



**SAVONIA**

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
SOSIAALI-, TERVEYS- JA LIIKUNTA-ALA

# OPPIMATERIAALIA SPIRO- METRIASTA ENGLANNIN- KIELELLÄ BIOANALYY- TIKKO-OPISKELIJOILLE

TEKIJÄ/T: Noora Salonen  
Sonja Sikanen  
Ninna Voutilainen

Koulutusala Sosiaali-, terveys- ja liikunta-ala	
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Bioanalyytikon tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä(t) Noora Salonen, Sonja Sikanen, Ninna Voutilainen	
Työn nimi Oppimateriaalia spirometriasta englanninkielellä bioanalyytikko-opiskelijoille	
Päiväys 15.11.2019	Sivumäärä/Liitteet 46
Ohjaaja(t) Yliopettaja Leena Tikka	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu, BioDigi-hanke	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Spirometria on kliinisen fysiologian tutkimus, jolla mitataan keuhkojen toimintakykyä. Spirometriatutkimuksen avulla voidaan diagnosoida keuhkotoiminnan häiriöitä, joita ovat muun muassa astma ja keuhkohtaumatauti. Oppimateriaalin aihealueita ovat spirometriatutkimus, bronkodilataatiokoe, spirometriatutkimuksen suureet, virtaus-tilavuuskäyrä, esivalmisteluohjeet, spirometriatutkimuksen virhelähteet sekä tulosten hyväksyminen.</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin osaksi BioDigi -hanketta, jossa tuotetaan digitaalinen opintoportaali bioanalyytikko-opiskelijoille. Hankkeen yhteistyökumppaneita ovat kaikki Suomessa bioanalyytikkoja kouluttavat ammattikorkeakoulut. Hankkeen rahoituksesta vastaa Opetus- ja kulttuuriministeriö.</p> <p>Haluamme olla mukana auttamassa opetuksen digitalisaatiossa, ja siksi valitsimme opinnäytetyömme aiheeksi digitaalisen oppimateriaalin luomisen. Kouluissa oppimisympäristöt ja pedagogiset prosessit uudistuvat digitaalisuuden myötä. Opiskelijoiden ympäristöt oppimisessa vaihtuvat ja laajenevat. Oppiminen sen sijaan suuremaksi osaksi ei muutu. Haasteita luo pedagogiseen kehittämiseen, uusi aika ja toimintaympäristö.</p> <p>Opinnäytetyössä teimme englanninkielistä oppimateriaalia spirometriasta bioanalyytikko-opiskelijoille. Oppimateriaali kuuluu kliinisen fysiologian opintojaksoon, jonka tuottamisesta vastaa Savonian ammattikorkeakoulu. Oppimateriaalin muodoksi valitsimme PowerPoint-esityksen. Jaoimme käsiteltävät aiheet aihealueittain erillisiin PowerPoint-esityksiin, jotka esittelimme englanniksi. PowerPoint-esityksiä tuli kaksi kappaletta. PowerPoint-esitykset nauhoitettiin, jotta oppimateriaalia olisi mahdollista lukea tai kuunnella, oppimateriaalin käyttäjän mieltymysten mukaan. Oppimateriaali soveltuu aihealueen itsenäiseen opiskeluun paikasta ja ajasta riippumatta.</p> <p>Englanninkielinen oppimateriaali spirometriasta edistää ammattitaidon lisäksi bioanalyytikko-opiskelijoiden kieli- taitoa ja kansainvälistymistä opiskeluiden aikana. Oppimateriaali sopii myös käytettäväksi korkeakoulujen vaihto-oppilaiden opetuksessa.</p>	
Avainsanat spirometria, bronkodilataatio, virtaus-tilavuuskäyrä, kliininen fysiologia, oppimateriaali	

Field of Study Social Services, Health and Sports			
Degree Programme Degree Programme in Biomedical Laboratory Science			
Author(s) Noora Salonen, Sonja Sikanen, Ninna Voutilainen			
Title of Thesis Learning material on spirometry to biomedical laboratory science students in English			
Date	15.11.2019	Pages/Appendices	46
Supervisor(s) Principal lecturer Leena Tikka			
Client Organisation /Partners BioDigi -project, Savonia university of applied sciences			
<p><b>Abstract</b></p> <p>Spirometry is a clinical physiology study that measures the lung function. Pulmonary dysfunctions such as asthma or COPD can be diagnosed with spirometry. The learning material includes the theory of the spirometry study, the theory of the bronchodilation study, spirometry study quantities, flow-volume curve, preparation instructions, sources of error in the spirometry study, and the acceptance of the results.</p> <p>This thesis is a part of the BioDigi project, which produces a digital study portal for biomedical laboratory scientist students. The project partners of the project are all Finnish universities of applied sciences where biomedical laboratory science is taught. The project is funded by the Finnish Ministry of Education and Culture. The field of teaching is changing due to digitalization. The authors chose this topic because they want to be part of this development.</p> <p>In this thesis, a learning material on spirometry for biomedical laboratory scientist students was made. The study material was made in the format of a PowerPoint presentation. The topics were divided into separate PowerPoint presentations, which are presented in English. There are 2 PowerPoint presentations.</p> <p>The PowerPoint presentations were recorded on a video which contains an audio clip to allow reading or listening of the learning material, according to the user's preference. The learning material is suitable for independent study of the topic regardless of place and time. In addition to professional skills, English learning material on spirometry promotes the language skills and internationalization of biomedical laboratory scientist students during their studies. This study material is also suitable for teaching exchange students in higher education institutions.</p>			
<p><b>Keywords</b> spirometry, bronchodilatation, flow-volume curve, clinical physiology, learning material</p>			

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	5
2	KLIININEN FYSIOLOGIA.....	6
2.1	Spirometria.....	6
2.1.1	Bronkodilataatio .....	7
2.1.2	Spirometrian esivalmisteluohjeet .....	7
2.1.3	Spirometriatutkimuksen suureet.....	8
2.1.4	Virtaus-tilavuuskäyrä .....	10
2.1.5	Viitearvosuositukset suomalaisille ja ulkomaalaisille .....	11
2.1.6	Spirometriatutkimuksen virhelähteet .....	12
2.1.7	Tulosten hyväksyminen ja tulkinta.....	12
3	OPPIMINEN JA DIGITAALINEN OPPIMATERIAALI .....	15
3.1	Hoitotieteen didaktiikka .....	16
3.2	Digitaalisen oppimateriaalin määritelmä.....	16
3.3	Digitaalisen oppimateriaalin laatuksiteerit .....	16
3.3.1	Oppimateriaalin käytettävyys .....	17
3.3.2	Esteettömyys .....	18
4	TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET .....	19
5	TYÖN TOTEUTUKSEN KUVAUS .....	20
6	POHDINTA.....	22
6.1	Tuotoksen arviointi .....	22
6.2	Eettisyys ja luotettavuus.....	22
6.3	Ammatillinen kehitys .....	23
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	25

## 1 JOHDANTO

Spirometriatutkimuksen avulla tutkitaan keuhkojen tilavuutta ja tuuletuskykyä. Spirometriatutkimuksen avulla saadaan selville se, kuinka paljon ilmaa potilas pystyy hengittämään keuhkoihinsa ja miten nopeasti potilaan keuhkot tyhjenevät. Spirometriatutkimuksen avulla selvitetään, onko potilaalla keuhkotoiminnan häiriöitä, ja mahdollisen häiriön vaikeusaste. (Potilaan lääkärilehti, 2015.)

Tämän opinnäytetyön avulla haluamme vahvistaa bioanalyttikko-opiskelijoiden osaamista spirometriatutkimuksen suorittamisessa. Opinnäytetyössä tuotettiin englanninkielistä oppimateriaalia bioanalyttikko-opiskelijoille. Oppimateriaalin aihealueita ovat: spirometriatutkimus, bronkodilataatiokoe, spirometria-tutkimuksen suureet, virtaus-tilavuuskäyrä, esivalmisteluohjeet, spirometriatutkimuksen virhelähteet sekä tuloksen hyväksyminen.

Opinnäytetyö on toiminnallinen opinnäytetyö, ja se on osa BioDigi-hanketta. BioDigi-hankkeen tarkoituksena on tuottaa digitaalinen opintoportaali bioanalyttikoita kouluttavien ammattikorkeakoulujen käyttöön. Hanke yhtenäistää bioanalyttikoita kouluttavien ammattikorkeakoulujen koulutustarjontaa ja lisää yhteistyötä ammattikorkeakoulujen välillä. Kehittämällä digitaalisia opintopolkuja mahdollistetaan myös opintojen nopeuttaminen. BioDigi-hankkeessa materiaalit tuotetaan englanninkielellä, jolloin niitä voi hyödyntää myös opiskelijavaihdon yhteydessä ja koulutusviennissä. Englanninkieliset opintokokonaisuudet edistävät tasa-arvoa ja kansainvälistymistä bioanalyttikon tutkinto-ohjelman aikana. (Metropolia AMK 2017.)

Digitaalisuuden takia kouluissa pedagogiset prosessit ja oppimisympäristöt uudistuvat. Ihmisten oppimisympäristöt vaihtuvat ja suurenevat mutta suuremmaksi osaksi ihmisen oppiminen ei muutu. Uusi toimintaympäristö ja aika luovat haasteita pedagogiseen kehittämiseen. Ne haastavat arvioimaan opetustoiminnan suunnittelun ja toteutuksen uudestaan. Opiskelijoille internetistä on saatavilla paljon tietoa ja haasteena on se, miten sieltä löydetty tiedot muuttuvat oppimiseksi, eli pysyväluonteiseksi käyttäytymismallien muutokseksi. (Timonen, Mäkelä ja Lukkarinen 2019, 8.)

Tämän opinnäytetyön kautta edesautetaan opetuksen digitalisaatiota. Opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa itsenäiseen opiskeluun soveltuvaa oppimateriaalia spirometriasta englanninkielellä. Opinnäytetyön tavoitteena on syventää bioanalyttikko-opiskelijoiden osaamista spirometriatutkimuksessa, parantaa itsenäisen opiskelun mahdollisuuksia sekä edistää bioanalyttikko-opiskelijoiden englanninkielen osaamista ja kansainvälistymistä opintojen aikana.

## 2 KLIININEN FYSIOLOGIA

Kliininen fysiologia on tieteenala, joka tutkii ihmisen elintoimintoja erilaisten mittausten avulla. Tutkimuskohteena voi olla esimerkiksi sydän ja verenkiertoelimistö, hengityselimistö tai maha-suolikanava. Kliinisen fysiologian yleisimpiä tutkimuksia ovat sydänsähkökäyrä eli EKG, keuhkojen toimintakokeet sekä kuormituskokeet. (Essote 2018.) Bioanalyytikon ammattitaito ja osaaminen on tärkeää spirometriatutkimuksen onnistumisen kannalta. Spirometriatutkimuksessa bioanalyytikon työnkuvaan kuuluu laitteiston kalibrointi, potilaan esivalmisteluiden tarkistaminen, potilaan ohjaaminen ja kannustaminen, sekä tulosten teknisen laadun arviointi (Sovijärvi, Kainu, Malmberg, Guldbbrand, Timonen ja Piirilä 2019, 23). Tämä opinnäytetyö käsittelee spirometriaa, joka on yksi yleisimpiä keuhkojen toimintakokeita.

### 2.1 Spirometria

Spirometria on keuhkofunktio tutkimus, jonka avulla tutkitaan keuhkojen toimintakykyä. Spirometrian mittausten menetelmä perustuu tilavuuden, ajan ja virtauksen mittaamiseen. Spirometria on tavoitteellinen, noninvasiivinen ja toistettavissa oleva tutkimus, joka on herkkä varhaisille muutoksille. (European Respiratory Society 2012.)

Spirometria on keuhkofunktio tutkimus, jossa määritetään keuhkojen tilavuutta ja tuuletuskykyä. Spirometrian avulla tutkitaan keuhkojen toiminnan häiriöitä. Spirometria antaa tietoa häiriön luonteesta, vaikeusasteesta ja palautuvuudesta. Rintakehän liikkuvuuteen vaikuttavat sairaudet, keuhkosairaudet sekä muut keuhkoihin ja hengitysteihin liittyvät sairaudet voivat pienentää spirometriassa rekisteröitäviä suureita. Spirometriatutkimusta käytetään hengitystieoireiden syyn selvittämiseen, hengityselinsairauksien diagnosointiin, keuhkolääkityksen tehon arviointiin, hengityselinsairauksien seurantaan sekä keuhkosairauksien riskiryhmien seulontaan. Keuhkosairauksien riskiryhmään kuuluvat muun muassa tupakoitsijat ja työperäisesti altistuneet henkilöt. (Sovijärvi, Kainu, Malmberg, Guldbbrand, Timonen ja Piirilä 2019, 7.) Spirometriatutkimuksen avulla voidaan diagnosoida astma, keuhkohtaumatauti, restriktiivinen keuhkosairaus tai muita keuhkotoiminnan häiriöitä (Cirino ja Sampson 2017).

