkyy näissä kyseissä käyrissä PEF-piikki sijaitsee aivan eri kohdassa ja 0,50 horisontaalitason käyrät leikkaavat selvästi eri kohdassa. Muutenkin yleisesti havaitsin että PEF-piikkiä kone ei osaa tunnistaa tai painottaa tarpeeksi. Mielestäni tämä voisi selittyä sillä että PEF-piikin kohdalle tarvitaan tiuhempaa seurantaa. Ikään kuin kone tekisi PEF-piikin kohdan arvioinnin liian pyöristetysti tai keskiarvottaa liikaa etäällä olevien pisteiden välin ja sitten arvioi piikin olevan tässä

välissä symmetrinä paraabelina. PEF-piikin terävyyttä kone ei useinkaan löydä tai tunnu hahmottavan. Kone ehdottaa liian usein esim. käyrää nro. 12. Tämän mallisia käyriä ei onnistuneissa puhalluksissa ollut mielestäni yhtäkään mutta kone ehdotti käyrää nro. 12 jopa 76 kertaa. Tästä liiallisen pyöreyyden suosimisesta esimerkkeinä voisi olla lisäksi Potilas 25 (kuva 3) ja Potilas 67 (kuva 4).

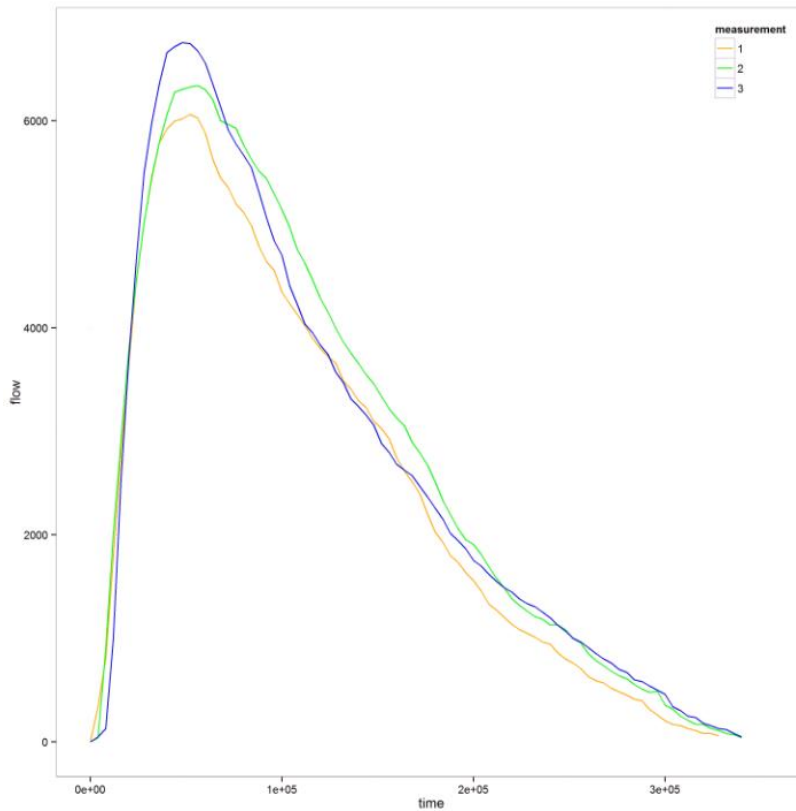


Kuva 3. Potilas 25



Kuva 4. Potilas 67

Näiden molempien kohdalla (Potilas 25 ja Potilas 67) kone ehdottaa että puhallukset olisivat käyrän 6 mukaisia. Itse arvioin että Potilas 25 olisi 9 ja Potilas 67 olisi 4. käyrän mukaisia.



Kuva 5. Potilas 71

Toisaalta sitten kone ehdottaa välillä liian koveraa mallia, mutta huomattavasti harvemmin kuin tuollaista kuperaa. Tästä esimerkkinä liite: Potilas 71, jossa puhallukset ovat muodoiltaan melko samanlaisia. Tässä kone ehdottaa ensimmäisen ja toisen puhalluksen muistuttavan käyrää nr. 7 ja toisen puhalluksen ehdotus on käyrä nro. 9. Nämä ehdotukset ovat huomattavan erilaiset, ja vielä jos tarkkaan katsoo niin toinen puhallus kuperampi kuin puhallus nr. 3.

AUTO_onni

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	2	1	,0	,3	,3
	3	5	,0	1,6	1,9
	4	3	,0	1,0	2,9
	5	53	,3	17,1	20,0
	6	35	,2	11,3	31,3
	7	17	,1	5,5	36,8
	9	60	,3	19,4	56,1
	10	50	,2	16,1	72,3
	11	10	,0	3,2	75,5
	12	76	,4	24,5	100,0
	Total	310	1,5	100,0	
Missing	System	19860	98,5		
Total		20170	100,0		

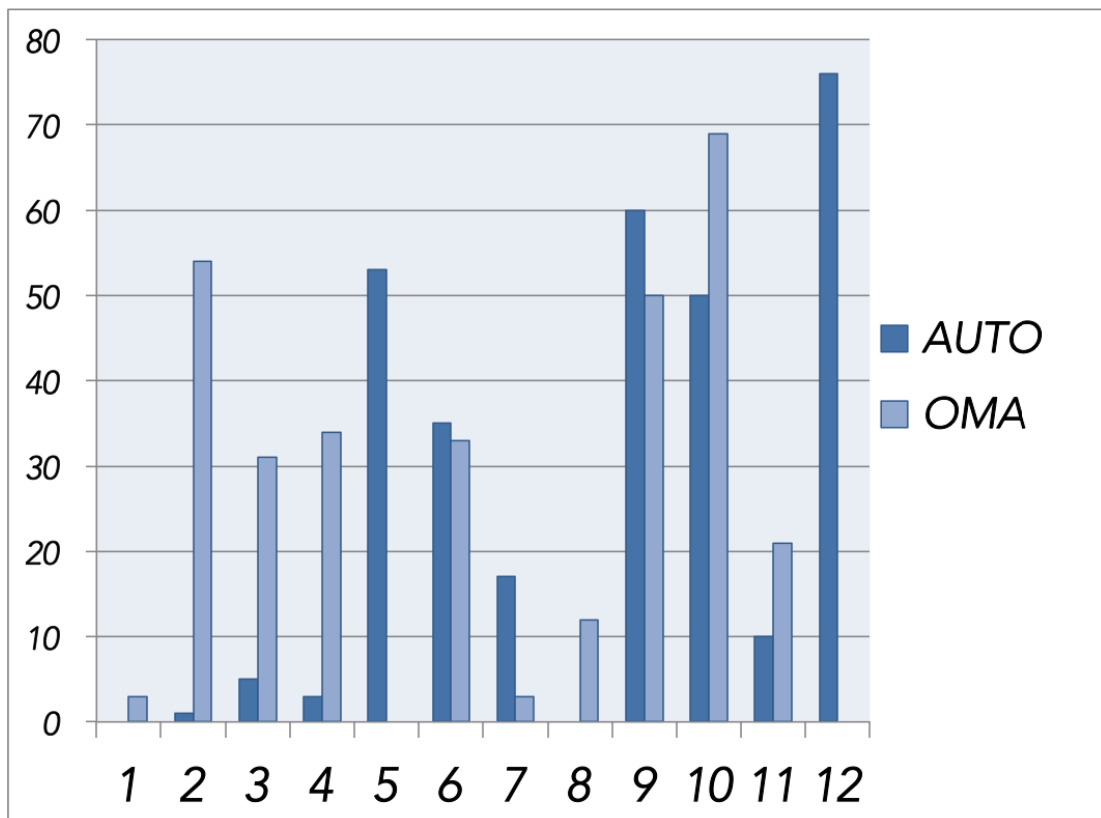
*Taulukko 1. Käyrätunnistusmallin ehdottamat käyrät***OMA_onni**