Spirometriassa tutkittavat keuhkojen toimintahäiriöt voidaan luokitella obstruktiivisiin tai restriktiivisiin toimintahäiriöihin. Obstruktiivinen toimintahäiriö aiheutuu keuhkoputkien ahtautumisesta. Restriktiivinen toimintahäiriö aiheutuu keuhkojen tilavuuden pienenemisestä. (Potilaan lääkärilehti, 2015.) Spirometriatutkimuksessa potilas puhalttaa suuhun asetettavan virtausanturin läpi maksimallisella voimalla. Puhalluksesta syntyy virtaus-tilavuuskäyrä. Samankaltaisia virtaus-tilavuuskäyriä tulee olla vähintään kolme. Virtaus-tilavuuskäyrästä tutkitaan suureiden arvoja. Suuret kertovat keuhkojen toimintakyvystä. Puhallukset ovat raskaita, joten tutkittavan annetaan levätä puhallusten välillä. Levätessä suukappaleen saa irrottaa suusta. Yli 8 peräkkäistä puhallusta ei suositella tehtäväksi yhden tutkimuksen aikana. (Sovijärvi ym. 2019, 10-11.)

### 2.1.1 Bronkodilataatio

Spirometriatutkimuksella voidaan tutkia obstruktion palautuvuutta, kun siihen yhdistetään bronkodilataatiokoe. Bronkodilataatiokokeessa potilaalle annetaan lyhytvaikutteista avaavaa lääkettä perusvaiheen spirometriamittauksen jälkeen. Avaavana lääkkeenä käytetään beeta-2-sympatomimeettia tai antikolinergia. Bronkodilataatiokokeessa potilas puhaltaa peruspuhalluksissa syntyneiden käyrien lisäksi kolme uutta virtaus-tilavuuskäyrää. Bronkodilataatiiovaste selviää, kun perusvaiheen ja bronkodilataatiiovaiheen virtaus-tilavuuskäyrien suureiden arvoja verrataan keskenään. (Sovijärvi ym. 2019, 20-21.)

Bronkodilataatiokoe tulee tehdä silloin, kun peruspuhalluksissa on obstruktiolöydös, potilaan kohdalla epäillään astmaa tai keuhkohtaumatautia, ja kun lääkäri erikseen pyytää sitä. Kun spirometriatutkimuksella etsitään diagnoosia, olisi syytä tehdä myös bronkodilataatiokoe. Bronkodilataatiiovaste voi olla merkittävä normaalista spirometriälöydöksestä huolimatta. Kun bronkodilataatiiovasteen muutokset ovat vähintään +12% FVC:n ja FEV<sub>1</sub>:n kohdalla, on bronkodilataatiiovaste merkitsevä. (Sovijärvi ym. 2019, 132-133.) Obstruktiivisen keuhkosairauden kohdalla bronkodilataatiokoe auttaa diagnoosin ja sairauden vaikeusasteen määrittämisessä, kun avaavan lääkkeen avulla saadaan selville obstruktion palautuvuus (The korean academy of tuberculosis and respiratory diseases, 2017).

### 2.1.2 Spirometrian esivalmisteluohjeet

Spirometriatutkimus voidaan tehdä diagnostisena tutkimuksena. Sen avulla voidaan arvioida keuhkolääkityksen tehoa, potilaan työkykyä tai leikkaus- ja toimenpideriskejä. Kun spirometriatutkimus tehdään diagnostisena tutkimuksena, ei potilas saa ottaa ennen tutkimusta keuhkoputkiin vaikuttavia lääkkeitä. Diagnostisessa spirometriatutkimuksessa halutaan tutkia keuhkojen toimintakykyä ilman lääkeainevaikutusta. Lääkitystauon pituus riippuu käytettävän lääkkeen vaikutusmekanismeista, ja se voi olla 12 tunnista useisiin vuorokausiin, jopa viikkoihin. Diagnostista spirometriaa varten potilaan täytyy pitää taukoa keuhkolääkityksestä. (Sovijärvi ym. 2019, 9.) Liitteessä 1 esitellään diagnostiseen spirometriatutkimukseen vaikuttavia lääkkeitä.

Spirometriatutkimuksessa voidaan arvioida astmalääkityksen tehoa tai leikkaus- ja toimenpideriskejä, jolloin potilas saa ottaa normaalisti käyttämänsä keuhkolääkkeet ennen tutkimusta. Poikkeuksena on kortikosteroidien vaikutuksen tarkkailu. Jos spirometriatutkimuksessa halutaan tutkia vain kortikosteroidien vaikutusta keuhkojen toimintakykyyn, potilas ei ennen tutkimusta saa ottaa muita kuin kortikosteroideja sisältäviä keuhkolääkkeitä. Ennen spirometria tutkimusta muut lääkkeet otetaan normaalisti. (Sovijärvi ym. 2019, 9.)

Ennen spirometriatutkimusta, potilaan tulee välttää alkoholia vuorokauden ajan. Potilaan tulee välttää myös raskasta ateriaa, ja piristäviä aineita kuten kahvia, teetä ja kolajuomia neljä tuntia ennen tutkimusta. Tutkimukseen ei tarvitse paastota. Tupakointia ja raskasta fyysistä rasitusta tulee välttää kaksi tuntia ennen tutkimusta. Jos potilaalla on hengitystieinfektio, tutkimusajankohtaa tulee siirtää.

Hengitystieinfektion paranemisesta aikaisintaan kahden viikon kuluttua voidaan suorittaa uusi spirometria tutkimus. (Islab 2015, 1.) Tutkimuksen suorittamista varten kehoitetaan potilasta pukeutumaan rentoon vaatekseen. Puristavat vaatteet eivät saa rajoittaa tutkimuksen suorittamista. (Cirino ja Sampson 2017.)

Ennen tutkimuksen suorittamista on tärkeää selittää potilaalle tutkimuksen kulku ja hänen tehtävänsä tutkimuksessa. Kattava selitys ja puhallustekniikan havainnollistaminen auttaa potilasta ymmärtämään paremmin tutkimuksen kulkua ja puhallusten kriteereitä. Tutkimuksen alussa annettu ohjeistus auttaa potilasta suorittamaan luotettavia puhalluksia, ja turhautumiselta sekä pettymyksiltä vältytään. (Spirometry Guru.)

Spirometriatutkimusta tulee siirtää, tai sen suorittamista tulee harkita tarkasti, jos tutkittavalla on jokin seuraavista tiloista: hengitystieinfektio, alle kuukauden vanha sydäninfarkti, epästabiili sepelvaltimotauti, vatsa- ja rintakipu, sydämen vaikeat rytmihäiriöt, ilmarinta, keuhkotuberkuloosi, keuhkotoimenpiteen välitön jälkitila, dementia tai yleinen sekavuus, pakkoinkontinenssi tai loppuvaiheen raskaus. (Sovijärvi ym. 2019, 7.) Spirometriatutkimuksen vasta-aiheita ovat myös silmä-, sydän- ja avoleikkausten jälkitilat (The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2017).

### 2.1.3 Spirometriatutkimuksen suuret

Tärkeimmät suuret spirometriatutkimuksen tuloksen tulkinnan kannalta ovat hidas vitaalikapasiteetti (VC), nopea vitaalikapasiteetti (FVC), sekuntikapasiteetti ( $FEV_1$ ), sekuntikapasiteetin suhde nopeaan vitaalikapasiteettiin ( $FEV\%$ ) ja uloshengityksen huippuvirtaus (PEF) (Sovijärvi 2018).

VC mittaa keuhkojen tilavuutta (Sand, Sjaastad, Haug, Bjålie ja Toverud 2015, 366). VC on hyödyllinen obstruktion ja restriktion diagnoosin määrittämisessä. VC mitataan ennen nopeaa vitaalikapasiteettia (FVC). VC:a mitattaessa potilas puhaltaa keuhkonsa hitaasti tyhjiksi ja tämän jälkeen vetää keuhkonsa täyteen ilmaa. VC-puhalluksia tehdään kolme kappaletta. VC voidaan mitata myös niin, että potilas vetää keuhkot täyteen ilmaa uloshengityksen jälkeen ja puhaltaa keuhkot tyhjiksi. VC:n mittauksessa on tärkeää suorittaa ulospuhallukset hitaasti. Mittaukset ovat hyväksyttävästi suoritettu, kun kahden suurimman VC-arvon ero on alle 150 ml. VC-arvo toimii henkilökohtaisena referenssiarvona. Terveellä ihmisellä FVC- ja VC-arvot ovat tilavuudeltaan yhtä suuret. (Sovijärvi ym. 2019, 13-14.)

FVC mittaa keuhkojen toiminnallista tilavuutta (Fimlab 2012). FVC:a mitattaessa potilas hengittää voimakkaasti sisään ja sisäänhengityksen jälkeen puhaltaa keuhkot tyhjiksi maksimaalisella voimalla. Puhalluksen tulee kestää vähintään 6 sekuntia, tai niin pitkään, kunnes keuhkot ovat tyhjentyneet. Keuhkot ovat tyhjentyneet, kun viimeisen sekunnin aikana puhalluksen tilavuus muuttuu enää alle 25ml. Tämä on nollavirtaus, jolloin puhalluksen rekisteröinti voidaan lopettaa. Puhalluksia tehdään vähintään kolme kappaletta. Puhalluksista syntyviä virtaus-tilavuuskäyriä tulisi olla vähintään kolme, ja niiden tulisi olla yhdenmukaisia. Eroavaisuus kahden suurimman FVC:n arvon välillä saa olla alle



150 ml. (Sovijärvi ym. 2019, 12-13.) Alentunut FVC-arvo voi olla restriktiivisen tai obstruktiivisen keuhkosairauden aiheuttama. Spirometriatutkimuksen muiden suureiden tarkastelu kertoo, kummasta keuhkosairaudesta on kyse. (Cirino ja Sampson 2017.)

Uloshengityksen sekuntikapasiteetti ( $FEV_1$ ), sekuntikapasiteetin ja nopean vitaalikapasiteetin suhde ( $FEV\%$ ) ja uloshengityksen huippuvirtaus (PEF) mitataan samoista virtaus-tilavuuskäyristä kuin FVC.  $FEV_1$  kertoo uloshengitetyn ilmamäärän puhalluksen ensimmäisen sekunnin aikana. (Sovijärvi ym. 2019, 11.) Virtaus-tilavuuskäyrissä eroavaisuus kahden suurimman  $FEV_1$ -arvon välillä saa olla enintään 150 ml. Jos FVC on alle 1000 ml, saa eroavaisuus kahden suurimman arvon välillä olla enintään 100 ml. (Sovijärvi ym. 2019, 13.) Alentunut  $FEV_1$ -arvo on merkki keuhkoputkien obstruktiosta (Cirino ja Sampson 2017).

$FEV\%$  tarkoittaa sekuntikapasiteetin ja nopean vitaalikapasiteetin suhdetta (Sovijärvi ym. 2019, 11).  $FEV\%$  kertoo, onko keuhkojen toiminnan heikkenemisen taustalla obstruktiivinen vai restriktiivinen keuhkosairaus. Kun  $FEV_1$ -arvo on pienentynyt mutta FVC-arvo on normaali tai selkeästi  $FEV_1$ -arvoa parempi, ventilaatiohäiriön aiheuttaja on obstruktiivinen keuhkosairaus. Jos molemmat suureet ovat alentuneet, on aiheuttajana restriktiivinen keuhkosairaus. (Potilaan lääkärilehti, 2015.)

PEF kertoo uloshengityksen huippuvirtauksen. PEF on virtaus-tilavuuskäyrän huipulla, aivan puhalluksen alussa. Eroavaisuus kahden suurimman PEF-arvon välillä saa olla korkeintaan 10% verrattuna pienempään. (Sovijärvi ym. 2019, 11-12.) Taulukossa 1 esitellään spirometriatutkimuksessa esiintyvät suureet ja niiden merkitykset.

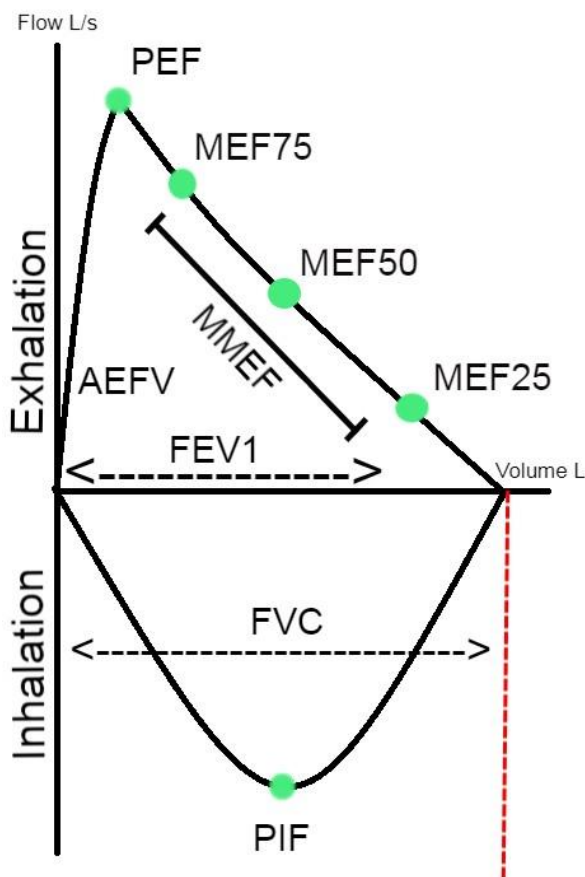
Ekstrapoloitu tilavuus (EV) kertoo sen, onko puhallus aloitettu riittävän voimakkaasti ja nopeasti. Jos EV on arvoltaan suuri, ilmaa on joko päässyt karkaamaan ennen puhalluksen aloittamista, tai puhallusta ei ole aloitettu riittävän voimakkaasti. (Ronkainen 2015, 12.) EV mitataan puhalluksen laskennallisesta aloituskohdasta, ja se saa olla alle 5 % tai alle 150 ml FVC:stä (Sovijärvi ym. 2019, 12-13). Taulukossa 1 on esitelty lisää spirometriatutkimuksessa esiintyviä suureita.

TAULUKKO 1. Spirometriatutkimuksessa esiintyvät suureet (mukailten Sovijärvi ym. 2019, 11.)

Lyhenne	Merkitys
VC	Hidas vitaalikapasiteetti
FVC	Nopea vitaalikapasiteetti
FEV <sub>1</sub>	Uloshengityksen sekuntikapasiteetti
FEV <sub>0,5</sub>	Uloshengitetyn ilman tilavuus 0,5 s:n kuluttua puhalluksen alusta
FEV <sub>6</sub>	Uloshengitetyn ilman tilavuus 6 s:n kuluttua puhalluksen alusta
FEV%	Sekuntikapasiteetin ja nopean vitaalikapasiteetin suhde
FEV <sub>1</sub> /VC	Sekuntikapasiteetin ja hitaan vitaalikapasiteetin suhde
PEF	Uloshengityksen huippuvirtaus
MMEF	Uloshengityksen keskivaiheen virtaus
MEF <sub>50</sub>	Uloshengitysvirtaus uloshengitystilavuuden puolivälin kohdalla FVC:stä
MEF <sub>25</sub>	Uloshengitysvirtaus viimeisen tilavuusneljänneksen kohdalla FVC:stä
PIF	Sisäänhengityksen huippuvirtaus
AEFV	Uloshengityskäyrän pinta-ala
FET	Uloshengitysaika

#### 2.1.4 Virtaus-tilavuuskäyrä

Virtaus-tilavuuskäyrä alkaa x-akselin ja y-akselin leikkauspisteestä. Virtaus-tilavuuskäyrän alussa virtaus ja tilavuus ovat arvoltaan nolla. Nopeasti tämän jälkeen käyrä nousee huippuunsa huippuvirtauksen (PEF) kohdalla. Jos puhalluksen alku on suoritettu oikein, virtaus-tilavuuskäyrän huippuvirtaus saavutetaan ensimmäisen 150 millisekunnin aikana. PEF:in avulla mitataan uloshengitettyä huippuvirtausta, isojen ylempien hengitysteiden kautta. Näitä ovat muun muassa henkitorvi ja keuhkoputket. PEF:in jälkeen virtaus-tilavuuskäyrä laskeutuu uloshengitetyn ilmamäärän kasvaessa ja virtauksen pienentyessä. Käyrän puolivälissä saavutetaan MEF50 ja lähellä käyrän loppua MEF25. (Katso kuva 1.) MEF-virtausarvot ovat yleensä ensimmäisiä arvoja, jotka heikkenevät monien hengityselinsairauksien kohdalla. Kun uloshengitetyn ilman virtaus loppuu, virtaus-tilavuuskäyrä saavuttaa x-akselin. Silloin potilas on puhaltanut keuhkonsa tyhjiksi. Spirometriatutkimuksessa esiintyvien suureiden lisäksi on tärkeää tarkastella myös virtaus-tilavuuskäyrän morfologiaa tuloksia tulkittaessa. (Spirometry Guru.) PEF, MEF50, MEFF ja muut virtausarvot valitaan siitä virtaus-tilavuuskäyrästä, jossa FEV<sub>1</sub>:n ja FVC:n summa on suurin (Sovijärvi ym. 2019, 13). Kuvassa 1 on esitelty normaali virtaus-tilavuuskäyrä ja spirometriatutkimuksen suureiden mittauspisteet.



KUVA 1. Virtaus-tilavuuskäyrä ja suureiden mittauspisteet (mukaan Sovijärvi ym. 2019, 11.)

### 2.1.5 Viitearvosuosituksukset suomalaisille ja ulkomaalaisille

Keuhkojen kokoon, rakenteeseen ja toimintakykyyn vaikuttavat tutkittavan ikä, pituus, paino, sukupuoli ja etninen tausta. Iän myötä FEV<sub>1</sub>- ja FVC-arvot laskevat myös terveillä henkilöillä. Viitearvoissa otetaan huomioon etninen tausta, joka huomioi evoluution aiheuttamat eroavaisuudet eri maita kotoisin olevien henkilöiden välillä. Nämä eroavaisuudet johtuvat vartalon ja keuhkojen erilaisesta rakenteesta, joka on seurausta elinympäristön korkeudesta ja muista ympäristötekijöistä. Myös sosioekonominen asema vaikuttaa etniseltä taustaltaan erilaisten ihmisten keuhkojen toimintakykyyn. Esimerkiksi 175 cm pitkällä Kaukasialaisella miehellä käytettävät viitearvot ovat suuremmat, kuin samanpituisella, eri etnisen taustan omaavalla miehellä. (Quanjer 2012.)

Spirometriatutkimuksessa suomalaisille käytetään nykyään Kainun viitearvoja. Aiemmin käytössä olleiden Viljasen viitearvojen huomattiin aiheuttavan pieniä epätarkkuuksia ja vääristymiä spirometriamittauksiin. Viljasen viitearvoihin verrattuna Kainun viitearvoissa FVC on keskimäärin 1% suurempi, ja FEV<sub>1</sub> on 2-3% pienempi. FEV<sub>1</sub>/FVC:n viitearvot ovat 3% pienemmät Kainun viitearvoissa. Kainun viitearvot perustuvat 1000 terveen ja tupakoimattoman 18-48-vuotiaan suomalaisen mittaus tuloksiin. Mittaukset ovat tehty neljällä eri paikkakunnalla: Helsingissä, Kemissä, Kuopiossa ja Tampereella. Spirometrian kansainväliset viitearvot GLI2012 eivät sovellu Suomen keuhkolääkäriyhdistyksen suosituksen mukaan käytettäväksi syntyperäisillä suomalaisilla. Suomalaisilla keuhkojen tilavuusarvot (FVC) ovat noin 5-6% suuremmat kuin GLI2012-viitearvojen valkoihoisten tilavuusarvot.

Erot ovat suurimmillaan vanhemmissa ikäryhmissä. Myös lasten GLI2012-viitearvot poikkeavat aikaisemmin julkaistuista suomalaisten lasten viitearvoista. Kansainvälisten GLI2012- ja suomalaisten lasten viitearvojen FEV1-arvojen välillä on eroavaisuutta 5-6%. GLI2012-viitearvot perustuvat 74 000:n iältään 3-94-vuotiaan henkilön mittauksiin eri puolilta maailmaa. Tutkittavista 57 000 on valkoihoisia. Kansainvälisten viitearvojen mittaussaineistossa ei ole tuloksia suomalaisista. (Sovijärvi ym. 2016.)

### 2.1.6 Spirometriatutkimuksen virhelähteet

Virhelähteet ovat laitteistosta, tutkijasta, tutkittavasta tai tulosten tulkitsijasta johtuvia. Laitteistosta johtuvia virhelähteitä ovat anturi-, ohjelma- ja piirturivirheet. Mittausjärjestelmän ilmavuodot sekä laskentayksikön ja tietokoneen virheet kuuluvat laitteiston virhelähteisiin. Tutkijalta tulleita virhelähteitä ovat virheellinen kalibrointi, väärät esitiedot, tutkittavan virheellinen valmistautuminen tutkimukseen, huono potilaan ohjaus ja kannustus, väärin virtaus-tilavuuskäyrien valitseminen sekä väärin viitearvojen käyttäminen. Tutkittavasta johtuvia virhelähteitä ovat vääränlainen puhallustekniikka, puuttuva yhteistyöhalukkuus, suukappaleen ahtautuminen kielen tai puremisen takia, virtaus-anturin takaseinämän peittäminen kädellä, löysä hammasproteesi ja suoritusta häiritsevät oireet, kuten rintakipu tai yskä. (Sovijärvi ym. 2019, 23.)

Spirometria laitteisto vaatii jatkuvia tilavuus- ja lämpötilakalibrointeja. Laitteistoon kuuluva kalibrointipumppu vaatii säännöllistä huoltoa. Spirometria tutkimusta ohjaavan hoitajan tulee varmistaa tutkittavalta esivalmisteluohjeiden noudattaminen, selittää tutkittavalle tutkimuksen eteneminen ja ohjata tutkittavaa tutkimuksen aikana. Hoitajan tulee motivoida ja kannustaa tutkittavaa tutkimuksen aikana. Hoitajan tulee huomata virhelähteet tutkittavan puhallustekniikassa ja korjata puhallustekniikkaa luotettavien tulosten aikaansaamiseksi. Hoitaja tulee perehdyttää hyvin spirometriatutkimuksen suorittamiseen. Tulosten tekninen laatu ja luotettavuus on spirometriatuloksissa diagnoosin kannalta merkittävässä roolissa. (Guldbrand 2018.)

### 2.1.7 Tulosten hyväksyminen ja tulkinta

Puhalluksen tulee alkaa heti sisäänhengityksen loputtua, ja sen tulee olla riittävän pitkä. Puhallus alkaa voimakkaalla ulospuhalluksella, jonka teho heikkenee loppua kohti keuhkojen tyhjentyessä. Puhalluksen pituus on aikuisilla ja 10-vuotiailla vähintään 6 sekuntia. Alle 10-vuotiaiden puhalluksen tulee kestää vähintään 3 sekuntia. Tilavuus ei saa muuttua viimeisen sekunnin aikana yli 25ml puhalluksen lopussa. PEF:ssä käyrän huippu on terävä ja se tavoitetaan nopeasti. EV eli ekstrapoloitu tilavuus on alle 150ml tai alle 5% FVC:stä puhalluksen laskennallisessa aloituskohdassa. Puhallusvoima on koko puhalluksen ajan maksimaalinen ja käyrä etenee yhtenäisesti. Käyrässä ei saa näkyä artefaktoja. (Sovijärvi ym. 2019, 12.)

Luotettavien tulosten kannalta yksi tärkeimpiä tekijöitä on puhallusten toistettavuus. FVC-, FEV<sub>1</sub>- ja PEF-arvot eivät saa muuttua liikaa puhallusten välillä. Toistettavia puhalluksia tulee olla vähintään kolme kappaletta. Puhalluksia tehdään enintään kahdeksan kappaletta, tai siihen asti, kunnes tutkittava kieltäytyy puhaltamasta lisää. Laboratoriohoitaja valvoo spirometriatutkimuksen luotettavuutta.

Tekniseltä laadultaan huonosti suoritettavat puhallukset voivat johtaa väärään diagnoosiin. (The Korean Academy of Tuberculosis and Respiratory Diseases, 2017.)

Virtaus-tilavuuskäyrässä ei saa näkyä:

- 1) Asiakkaan yskäisystä johtuvia virtauspiikkejä ulospuhalluksen ensimmäisen sekunnin aikana tai MMEF-mittauspisteissä
- 2) Kurkunpään sulkeutumisesta aiheutuvia pysähdyksiä virtauksessa
- 3) Ilmavuotoa tai virtauksen tukkeutumista
- 4) Virtausarvojen nousua tai virtauksen kohoamista. Syy arvojen nousuun on yleensä virtausanturin vettäminen tai likaantuminen. Syy virtauksen kohoamiseen voi olla anturissa. (Sovijärvi ym. 2019,12.)