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	1	3	,0	1,0	1,0
	2	54	,3	17,4	18,4
	3	31	,2	10,0	28,4
	4	34	,2	11,0	39,4
	6	33	,2	10,6	50,0
	7	3	,0	1,0	51,0
	8	12	,1	3,9	54,8
	9	50	,2	16,1	71,0
	10	69	,3	22,3	93,2
	11	21	,1	6,8	100,0
	Total	310	1,5	100,0	
Missing	System	19860	98,5		
Total		20170	100,0		

Taulukko 2. Tutkijan ehdottamat käyrät

Liitteessä Kuva 6 näkyy aluksi taulukko, johon on koottu käyrätunnistusmallin ehdottamat käyrät puhalluksista. Liitteessä kuva 7 on puolestaan koottu tutkijan tekemät arviot puhalluksista. Näistä taulukoistakin selkeästi näkyy että eroavuuksia koneen ja tutkijan välillä on melkoisesti. Ehkä selvimmin asia käy ilmi käyrän 12 kohdalla. Tämän mallisia käyriä kone ehdottaa olevan aineistossa 76 kappaletta, mikä kattaa lähes neljänneksen kaikista sen ehdotuksista. Tutkijan taulukosta puuttuu kokonaan numero 12, sillä tällaista käyrää ei ehdotettu kertaakaan. Toinen havainto jossa tämä vastaava ilmiö on ikään kuin toisin päin havaitaan käyrän 2 kohdalla. Tämä käyrää kone ei juuri ole ehdottanut, mutta tutkija 54 kertaa.

Käyrät 9 ja 10 ovat hyvin edustettuina, niitä on myös ehdotettu koneen ja tutkijan puolesta kuta kuinkin yhtä paljon. Kuitenkin se että ehdotuksia näiden käyrien kohdalla on suunnilleen yhtä paljon kokonaisuudessaan ei vielä riitä. Kuten aiemmin mainitsin koneen ja tutkijan ehdotus oli sama 35 kertaa. Kone ja tutkija oli siis samaa mieltä 8,9% tapauksista. Alla olevasta pylvästaulukosta (Taulukko 3) on helppo huomata ehdotusten eroavaisuudet. Siinä on tummemmalla (AUTO) koneen ehdottamat ja vaaleammalla (OMA) tutkijan ehdottamat käyrätyypit rinnakkain. X-akselilla on merkitty mallikäyrän numero ja Y-akselilla näkyy ehdotusten kokonais määrä/käyrä.



Taulukko 3. Vertailutaulukko

7. YHTEENVETO JA POHDINTA

Tutkimuksessa käy selkeästi ilmi että käytetty käyräntunnismalli ei toimi ja siihen ei voi tällaisenaan luottaa. Tutkittava aineisto on tarpeeksi laaja ja tämä tulos on luotettava. Erot puhalluksissa ja koneen ehdottamissa käyrissä ovat niin yksiselitteiset, että mahdollisten virhelähteiden vaikutus tulokseen on epätodennäköistä. Mahdollisia virhelähteitä voisi olla tutkijan kokemattomuus spirometriatutkimusten tulkinnassa ja satunnaiset inhimilliset tekijät. Kuitenkin tässä tutkimuksessa vaadittu spirometrian tulkinta ei vaadi erikoislääkäritasoista kokemusta vaan vertailu käyrien välillä on melko yksiselitteistä ja vähemmällä kokemuksellakin tämä oli mahdollista. Vaikka tutkimuksen johtopäätös oli se että tunnistusmalli ei toimi, on tämäkin tärkeä tulos. Seuraavaksi täytyy miettiä aletaanko kehittämään tunnistusalgoritmejä vai luovutaanko käyräntunnistuksesta koneen avulla. Mielestäni kuitenkin käyräntunnistus koneen avulla on tulevaisuutta ja jatkokehittely olisi tarpeen.