Toistettavuuskriteerit virtaus-tilavuuskäyrille:

- 1) FEV<sub>1</sub>: Jos FVC on yli 1000 ml, kahden suurimman FEV<sub>1</sub>-arvon erotus ei saa olla suurempi kuin 150 ml. Jos FVC on alle 1000 ml, ero ei saa olla suurempi kuin 100 ml.
- 2) FVC: Jos FVC on yli 1000 ml, kahden suurimman FVC-arvon erotus ei saa olla suurempi kuin 150 ml. Jos FVC on alle 1000 ml, ero ei saa olla suurempi kuin 100 ml.
- 3) PEF: Kahden suurimman PEF-arvon ero saa olla korkeintaan 10% verrattuna pienempään. (Sovijärvi ym. 2019, 13.)

Spirometriatuloksia arvioidaan viitearvojen avulla, sekä tutkimalla syntyneiden virtaus-tilavuuskäyrien muotoa ja niissä esiintyvien suureiden arvoja. Obstruktiivisessa ventilaatiohäiriössä virtaus-tilavuuskäyrä on usein kovera. Puhalluksen loppuvaiheilla virtaus-tilavuuskäyrä saattaa mennä aivan x-akselin tuntumassa. Restriktiivisessä ventilaatiohäiriössä virtaus-tilavuuskäyrä pullistuu, ja puhalluksen pituus lyhenee huomattavasti vaaditusta kuudesta sekunnista. Spirometriatuloksen luokittelu viitearvojen avulla perustuu tuloksista yksilöllisesti laskettuun z-arvoon. Z-arvo vertailee potilaan mittaustulosta laskennalliseen viitearvoon ja iän myötä muuttuvaan hajontaan. Z-arvon avulla tapahtuvaa luokittelua käytetään sekä suomalaisissa Kainun että kansainvälisissä GLI2012-viitearvoissa. Ventilaatiohäiriöt luokitellaan ATS/ERS 2005 -standardin mukaisesti. ATS/ERS 2005 -standardin mukaan kaikki ventilaatiohäiriöiden vaikeusasteet luokitellaan FEV<sub>1</sub>:n eli sekuntikapasiteetin mukaan. Normaalin alaraja FEV<sub>1</sub>-arvossa on -1,65. (Sovijärvi ym. 2019, 14.) Tästä pienemmät arvot luokitellaan taulukon 3 mukaan.

Obstruktiiviset löydökset spirometriassa ovat tyypillisiä, jos potilaalla on ahtaumaa hengitysteissä. Obstruktiivisia sairauksia ovat esimerkiksi astma ja keuhkohtaumatauti. Obstruktiossa ilma virtaa keuhkoista ulos hitaammin kuin normaalisti, joten FEV<sub>1</sub> -arvo on alentunut huomattavasti normaalista. (British Lung Foundation 2019.)

Restriktiiviset löydökset spirometriassa ovat tyypillisiä esimerkiksi keuhkofibroosia sairastavilla. Restriktiossa uloshengityksen kokonaistilavuus on pienentynyt, mutta ilma virtaa keuhkoista ulos normaalisti. Restriktion aiheuttaa muutokset keuhkokudoksessa, jotka vaikuttavat keuhkojen laajenemiskykyyn. Restriktiivisessä löydöksessä sekä FVC - että FEV<sub>1</sub> -arvot ovat alentuneet, mutta niiden välinen

suhde on normaalilla tasolla. Jos uloshengitetty ilmamäärä ja sekuntikapasiteetti ovat alentuneet, on kyse sekä obstruktiosta että restriktiosta. Tällainen löydös voi johtua keuhkolaajentumasta, kystaisesta fibroosista tai ylipainosta. (British Lung Foundation 2019.)

Luokitellessa obstruktiivisia ja restriktiivisiä ventilaatiohäiriöitä, tarkastellaan FEV<sub>1</sub>-arvon lisäksi muitakin suureita. Ventilaatiohäiriö tulkitaan obstruktiiviseksi, kun FEV<sub>1</sub>/FVC tai FEV<sub>1</sub>/VC on pienempi kuin -1,65. FVC:n ja VC:n ollessa normaalit, alentuneet MEF<sub>50</sub>, MMEF ja PEF ovat viitteellisiä obstruktiolle. Näiden suureiden normaalin alaraja on -1,65. Restriktion kriteereitä ovat alentuneet FVC- ja VC-arvot. Normaalin alaraja näiden suureiden kohdalla on -1,65. (Sovijärvi ym. 2019, 14.) Taulukossa 2 on esitelty ventilaatiohäiriöiden vaikeusasteet z-arvon mukaan luokiteltuina.

TAULUKKO 2. Ventilaatiohäiriöiden vaikeusasteet luokiteltuina z-arvon mukaan (mukaihen Sovijärvi ym. 2019, 14.)

Aste	FEV <sub>1</sub> (z-arvo)
Normaali*	$\geq -1,65$
Lievä alenema	$-2,0 \leq z\text{-arvo} < -1,65$
Kohtalainen alenema	$-2,5 \leq z\text{-arvo} < -2,0$
Kohtalaisen vaikea alenema	$-3,0 \leq z\text{-arvo} < -2,5$
Vaikea alenema	$-4,0 \leq z\text{-arvo} < -3,0$
Erittäin vaikea alenema	$z\text{-arvo} < -4,0$

\*FEV<sub>1</sub>-arvon normaalin alaraja on -1,65. Välille -1,65 – -2,0 sijoittuvat z-arvot luetaan lievästi poikkeaviksi.

### 3 OPPIMINEN JA DIGITAALINEN OPPIMATERIAALI

Oppiminen on tavoitteellinen prosessi, jossa ihminen käsittelee uutta tietoa tietoisesti ja alitajunnan avulla. Oppiminen kehittää opiskelijan henkistä kapasiteettia. Oppimisprosessin aikana opiskelija muovaa tietoa. Oppiminen ja opiskelu on luovaa ja yksilöllistä toimintaa, ja jokaisella opiskelijalla on oma tyyli oppia ja opiskella. (Kauppila 2003, 17.) Oppimisprosessin aikana opiskelija työstää jo opittuja asioita. Opiskelija yhdistelee ja rakentaa uutta tietoa aikaisemman tiedon ja näkemysten valossa. Oppiminen on taukoamatonta ajatustyötä, jossa uutta tietoa tulkitaan ja peilataan aiemman tietoperustan pohjalta. (Kauppila 2003, 44.) Motivaatio, oppimistyyli, oppimisstrategiat ja tiedon käsittely ovat olennaisia osa-alueita oppimisen kannalta. Näihin osa-alueisiin kannattaa kiinnittää huomiota, kun halutaan tehostaa ja kehittää oppimista. Jokainen opiskelija voi parantaa oppimistaan, kun ottaa käyttöönsä itselleen parhaiten sopivat opiskelutyyli. (Kauppila 2003, 41.)

Jokaisella henkilöllä on yksilöllinen tapa lähestyä oppimistehtäviä ja asennoitua opiskeluun. Sitä kutsutaan oppimistyyliksi. Oppimistyyli on yksilölle ominainen tyyli opiskella ja omaksua uusia asioita. Jokainen voi kehittää ja monipuolistaa oppimistyyliään. (Anttila 2017.) Oppimistyyliä jaotellaan useilla eri tavoilla. [www.peda.net](http://www.peda.net) -sivustolla tehdään jako erilaisten oppijoiden perusteella. Näitä eri ryhmiä ovat visuaalinen oppija, audittiivinen oppija ja kinesteettinen oppija. Visuaalinen oppija käyttää oppimisessa hyväksi näköaistia. Visuaalinen oppija havainnoi, tarkkailee ympäristöään ja lukee mielellään. Audittiivinen oppija käyttää oppimisessa hyväksi kuuloaistia. Audittiiviselle oppijalle kuunteleminen on hyvä tapa oppia. Audittiiviselle oppijalle oppimisen avuksi soveltuvat hyvin esimerkiksi elokuvat. Kinesteettinen oppija käyttää oppimisessa hyväksi tuntoaistia. Kinesteettiselle oppijalle oppimisympäristön viihtyisyys on tärkeää. Hän oppii parhaiten itse tekemällä. (Peda.net 2018.)

Oppimisen kannalta on tärkeää tavoitella osaamisen ja tiedon soveltamista, sillä siitä on apua silloin kun oppija ratkoo omia todellisia elämäntilanteita ja ongelmia. (Ilomäki 2012, 64.) Digitaalinen oppimateriaali voi tukea opiskelijan oppimista. Oppiakseen opiskelijan on tiedostettava puutteellisuus omassa tiedossaan ja ajattelussaan. Puutteita voi tuoda esille esittämällä kysymyksiä tai tietoa, joka on ristiriidassa hänen tietämyksensä kanssa. Tämä saa oppilaan arvioimaan oman osaamisen tasoa ja tiedon puutteita. Tällä tavoin oppilas tulee tietoiseksi siitä, mitä hänen tulee oppia lisää. Opiskeluaiheeseen liittyvien kysymysten sekä uusien näkökulmien avulla voidaan haastaa oppilaan ajattelua. (Nurmi 2012, 57-58.)

Monimutkaisten asioiden oppimista edistää oppijan ja sisällön välinen vuorovaikutus. Haasteellisten asioiden oppimisessa opiskelijan tulisi sisällön luettuaan pystyä prosessoimaan tieto, ja muodostamaan oma ymmärrys annetusta tiedosta. Käyttämällä erilaisia interaktiivisia välineitä ja ohjelmia voidaan edistää vuorovaikutusta sisällön ja opiskelijan välillä. Interaktiivisia välineitä ovat esimerkiksi erilaiset pelit, mikromaailmat ja simulaatiot. Näiden avulla opiskelija pystyy vaikuttamaan ohjelman sisältöön ja oppimaan eri tavalla, eri näkökulmista ja kokemuksellisesti. (Nurmi 2012, 58.)

### 3.1 Hoitotieteen didaktiikka

Hoitotieteen didaktiikka on oma didaktiikan alue. Didaktiikka-käsitteessä keskeisessä roolissa on teorian ja käytännön yhdistäminen opetuksessa. Hoitotieteen didaktiikka tutkii opetusta ja oppimista hoitotieteen näkökulmasta. Siinä oppiminen ja opetus liitetään terveyteen ja terveystieteeseen. Hoitaminen on monimutkaista ja samaan aikaan inhimillistä toimintaa, joten siihen kouluttautuminen edellyttää oman tietoperustansa. Hoitamisen oppiminen jaetaan kahteen ensisijaiseen päämäärään: oman terveyden ja itsensä hoitamiseen sekä toisen terveyden hoitamiseen. Terveystieteen koulutuksessa keskitytään jälkimmäisen päämäärän oppimiseen. (Saaranen, Koivula, Ruotsalainen, Wärna-Furu ja Salminen, 2018.)

### 3.2 Digitaalisen oppimateriaalin määritelmä

Kaikki verkossa saatavilla oleva oppimateriaali on digitaalista oppimateriaalia. Digitaalisena oppimateriaalina toimivat esimerkiksi itsenäiseen opiskeluun tarkoitetut verkkokurssit, verkossa olevat oppimateriaalit ja kuvapankit, sekä oppikirjojen oheismateriaalit. (Opetushallitus 2018.)

Opetushallituksen ylläpitämässä Linkkiapajassa (<http://linkkiapaja.edu.fi/oph/search.html>) digitaalisia oppimateriaaleja on luokiteltu hieman tarkemmin. Digitaalisen oppimateriaalin lajeja ovat Linkkiapajassa muun muassa arviointi, avoin toiminta, blogi, esitys, simulaatio ja oppimispeli. Arviointi käsittää monivalinta-, aukko- ja laskutehtävät, jotka kone arvioi suorituksen aikana. Myös sähköisessä muodossa olevat kokeet kuuluvat tähän kategoriaan. Avoin toiminta sisältää luovia harjoituksia, joissa oppilaiden toimintatavat eivät ole etukäteen ennustettavissa. Esityksiin lukeutuvat digitaaliset oppimateriaalit voivat olla PowerPoint-esityksiä, videoita tai tekstimuotoisia esityksiä. Tässä kategoriassa yhteistä esityksille on se, että niissä esitetään opiskeltavan asian teoretieto tiiviissä muodossa. Simulaatiotehtävissä opiskelija pääsee itse osallistumaan tilanteisiin, joissa opitaan tärkeitä tietoja ja taitoja. (Ilomäki 2012, 8.)

### 3.3 Digitaalisen oppimateriaalin laatukriteerit

Digitaalisen oppimateriaalin ja tavallisen oppimateriaalin laatuun vaikuttavat samat tekijät. Laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat kohderyhmän ymmärtäminen, sisällön rajaus käyttäjän tarpeisiin, oppimateriaalin tuottajien asiantuntemus, didaktinen lähestymistapa ja oppimiskäsitys. Nämä tekijät määrittävät aineiston laatua sekä oppimateriaalin käytettävyyttä opetuksen ja opiskelun tukena. Materiaalin päivitettävyys, vuorovaikutteisuus ja yhteisöllisyys ovat verkkomateriaalien ominaispiirteitä. Ne on otettava huomioon laatukriteereitä kehitettäessä. (Opetushallitus 2006, 9.)

Laatukriteerit on jaettu neljään eri kriteeriin digitaalisen oppimateriaalin kohdalla. Pedagoginen laatu, esteettömyys, käytettävyys ja tuotannon laatu kuuluvat näihin laatukriteereihin. Verkko-oppimateriaalin laatukriteeristö on laadittu joustavaan käyttöön. Verkko-oppimateriaalin laatua arvioimissa voidaan valita kriteeristöä omaan käyttöön merkitykselliset kokonaisuudet. Verkko-oppimateriaalit ovat niin monimuotoisia, joten kaikki mainitut laatukriteerit eivät sovellu kaikkien verkko-



oppimateriaalien arviointiin. Osa kriteereistä arvioijan täytyy osata jättää huomioimatta. (Opetushallitus 2006, 14.)

Suurimpia laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat tuotantovaiheen ratkaisut ja tarpeet, jotka vaikuttavat laadun kokemukseen. Tuotantovaiheen ratkaisuja ovat laadunhallinnan menetelmät ja jatkuva parantaminen. Verkko-oppimateriaalien kehittämisessä ja uusien ratkaisujen innovoinnissa tekijöiden on kiinnitettävä huomiota tuotanto- ja laadunhallinta prosesseihin. Standardoituja tai tuotanto-organisaatioiden itsensä kehittämiä laadunvarmistuksen menetelmiä käytetään suurissa ja jatkuissa ammattimaisissa tuotannoissa. Vähemmän ammattimaisien oppimateriaalien tuottamista varten tuottajille on käytössä yhteisesti luotuja laadunhallinnan kriteereitä ja työkaluja. (Opetushallitus 2006, 11.)

Pedagogisella laadulla tarkoitetaan oppimateriaalin soveltuvuutta opetus- ja opiskelukäyttöön. Oppimateriaalin täytyy tukea opetusta ja oppimista. Soveltuvuus on yhteydessä sen käyttötilanteeseen, oppimateriaalin käyttäjien odotuksiin ja osaamiseen. Oppimateriaalin pitää tukea opetuksen, oppimisen ja tiedon uusimpien tutkimustulosten mukaisesti käyttäjien oppimista. (Opetushallitus 2006, 14.)

Oppimisen yhteisöllisyys ja työskentely yhteisen kohteen parissa ovat tuettavia pedagogisia piirteitä. Keskeisiin piirteisiin kuuluu myös merkityksellisyys oppijan oppimisen taidoissa, oppijan aktiivisuus sekä oppimistehtävien luonne. Kuinka haasteellinen, avoin, autenttinen ja aito oppimistehtävä on oppijan kokemusten kannalta. Tällä tavoin verkko-oppimateriaali tarjoaa lisäarvoa sekä opettajille, että opiskelijoille. Laadukasta oppimateriaalia opettajan on helppo käyttää tukena haasteellisissa opetuksissa, ja niiden avulla kehittää opetusta. Opiskelijan näkökulmasta se tukee häntä tekemällä oppimisen tietoiseksi ja näkyväksi. Se antaa hänelle myös soveltuvia itsenäisiä haasteita. (Opetushallitus 2006, 14-15.)

Tuotannon laadulla tarkoitetaan hallitusti toteutettua tuotantoprosessia. Ammattimaiset taidolliset, tiedolliset ja oppimista ohjaavat tavoitteet ovat osana tuotantoprosessia. Tuotantoprosessin lisätekiäjiä ei voi jättää huomioimatta. Tuotannon laadun kriteeristöön kuuluu keskeiset huomioon otettavat elementit ja tasokkaat tuotannon vaiheet. Käytännössä tuotantoryhmien on varmistettava, että oppimateriaalin tuotanto on pedagogisesti laadukasta. Sen tulee täyttää käytettävyyden ja esteettömyyden vaatimukset. (Opetushallitus 2006, 24-25.)

### 3.3.1 Oppimateriaalin käytettävyys

Teknisen toteutuksen, rakenteen, ja käyttöliittymäsuunnittelun aikaansaamaa käytön sujuvuutta ja helppoutta tarkoitetaan, kun puhutaan oppimateriaalin käytettävyydestä. Käytettävyys voidaan todeta heikoksi, kun käyttäjä turhautuu virheilmoituksiin, materiaalin etsimiseen, kuolleisiin linkkeihin, puutteellisiin ohjeisiin tai epäselviin ilmaisuihin. Oppimateriaalin käytettävyyden tulee olla tuotannon perustavoitteissa ja oppimateriaalin tekijän jatkuvan varmistuksen kohde. (Opetushallitus 2006, 18.)

### 3.3.2 Esteettömyys

Esteettömyyden kriteerit digitaalisessa oppimateriaalissa ovat samansuuntaisia kuin sen käytettävyydekriteerit. Oppimateriaalin esteettömyydellä tarkoitetaan, että se on erilaisten ihmisten käytettävissä riippumatta heidän terveydentilastaan, vammoistaan, fyysisistä ja psyykkisistä ominaisuuksistaan. Oppimateriaalille asetetut tavoitteet täytyy ottaa huomioon ja kriteerejä soveltaa sen mukaan. Tavoitteet voivat esimerkiksi sisältää osaamista mikä edellyttää tarkkaa käden motoriikkaa tai havainnollistamista. Tällöin tuottaessa oppimateriaalia edellytetään vastaavia kykyjä oppimateriaalin käyttäjiltä. Jos tietty osaaminen ei ole oppimateriaalin nimenomainen tarkoitus, ei ole hyväksyttävää edellyttää sen osaamista sen käyttäjiltä. (Opetushallitus 2006, 21.)

Esteettömyys on laaja tavoite. Tavoitteena on lisätä käytettävyyttä, ymmärrettävyyttä ja saavutettavuutta kaikille. Oppimateriaalin käyttäjien psyykkisistä, sosiaalisista ja fyysisistä ominaisuuksistaan riippumatta. Oppimateriaalin kohderyhmä, muut tavoitteet ja käytettävät voimavarat rajaavat esteettömyystavoitteita. Rajaukset määräytyvät oppimateriaalin luonteen, tavoitteiden ja sisällön mukaan. Ongelmien ja haittojen tulee olla vähäisiä, jos esteettömyystavoitteista joustetaan. (Opetushallitus 2006, 21.)

#### 4 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa itsenäiseen opiskeluun soveltuvaa oppimateriaalia spirometriasta englanninkielellä. Oppimateriaali on tarkoitettu bioanalyttikoiden tutkinto-ohjelmaan sisältyvän kliinisen fysiologian kurssin spirometriaosuuden opettamiseen. Opinnäytetyön tuotos tulee osaksi BioDigi-hanketta. Englanninkielellä tuotetusta oppimateriaalista hyötyvät niin suomenkieliset kuin vieraskielisetkin korkeakouluopiskelijat. Englanninkielinen oppimateriaali sopii myös korkeakoulujen vaihto-oppilaiden opetukseen käytettäväksi. BioDigi-hankkeeseen kuuluvaa oppimateriaalia voidaan käyttää useassa ammattikorkeakoulussa valtakunnallisesti.

Opinnäytetyön tavoitteena on syventää bioanalyttikko-opiskelijoiden osaamista spirometria-tutkimuksessa. Englanninkielisen oppimateriaalin tavoitteena on edistää bioanalyttikko-opiskelijoiden englanninkielen taitoa ja näin edistää kansainvälistymistä opintojen aikana. Oppimateriaali tulee osaksi bioanalyttikko-opiskelijoille suunnattua digitaalista opintoportaalia.

## 5 TYÖN TOTEUTUKSEN KUVAUS

Opinnäytetyömme on toiminnallinen opinnäytetyö. Toiminnallisen opinnäytetyön tavoitteena on ohjeistaa ja opastaa ammatillisessa kentässä tapahtuvaa toimintaa. Toiminnallisen opinnäytetyön tuotos voi olla esimerkiksi ammatilliseen käyttöön tarkoitettu ohje tai opastus. Toiminnallisessa opinnäytetyössä tuotoksen luominen vaatii käytännönläheisyyttä, ja opinnäytetyöraportin kirjoittaminen tutkimusviestinnällisiä keinoja. (Vilka ja Airaksinen 2003, 9.)

Kliinisen fysiologian opetus jokaisessa ammattikorkeakoulussa on ollut pääasiassa kontaktiopetusta. Nykyään digitaalisuuden kehittyessä itsenäinen verkko-opiskelu toimii isona osana ammattikorkeakoulujen opetusta. Savonia-ammattikorkeakoulussa on käytössä Zoom-sovellus, jonka kautta opiskelijat pystyvät osallistumaan tunnille kotoa käsin. Nykyään myös luennot voidaan Zoomin kautta nauhoittaa ja tallentaa kurssin sivuille, josta opiskelijat pystyvät katsomaan tallenteita myöhemmin.

Opinnäytetyön yhteistyökumppani on BioDigi -hanke. Saimme opinnäytetyön aiheeksi tehdä oppimateriaalia spirometriasta englannielellä bioanalyttikko-opiskelijoille. Oppimateriaali tulee osaksi bioanalyttikoille suunnattua opintoportaalia, jonne kerätään bioanalyttikoiden tutkinto-ohjelman keskeiset opintomoduulit. Hanke rahoitetaan Opetus- ja kulttuuriministeriön erityisavustuksella ja hanketta koordinoi ja opintoportaalin tuottaa Metropolia-ammattikorkeakoulu. (Metropolia 2017.)

Opinnäytetyö koostuu oppimateriaalista ja opinnäytetyöraportista. Valitsimme opinnäytetyöksi toiminnallisen opinnäytetyön, koska halusimme luoda opinnäytetyöprosessin aikana tuotoksen. Kun kuulumme BioDigi -hankkeessa tarjolla olevasta aiheesta, kiinnostuimme siitä heti. Halusimme tehdä oppimateriaalia spirometriasta siksi, että oma teoretietomme kasvaisi opinnäytetyöprojektin aikana. Myös BioDigi -hankkeen ainutlaatuisuus herätti kiinnostuksemme aihetta kohtaan. Halusimme olla mukana rakentamassa nykyaikaista, digitaalista opintoportaalia, jonka avulla opiskelu onnistuu missä vain, ajasta ja paikasta huolimatta.

Aloitimme opinnäytetyöprosessin keväällä 2018 tutkimussuunnitelman tekemisellä. Tutkimussuunnitelmaa tehdessämme aloimme kartoittamaan teoreettisen viitekehysten laajuutta ja siinä esiintyviä aihealueita ja käsitteitä. Tutkimuskysymyksenä meillä oli ”Millainen on hyvä digitaalinen oppimateriaali?” ja etsimme siihen vastausta teoreettista viitekehystä kootessamme. Saimme ohjeistuksen oppimateriaalin tuottamista varten yhteistyökumppanilta ja opinnäytetyötä ohjaavalta opettajalta. Syksyllä 2018 jatkoimme opinnäytetyöprosessia teoreettisen viitekehysten kokoamisella. Etsimme tietoa luotettavista lähteistä, niin paineituista teoksista kuin verkkojulkaisuista. Spirometria-osuuteen löysimme helpommin uutta tietoa, mutta digitaalinen oppimateriaali -osuuteen luotettavien lähteiden löytäminen oli haastavampaa.