Käyräntunnistusohjelman täytyisi tunnistaa puhalluksen absoluuttinen korkein kohta eli PEF-piikin lakipiste. Tämä olisi varmasti helpoin tapa saada PEF-piikki kohdilleen. Myös käyrälle tulisi tehdä enemmän absoluuttisia arvoja horisontaalisille leikkauspisteille. Tutkimuksessa painotettiin eniten seuraavia kolmea seikkaa valittaessa vastaavaa käyrää: PEF-piikin lakipiste, 0,5 X-akselin leikkauspiste ja käyrän yleinen muoto. Näistä kolmesta koneen tulisi pystyä tunnistamaan ainakin kaksi ensimmäistä. Muotojen hahmottaminen on varmasti vaikeampaa, mutta nämä yksittäiset pisteet koneen täytyisi pystyä tunnistamaan. Jos X-akselin suuntaisia leikkauspisteitä olisi esim. 10 tai 100 per puhallus alkaisi muotokin varmasti hahmottumaan oikeaan suuntaan.

Koneen ja tutkijan käytössä olleet 12 eri käyrää riittivät hyvin kattamaan vastaan tulleet käyrät. Käyrän 2 kohdalla oli muutamia kertoja jolloin käyrässä oleva "kovera kumpu" ei ollut aivan kohdillaan mutta tällaisissa tilanteissa huomioitiin kokonaisuutta eli muodon lisäksi PEF-piikin asemaa ja käyrän leikkauspisteitä apuviivoilla.

Tulevaisuudessa Oulun yleislääketieteenlaitoksessa ei aiota jatkaa käyräntunnistusmallin kehittelyä. Tämän käyräntunnistusmallin tehnyt Sauli Herrala ei ole enää käytettävissä. Puhuttaessa tulevaisuuden yleislääketieteen laitoksella töissä oleva biostatistikko Ville Karhunen sekä keuhkosairauksien erikoislääkäri Essi Varkki arvioivat että uuden mallin tekeminen ei nyt tule kyseeseen. Uuden mallin luominen vaatisi suuren työpanoksen, eikä tätä ponnistelua koettu aiheelliseksi tässä vaiheessa.

8. LÄHDEKIRJALLISUUS

ATS/ERS Task Force. Miller M R, Hankinson J, Brusasco V et al: Standardisation of spirometry. *Eur. Respir. J* 2005;26:319-338.

Borg B M, Hartley M F, Fischer M T, Thompson B R: Spirometry training does not guarantee Valid Results. *Respir Care* 2010;55(6): 689-694

Kaarteenaho R, Brander P, Halme M, Kinnula V: Keuhkosairadet - Diagnostiikka ja hoito, DUODECIM 2013.

Licskai C J, Sands T W, Paolatto L, Nicoletti I, Ferrone M: Spirometry in primary care: An analysis of spirometry test quality in a regional primary care asthma program. *Can Respir J* Vol 19 No 4 July/August 2012

Schermer T R, Jacobs J E, Chavannes N H, Hartman J, Folgering H T, Bottema B J, Van Weel C, Validity of spirometric testing in a general practice population of patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax* 2003 58: 861-866.

Torre-Bouscoulet L, Vela'zquez-Uncal M, García-Torrentera R, Gochicoa-Rangel L, Fernández-Plata R, Enright P, Pe'rez-Padilla R: Spirometry Quality in Adults With Very Severe Lung Function Impairment. *Respir Care* 2015;60(5):740 -743

Turkeshi E, Zelenukha D, Vaes B, Andreeva E, Frolova E, Degryse J: Predictors of poor-quality spirometry in two cohorts of older adults in Russia and Belgium: a cross-sectional study. *NPJ Prim Care Respir Med.* 2015 Jul 23;25:15048. doi: 10.1038/npjpcrm.2015.48. Julkaistu internetissä 23. kesäkuuta 2015

Sovijärvi, A.; Kainu, A.; Malmberg, P.; Pekkanen, L.; Piirilä, P. 2011. Spirometria- ja PEF- mittausten suoritus ja tulkinta. MOODI 3/2011, 12.painos. Helsinki.

Viljanen AA (ed): Reference values for spirometric, pulmonary diffusing capacity and body plethysmographic studies. *Scand Clin invest* 42 (suppl. 159):1-50, 1982.