Keväällä 2019 olimme saaneet teoreettista viitekehystä kasattua niin pitkälle, että aloitimme oppimateriaalien työstämisen. Teimme täydennyksiä teoreettiseen viitekehykseen samalla, kun työstimme oppimateriaalia. Syksyllä 2019 aloimme kirjoittamaan lopullista opinnäytetyöraporttia, ja samanaikaisesti työstimme oppimateriaalia lopulliseen muotoonsa. Oppimateriaaliin otimme kuvat itse Savonia-

ammattikorkeakoulun kliinisen fysiologian luokassa. Kuvissa esiintyy kaksi tämän opinnäytetyön tekijää. Kuvat virtaus-tilavuuskäyristä teimme itse Paint-kuvankäsittelyohjelmalla. Oppimateriaali koottiin hankitun teorian tiedon ja yhteistyökumppanin toiveiden pohjalta. Yhteistyökumppanin toiveiden mukaisesti nauhoitimme PowerPoint -esitykset kuunneltavaan luentomuotoon. Äänitykset tehtiin matkapuhelimen nauhurilla, ja äänitysten ja diojen yhdistämiseen käytettiin Vegas Pro 14.0-ohjelmaa. Liitteeksi (Liite 2) olemme lisänneet luentojen käsikirjoituksen, josta näkee sen mitä olemme luennoissa puhuneet dioissa esiintyvän tekstin lisäksi.

## 6 POHDINTA

### 6.1 Tuotoksen arviointi

Opinnäytetyöraportti ja tuotos ovat sisällöltään yhtenäisiä, ja ne soveltuvat tarkoitukseensa sekä täyttävät tavoitteensa. Oppimateriaali pohjautuu uusimpaan tietoon spirometriatutkimuksesta ja se sisältää klinisen fysiologian kurssin spirometriaosuuden teorian tiedon. Oppimateriaalin opiskeltuaan opiskelija osaa spirometriatutkimuksen perusteet, tunnistaa virhelähteet ja osaa tulkita virtaus-tilavuuskäyrää. Oppimateriaaliin yhdistetyt kysymystehtävät takaavat oppimisen ja mahdollistavat tiedon kertaamisen oppimateriaalia opiskeltaessa.

Oppimateriaali on jaettu kahdeksi pienemmäksi opintokokonaisuudeksi, mikä selkeyttää opiskeltavaa kokonaisuutta (liitteet 3 ja 4). Oppimateriaali on tehty Powerpoint -diasarjaksi, joka on nauhoitettu videomuotoon. Oppimateriaali on nauhoitettu matkapuhelimen nauhurilla ja yhdistetty diojen kanssa yhtenäiseksi videonauhoitteeksi Vegas Pro 14.0-ohjelmalla. Oppimateriaalia voi lukea itse, tai sitä voi kuunnella ja katsella havainnollistavia kuvia. Oppimateriaali soveltuu hyvin myös itsenäiseen opiskeluun ajasta ja paikasta riippumatta. Oppimateriaalien loppuun on lisätty opiskelijoita varten kysymystehtäviä, jotka auttavat heitä prosessoimaan tietoa ja kertaamaan opittua tietoa. Näin halutaan varmistaa opiskelijan oppiminen itsenäisessä opiskelussa. Englanninkielinen oppimateriaali edistää bioanalyttikko-opiskelijoiden englanninkielen taitoa ja kansainvälistymistä opintojen aikana.

Käänsimme itse suomenkielisten lähteiden sisältämän tiedon englanninkielelle. Englanninkielisistä lähteistä saimme paljon apua oppimateriaalin kieliasua varten. Oppimateriaalin oikeakielisyyden tarkistutimme Savonia-ammattikorkeakoulun englanninkielen opettajalla.

### 6.2 Eettisyys ja luotettavuus

Plagioinnilla tarkoitetaan luvaton lainaamista. Suora tai mukailtu kopiointi on plagiointia. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 9.) Etsimme lähteitä luotettavista tietokannoista, emmekä plagoineet toisten tekstejä. Kirjasimme lähdeviittaukset huolellisesti jokaisessa työn vaiheessa. Opinnäytetyötä tehdessämme keräsimme monipuolisesti sekä kirja- että verkkolähteitä, niin suomalaisilta kuin ulkomaalaisiltakin tekijöiltä. Lähteinä käytimme päivitettyjä, luotettavaa tutkimustietoa sisältäviä lähteitä.

Opinnäytetyötämme ohjaava, klinisen fysiologian vastuuopettaja antoi palautetta sekä korjausehdotuksia oppimateriaaliin liittyen, joiden pohjalta olemme kehittäneet työtämme paremmaksi. Toteutimme oppimateriaalin yhteistyökumppanin ja opinnäytetyön ohjaajan toiveiden mukaisesti. Työn tarkastelu useamman ihmisen silmin lisää työn luotettavuutta. Myös oma asiantuntijuutemme aiheeseen liittyen lisää työmme luotettavuutta. Olemme perehtyneet aiheeseen kahdella klinisen fysiologian kurssilla ja tutkintoon sisältyvässä klinisen fysiologian harjoittelussa, jossa pääsimme itse ohjaamaan spirometriatutkimuksia. Opinnäytetyötä tehdessä olemme tutustuneet laajasti aiheen teoriaan sekä tuotoksen tekemiseen liittyviin pedagogisiin laatukriteereihin.

Oppimateriaalin luomiseen, ja siihen tarvittavan tiedon ja teorian hankkimiseen oli varattu hyvin aikaa. Näin aika ei ollut työn luotettavuuden riskitekijä. Kun aikaa oli varattu työn tekemiseen riittävästi, aiheeseen pystyttiin paneutumaan kunnolla. Näin olemme pystyneet rakentamaan selkeän, luotettavan ja hyödyllisen kokonaisuuden.

Oppimateriaalin luotettavuutta olisi lisännyt vielä sen esittäminen bioanalyttikko-opiskelijoilla ja palautteen kerääminen heiltä. Koimme kuitenkin, että opinnäytetyöprosessi olisi kasvanut liian suureksi esittelyn myötä, ja päätimme keskittää siihen menevän ajan ja voimavarat oppimateriaalin tekemiseen. Luotimme omaan näkemykseen opiskelijoina ja ohjaavan opettajan palautteeseen oppimateriaalia tehdessämme.

*"Bioanalyttikko/laboratoriohoitaja sitoutuu noudattamaan salassapitovelvollisuutta. Näytteenottoa ja laboratoriotutkimuksia varten hankitaan vain niiden suorittamisen kannalta välttämätön tieto, ei muuta. Potilaalla on oikeus saada tietää perustelut, miksi näytteenoton tai tutkimuksen suorittamisen yhteydessä häneltä pyydettyjä tietoja tarvitaan."* Tämä kappale on otettu Suomen Bioanalyttikkoliitto Ry:n nettisivun eettisistä ohjeista, joka on yksi kliinisen laboratoriotyön eettisistä periaatteista. (Suomen Bioanalyttikkoliitto Ry 2017, 1.) Tuotetussa oppimateriaalissa ei ole käytetty potilastietoja, ja oppimateriaalissa esiintyvät tämän opinnäytetyön tekijät. Tämän takia potilaan yksityisyyden turvaamisesta ei ole tarvinnut huolehtia, mikä lisää tuotoksen eettistä arvoa.

### 6.3 Ammatillinen kehitys

Opinnäytetyöprojektimme kesti keväästä 2018 syksyyn 2019. Olemme tehneet töitä pitkällä aikavälillä ja opinnäytetyöprojektissa on ollut pitkiä taukoja, jolloin työ ei ole edistynyt yhtä hyvin kuin aiemmin olimme suunnitelleet. Jälkeenpäin ajateltuna olisi ollut helpoin tehdä työtä yhtäjaksoisesti lyhyemmän aikaa, kuin katkonaisesti pidemmällä aikavälillä. Koemme kuitenkin, että onnistuimme hyvin orientoitumaan työn pariin taukojen jälkeen, ja saimme vietyä projektin hyvin loppuun asti. Opinnäytetyöprojekti antoi meille tärkeää kokemusta siitä, mitä kaikkea isojen opinto- ja työkokonaisuuksien loppuun saattaminen vaatii. Aikataulutuksen ja säännöllisen työtahdin ylläpidon tärkeys korostui opinnäytetyöprosessin aikana. Realistinen aikataulu ja opinnäytetyön jatkuva työstäminen ilman pitkiä taukoja olivat asioita, jotka opimme ottamaan huomioon opinnäytetyöprosessin aikana. Kun nämä asiat olivat kunnossa, oli työhön orientoituminen helpompaa.

Opinnäytetyöprojekti kehitti meidän ryhmätyötaitojamme ja kykyä ymmärtää toista. Yhteistyömme sujui hyvin pitkästä välimatkasta ja stressistä huolimatta. Opinnäytetyötä tehdessämme asuimme suurimman osan ajasta eri paikkakunnilla, joten työstimme opinnäytetyötä harvoin yhdessä saman pöydän ääressä. Työmäärän jakaminen ja tiedottaminen onnistui meiltä hyvin siitä huolimatta, ja syntynyt kokonaisuus on yhtenäinen, vaikka raportin kirjoittajia oli useita.

Opinnäytetyöprojektin aikana perehdyimme huolellisesti spirometriasta saatavilla olevaan tietoon, mikä on lisännyt meidän osaamistamme spirometriatutkimuksen laaduntarkkailijoina ja ohjaajina.

Osaamme nyt entistä paremmin spirometriatutkimukseen liittyvän teoretiedon, ja osaamme soveltaa sitä käytäntöön paremmin kuin ennen opinnäytetyöprosessia. Meillä on nyt ajantasaisin tieto spirometriatutkimuksesta, jota osaamme hyödyntää tulevaisuudessa työelämässä.



## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ANTTILA, E. 2017. Oppimistyylit uudessa valossa. Teatterikorkeakoulun julkaisusarja. Taideyliopiston teatterikorkeakoulu. [Viitattu 20.9.2019] Saatavissa: <https://disco.teak.fi/anttila/7-1-oppimistyylit-uudessa-valossa/>

Astma. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Keuhkolääkäriyhdistys ry:n, Suomen Lastenlääkäriyhdistys ry:n ja Suomen Kliinisen Fysiologian Yhdistys ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2012 [Viitattu 6.11.2018] Saatavissa: [www.kaypahoito.fi](http://www.kaypahoito.fi)

BRITISH LUNG FOUNDATION 2019. Spirometry and reversibility testing. [Viitattu 9.7.2019] Saatavissa: <https://www.blf.org.uk/support-for-you/breathing-tests/spirometry-and-reversibility>

CIRINO, E. SAMPSON, S. 2017. Spirometry: What to expect and how to interpret your results. Healthline. [Viitattu 1.7.2019] Saatavissa: <https://www.healthline.com/health/spirometry>

ESSOTE 2018. Etelä-Savon sosiaali- ja terveystyö, Kliininen fysiologia. [Viitattu 29.11.2018] Saatavissa: <https://www.essote.fi/asiakkaalle/palvelut/diagnostiikkapalvelut/kliininen-fysiologia/>

EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY 2012. Spirometry: step by step. [Viitattu 29.7.2019] Saatavissa: <https://breathe.ersjournals.com/content/8/3/232>

GULDBRAND, A. Spirometriatutkimuksen suorittaminen, käyrien valinta ja virhelähteet. Labquality. [Viitattu 2.10.2018] Saatavissa: [http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=LQD16\\_Abstrakti\\_Guldbrand\\_Anna.pdf](http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=LQD16_Abstrakti_Guldbrand_Anna.pdf)

ILOMÄKI, I. 2012 Laatu e-oppimateriaaleihin. E-oppimateriaalit opetuksessa ja oppimisessa. E-Oppimateriaalin luokitteluja. Oppaat ja käsikirjat 2012:5. Opetushallitus. [Viitattu 23.8.2019] Saatavissa: [www.oph.fi/download/144415\\_Laatu\\_e-oppimateriaaleihin\\_2.pdf](http://www.oph.fi/download/144415_Laatu_e-oppimateriaaleihin_2.pdf)

ISLAB 2015. Potilasohje keuhkofunktio tutkimuksesta. [Viitattu 21.3.2019] Saatavissa: [https://www.islab.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=a54bc1fe-60d2-4812-8129-c521c06e4907&groupId=7350541](https://www.islab.fi/c/document_library/get_file?uuid=a54bc1fe-60d2-4812-8129-c521c06e4907&groupId=7350541)

KAUPPILA, R. Opi ja opeta tehokkaasti. Psykkinen valmennus oppimisen tukena. PS-kustannus 2003.

MEISALO, SUTINEN, TARHIO, 2003. Modernit oppimisympäristöt - Tieto- ja viestintätekniikkaa opetuksen ja opiskelun tukena, 151.

METROPOLIA AMK, 2017. BioDigi – Bioanalytiikan digitaalinen verkkoportaalii. [Viitattu 24.5.2019] Saatavissa: <https://www.metropolia.fi/tutkimus-kehittaminen-ja-innovaatiot/hankkeet/biodigi/>

Opetushallitus ja tekijät Tmi Eija Högman: Verkko-oppimateriaalin laatu kriteerit / Työryhmän raportti 16.12.2005 / Moniste 1/2006. [Viitattu 1.10.2018]. Saatavissa: <http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/TIES462/Materiaalit/laatu kriteerit.pdf>

OPETUSHALLITUS 2018. E-oppimateriaalin laatukriteerit. [Viitattu 19.3.2019] Saatavissa: <https://www.oph.fi/fi/julkaisut/e-oppimateriaalin-laatukriteerit>

PEDA.NET 2018. Pedagogiikkaa netissä. Erilaisia tapoja oppia. [Viitattu 20.9.2019] Saatavissa: <https://peda.net/oppimateriaalit/e-oppi/peruskoulut/ky/oppilaanohjaus/kansi2/oppilaanohjaus/op/oppimistyyliit>

POTILAAN LÄÄKÄRILEHTI. 2015. Spirometria auttaa astman ja keuhkohtaumataudin diagnoosissa. Suomen lääkäriiliitto. [Viitattu 18.9.2018.] Saatavissa: <https://www.potilaanlaakarilehti.fi/uutiset/spirometria-auttaa-astman-ja-keuhkohtaumataudin-diagnoosissa/>

QUANJER, P. 2012. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95 year age range: The global lung function 2012 equations. Report of the Global Lung Function Initiative (GLI), ERS Task Force to establish improved Lung Function Reference Values. [Viitattu 20.3.2019] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih-gov.ezproxy.savonia.fi/pmc/articles/PMC3786581/>

RONKAINEN, V. 2015. Virtaus-tilavuusspirometriatutkimusten laatu KYS:in kliinisen fysiologian ja isotooppilääketieteen osastolla vuosina 2006-2013 ATS/ERS-suositukseen perustuvien onnistumis- ja tulostettavuuskriteerien mukaan arvioituna. Opinnäytetyö. Lääketieteen koulutusohjelma. Itä-Suomen Yliopisto. [Viitattu 25.10.2019] Saatavissa: <https://docplayer.fi/16726267-Ville-ronkainen-opinnaytetyo-laaketieteen-koulutusohjelma-ita-suomen-yliopisto-terveystieteiden-tiedekunta-kliinisen-laaketieteen-yksikko.html>

SAARANEN, T. KOIVULA, M. RUOTSALAINEN, H. WÄRNA-FURU, C. SALMINEN, L. 2018. Terveysalan opettajan käsikirja. E-kirja. Tietosanoma.

SAND, O. SJAASTAD, Ø. HAUG, E. BJÄLIE, J. TOVERUD, K. 2015. Ihminen. Fysiologia ja anatomia. SanomaPro Oy. 8.-12. painos. 366

SOVIJÄRVI, A. 2018. Keuhkojen toimintakokeet. Lääkäriin käsikirja. Duodecim. [Viitattu 21.3.2019] Saatavissa: <https://www.terveysportti.fi/apps/ltk/ykt00165#s2>

SOVIJÄRVI, A. KAINU, A. MALMBERG, P. GULDBRAND, A. TIMONEN, K. PIIRILÄ, P. 2019. Spirometria- ja PEF-mittausten suoritus ja tulkinta, 14. painos - Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen suositus.

SOVIJÄRVI, A. KAINU, A. MALMBERG, P. GULDBRAND, A. TIMONEN, K. PIIRILÄ, P. 2016. Spirometrian suorittaminen ja tulkinta – uudet suomalaiset ja monikansalliset viitearvot käyttöön – Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen suositus 2015. Lääkäriiliitto. [digilehti] 1673 – 1681. [Viitattu 1.10.2018] Saatavissa: <https://www-laakarilehti-fi.ezproxy.savonia.fi/tieteessa/katsausartikkeli/spirometrian-suorittaminen-ja-tulkinta-ndash-uudet-suomalaiset-ja-monikansalliset-viitearvot-kayttoon-ndash-suomen-kliinisen/>

SPIROMETRY GURU. Performing spirometry. [Viitattu 29.7.2019] Saatavissa: <https://www.spirometry.guru/performing-spirometry.html>

Suomen Bioanalyttikoliitto Ry. 2017. BIOANALYTIKON, LABORATORIOHOITAJAN EETTISET OHJEET. [Viitattu 4.10.2019] Saatavissa: [https://www.bioanalyttikoliitto.fi/@Bin/659271/Eettiset+periaatteet\\_FI\\_print\\_2017.pdf](https://www.bioanalyttikoliitto.fi/@Bin/659271/Eettiset+periaatteet_FI_print_2017.pdf)

TIMONEN, P. MÄKELÄ, H. LUKKARINEN, S. 2019. Kampuksella digittää. Poimintoja verkko-oppimisen kehittämisestä. Humanistinen ammattikorkeakoulu julkaisuja, 80. Helsinki: Humanistinen ammattikorkeakoulu. © Humanistinen ammattikorkeakoulu & tekijät 2019. [Viitattu 22.09.2019] Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/226459/978\\_952\\_456\\_337\\_6\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/226459/978_952_456_337_6_.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

TUTKIMUSEETTINEN NEUVOTTELUKUNTA 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa [verkkodokumentti]. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. [Viitattu 21.8.2019.] Saatavissa: [http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK\\_ohje\\_2012.pdf](http://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf)

VILKKA, A. AIRAKSINEN, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Kustannusosakeyhtiö Tammi.

LIITE 1: Suositeltu lääketauko ennen diagnostista spirometriatutkimusta vaikuttavan lääkeaineen mukaan ryhmiteltyinä. (Sovijärvi ym. 2019, 9.)

Antikolinergit	Lyhytvaikutteiset	1 vrk	
	Aklidiniumbromidi	2 vrk	*= 4 viikkoa, jos halutaan sulkea pois kortikosteroidivaikutus
	Tiotropium	4 vrk	
	Umeklinium	3 vrk	
	Glykopyrrooniumbromidi	12 vrk	
Glukokortikoidit	4 viikkoa		
Leukotrieeniantagonistit	3 vrk		
Nedokromiili		1 vrk	
Roflumilasti		5 vrk	
Sympatomimeetit	Lyhytvaikutteiset	12 t	
	Formoteroli ja salmeteroli	2 vrk	
	Indakateroli	7 vrk	
	Olodateroli	7vrk	
	Vilanteroli	3 vrk	
Teofylliinit		3 vrk	
Yhdistelmävalmisteet	Glukokortikoidi ja pitkävaik. sympatomimeetti	4 viikkoa* tai 48 t	
	Antikolinergi ja sympatomimeetti		
	Lyhytvaikutteiset	1 vrk	
	Indakateroli + glykopyrrooniumbromidi	12 vrk	
	Vilanteroli + umeklinium	3 vrk	
	Tiotropiumbromidi + olodateroli	7 vrk	
	Yskänlääkkeet		3 vrk

LIITE 2: Nauhoitettujen luentojen käsikirjoitus

### **SPIROMETRY** - *Learning material for biomedical laboratory science students*

- This thesis is a part of the BioDigi project. The project is funded by the Finnish Ministry of Education and Culture.

### **SPIROMETRY**

- Spirometry may also be used to evaluate the risk of surgery. And sometimes to evaluate the work ability or to monitor harmful occupational exposures like exposure to smoke for firefighters or exposure to asbestos for demolition workers.

### **SPIROMETRY EXAMINATION IS MOSTLY USED TO**

- Respiratory symptoms like shortness of breath
- Lung diseases like COPD, pulmonary fibrosis or asthma
- Risk groups like smokers, occupationally exposed persons such as firefighters and demolition workers.

### **THE PATIENT PREPARATION FOR SPIROMETRY**

- Depending on the patient's pulmonary medication they can influence the results of the spirometry examination and bronchodilation test.
- The unit sending the patient to the examination tests needs to know whether the test is desired for diagnostic purposes or for monitoring the effectiveness of the medication.

### **THINGS THAT THE PATIENT HAS TO AVOID BEFORE THE EXAMINATION**

- It is important for the biomedical laboratory scientist to remember to interview the patient about following the preparation instructions given to them.
- The examination can be cancelled if the instructions have not been followed. This way the patient will get reliable results another time when the instructions have been followed.

### **SPIROMETRY EXAMINATION SHOULD NOT BE TAKEN FROM A PATIENT WHO HAS SOME OF THE FOLLOWING**

- Pregnancy at the end-stage because of the risk of premature delivery
- Respiratory tract infection - the spirometry examination can be performed only approximately two weeks after the infection has cleared up.
- The patient should be asked before the examination if any of these have recently occurred
- In some cases, the examination can be done to pregnant patients and patients with dementia if it's necessary.
- In case of doubt, the biomedical laboratory scientist may contact the requesting doctor or nurse and ask them whether the study should be performed.

**VC**

- The VC value shows the lung size of the obstruction patient better than the FVC
- On some patients the airways get blocked in rapid exhalation, leaving the FVC value too low.

**FVC - FORCED VITAL CAPACITY**

- The following quantities are measured from the same flow-volume curves as FVC.

**MEF**

- MEF values are usually the first values to decrease in many respiratory diseases.

**FET**

- Duration of the blow should be at least 6 seconds

**EV**

- this value shows whether the blowing has started at the right time and is the beginning of the blow as fast and strong as needed.

**BRONCHODILATATION**

- In bronchodilation test the ideal is to blow 3 flow-volume curves on top of the 3 basic spirometry examination flow-volume curves.
- For this reason, it is advisable to always perform diagnostic spirometry studies with a bronchodilation test.
- In basic spirometry, a hiding asthma can be overlooked if the curves are shaped normally and have values within normal reference values.

**PERFORMING THE SPIROMETRY EXAMINATION** – *Learning material for biomedical science students*

- This thesis is a part of the BioDigi -project. The project is funded by the Finnish Ministry of Education and Culture.

**CALIBRATION**

- Regular calibration of the equipment ensures reliable test results.

**MEASURING THE HEIGHT AND WEIGHT OF THE PATIENT**

- When measuring height of the patient, the posture should be as good as possible and the heels should touch the wall.
- If the patient is for example in a wheelchair the biomedical laboratory scientist can kindly ask for the last known measurement values from the patient or their escort

**Reference values and background information**

- These all affect the size and structure of the patient's lungs.

**COMMON ERRORS**

- The biomedical laboratory scientist can ensure the correct results by recognizing the common errors.
- Every employee performing the examination has to be able to set an example for the patient if needed.

**PATIENT SAFETY**

- if the patient is unable to communicate, the ID will be asked from the escort.

**ANALYSING THE RESULTS**

- Different lung diseases, diseases affecting the chest motility and other diseases related to the lungs and respiratory tracts may reduce the quantities recorded in spirometry.

**COUGH**

- Sometimes a sip of water may help.

**PREMATURE ENDING**

- In a situation like this, motivating the patient is extremely important to get reliable results.

**RESTRICTION**

- This pattern can also be seen in people who are significantly overweight or have an abnormal curvature of the spine.

**OBSTRUCTIVE**

- Sometimes both obstruction and restriction can be combined. In this situation the total amount of air and how fast the patient can blow are both reduced. These kind of spirometry results can be seen on patients with severe emphysema or cystic fibrosis.

# Spirometry

LEARNING MATERIAL FOR BIOMEDICAL LABORATORY SCIENCE STUDENTS

Noora Salonen, Sonja Sikanen & Ninna Voutilainen, 2019

## Spirometry

- Spirometry is the most common examination to measure the patient's pulmonary function.
- Spirometry defines the volume and ventilation capacity of the lungs.
- Spirometry is used to make new diagnosis like asthma and Chronic obstructive pulmonary disease (COPD), to monitor the progression of the patient's disease and evaluating the effect of the medical treatment.
- Spirometry is a goal-oriented, non-invasive, and reproducible examination that is sensitive to early changes.
- Spirometry provides information on the nature, severity and reversibility of the patient's condition.
- The spirometry examination will take ½-1 hours depending on the doctors orders and the time needed with the patient.

## The patient preparation for spirometry

The doctor who send's the patient to the examination will guide the patient with how to take the medicine before the examination day.

1. The patient should not take medicines that affect the respiratory tracts
  - In a diagnostic spirometry study, medicines should not be used, as it is intended to investigate lung function without the effect of any medicine.
2. The patient may be given either a normal medication or a corticosteroid asthma medication
  - When spirometry is used to monitor the effect of asthma medication, the overall effect of the medication in use, possible surgical or operational risk, work ability or disability.

Antihistamines do not affect in the spirometry examination.



### Things that the patient has to avoid before the examination:

- Drinking coffee, tea, cola drinks or energy drinks or have heavy meals for 4 hours
- Smoking for 2 hours
- Consuming any alcohol for 24 hours
- Physical exercise for 2 hours

The spirometry examination can be performed only approximately two weeks after any respiratory infection has cleared up.

### Spirometry examination should not be taken from a patient who has some of the following:

- ❖ Fresh myocardial infarction
- ❖ Unstable coronary artery disease
- ❖ Cardiac arrhythmia
- ❖ Stomach and chest pains
- ❖ Pneumothorax
- ❖ Pulmonary tuberculosis
- ❖ Dementia or general confusion
- ❖ Pregnancy at the end-stage - risk of premature delivery
- ❖ Respiratory tract infection - a new examination may be performed two weeks after healing of the infection.

### Spirometry examination is mostly used to:

---

- Investigating the cause of respiratory symptoms
- Diagnosing of respiratory diseases
- Evaluation of the efficacy of the medication and/or treatment
- Controlling of respiratory diseases
- Screening of the risk groups

## The quantities of spirometry

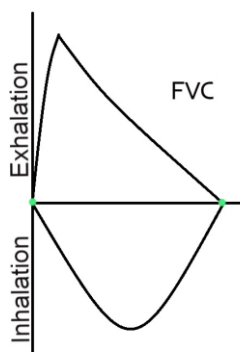
### VC- Vital capacity

Measures the functional volume of the lungs. VC is useful for determining obstruction and restriction diagnosis. VC is measured before the fast vital capacity (FVC).

When measuring, the patient blows his/hers lungs slowly empty and then breathes in as much air as possible. VC measuring is made 3 times.

- The VC can also be measured in a way that the patient takes a deep breath with lungs full of air after exhalation and blows the lungs empty. It is important to do the blow-offs slowly in VC measurements.
- VC measurement has been successfully performed when the difference between the two largest VC's are less than 150 ml.

### FVC- Forced vital capacity



*FVC. - Modeled accordingly Sovijärvi  
ym. 2019.*

- Measures the amount of air that can be forcibly exhaled from the lungs after taking a deep as possible breath.
- When measuring, the patient inhales as much air to the lungs as possible and exhales the lungs empty with maximum force. The exhale should last at least 6 seconds or until the patient's lungs are empty.
- At least three blows should be made. The curves should be consistent. The difference between the two largest FVC's must be less than 150 ml.
- Restrictive or obstructive pulmonary disease may cause a decreased FVC values.

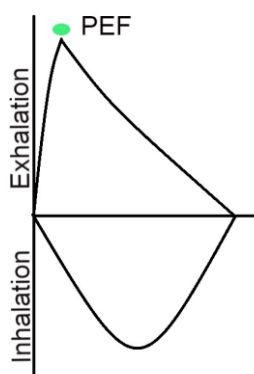
#### ○ FEV1 – Forced expiratory volume in the first second.

- Air volume that has been exhaled at the end of the first second of forced expiration. Important measure of pulmonary function.
- The difference between the two maximum FEV1 values should not exceed 150 ml. If the patient FVC is less than 1 liter, the difference between the two highest values can be only up to 100 ml.
- Decreased FEV1 is a sign of bronchial obstruction.

#### ○ FEV% - The ratio of the 1 second capacity and the high vitality capacity.

- FEV% indicates whether the lung disease is obstructive or restrictive.
  - When the FEV1 value is reduced, but the FVC value is normal or clearly better than the FEV1, the cause of the ventilation disorder is obstructive pulmonary disease.
  - When both quantities are reduced, it is a restrictive lung disease.

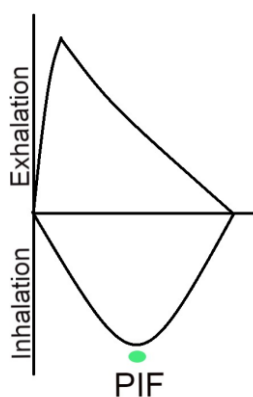
- **FEV1/FVC ratio**
  - measures the amount of air that is exhaled forcefully in one second compared to the full amount of air that can be forcefully exhaled in a complete breath.
  - can indicate a restrictive lung disease if the patient's FEV1/FVC ratio is normal but the FVC is decreased.
  - can indicate an obstructive lung diseases as COPD and asthma if the patient's FEV1/FVC ratio and FVC are both decreased.
- **FEV1/VC**
  - measures the ratio of second capacity to slow vital capacity.
- **FEV6**
  - measures the volume of exhaled air after 6 seconds from the beginning of the forced expiration.



PEF - Modeled accordingly Sovijärvi ym. 2019.

#### ○ **PEF – Peak expiratory flow**

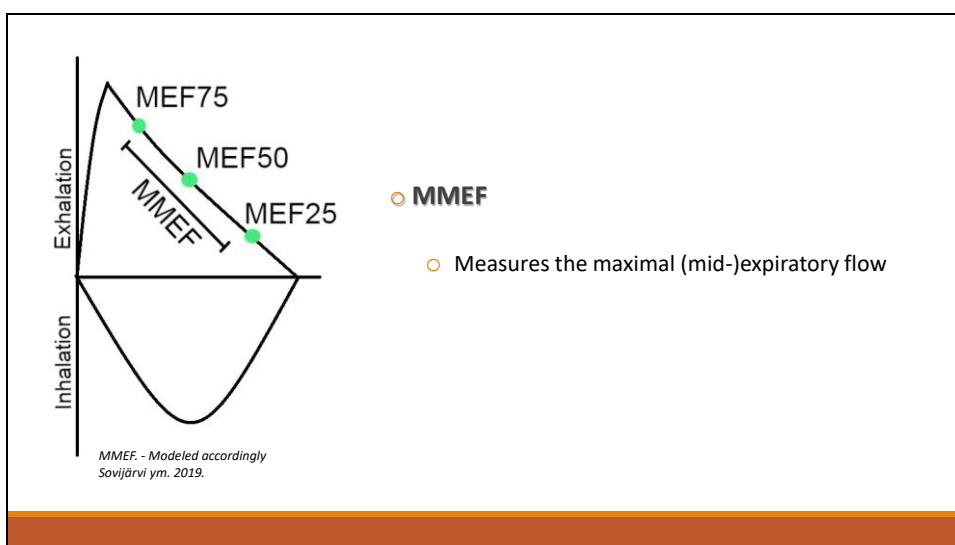
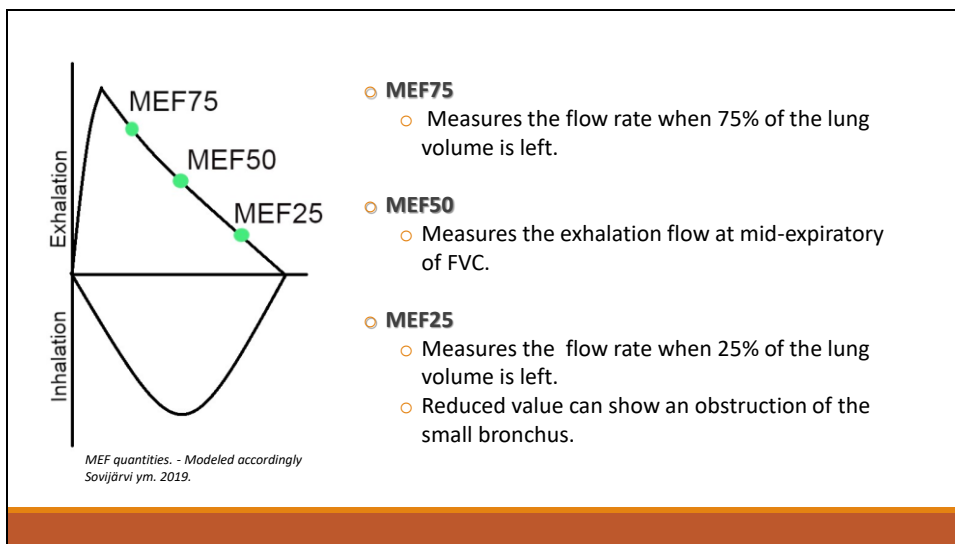
- Measures the ultimate flow of the forced exhalation. PEF is at the top of the flow-volume curve, just at the beginning of the blow.
- The difference between the two largest PEFs must not exceed 10%.



PIF - Modeled accordingly Sovijärvi ym. 2019.

#### ○ **PIF - Peak inspiratory flow**

- Measures the ultimate flow of the forced inhalation.



- **FET - Forced expiratory time**
  - measuring the length of the forced expiration in seconds.
- **EV - Extrapolated volume**
  - measures how much air escapes before the forced exhale.
- **AEFV**
  - the surface area of the exhalation curve

## Bronchodilatation test<sup>LT2</sup>

Bronchodilatation test can be used to investigate the reversibility of obstruction.

- Bronchodilatation test is done after the basic spirometry examination.
- In a bronchodilatation test, the patient is given a short-acting medicine to open the respiratory tracts. The medicine used in the examination is beta-2-sympathomimetic or anticholinergic.
- After the basic spirometry examination and taking the respiratory tracts opening medicine the patient blows 3 new flow-volume curves. This way it is possible to see the potential effect of the respiratory tracts opening medicine on the patient.
- When the changes in the FVC and FEV1 are at least + 12%, the findings are diagnostic to asthma.
- Bronchodilation response may be significant despite normal spirometry.

### The bronchodilatation test should be done in the following situations:

- The basic phase spirometry has an obstructive finding
- There is a suspicion of asthma or chronic obstructive pulmonary disease
- The spirometry examination is made on a diagnostic purpose
- The doctor specifically asks for the examination to be done

### Sources:

BRITISH LUNG FOUNDATION 2019. Spirometry and reversibility testing. [Viitattu 20.9.2019] Saatavissa: <https://www.blf.org.uk/support-for-you/breathing-tests/spirometry-and-reversibility>

CIRINO, E. SAMPSON, S. 2017. Spirometry: What to expect and how to interpret your results. Healthline. [Viitattu 1.7.2019] Saatavissa: <https://www.healthline.com/health/spirometry>

EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY 2012. Spirometry: step by step. [Viitattu 29.7.2019] Saatavissa: <https://breathe.ersjournals.com/content/8/3/232>

ISLAB 2015. Potilasohje keuhkofunktio tutkimuksesta. [Viitattu 21.3.2019] Saatavissa: [https://www.islab.fi/c/document\\_library/get\\_file?uuid=a54bc1fe-60d2-4812-8129-c521c06e4907&groupId=7350541](https://www.islab.fi/c/document_library/get_file?uuid=a54bc1fe-60d2-4812-8129-c521c06e4907&groupId=7350541)

POTILAAN LÄÄKÄRILEHTI. 2015. Spirometria auttaa astman ja keuhkohtaumataudin diagnnoosissa. Suomen lääkäriilitto. [Viitattu 18.9.2018.] Saatavissa: <https://www.potilaanlaakarilehti.fi/uutiset/spirometria-auttaa-astman-ja-keuhkohtaumataudin-diagnoosissa/>

SOVIJÄRVI, A. KAINU, A. MALMBERG, P. GULDBRAND, A. TIMONEN, K. PIIRILÄ, P. 2015. Spirometria- ja PEF-mittausten suoritus ja tulkinta, 13. painos - Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen suositus.

SOVIJÄRVI, A. KAINU, A. MALMBERG, P. GULDBRAND, A. TIMONEN, K. PIIRILÄ, P. 2016. Spirometrian suorittaminen ja tulkinta – uudet suomalaiset ja monikansalliset viitearvot käyttöön– Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen suositus 2015. Lääkärilehti. [digilehti] 1673 – 1681. [Viitattu 1.10.2018] Saatavissa: <https://www-laakarilehti-fi.ezproxy.savonia.fi/tieteessa/katsausartikkeli/spirometrian-suorittaminen-ja-tulkinta-ndash-uedet-suomalaiset-ja-monikansalliset-viitearvot-kayttoon-ndash-suomen-kliinisen/>

SPIROMETRY GURU. Performing spirometry. [Viitattu 29.7.2019] Saatavissa: <https://www.spirometry.guru/performing-spirometry.html>

THE KOREAN ACADEMY OF TUBERCULOSIS AND RESPIRATORY DISEASES, 2017. Spirometry and bronchodilator test. [Viitattu 2.7.2019] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5392482/>

## LIITE 4: Performing the spirometry examination -oppimateriaali

# Performing the spirometry examination

LEARNING MATERIAL FOR BIOMEDICAL LABORATORY SCIENCE STUDENTS

Noora Salonen, Sonja Sikanen & Ninna Voutilainen, 2019

## Spirometry equipment

Spirometry equipment can be found in hospitals, health centers and occupational health care centers.

During the examination, the patient blows air into the flow sensor and the spirometer converts the air blown by the patient into a flow volume curve.



*Medikro pro spirometer.*

Medikro designs, manufactures and markets medical systems for the diagnosis and monitoring of lung diseases.

Medikro spirometers are widely used spirometers in Finland and all around the globe.

## Calibration

Calibration is done everyday before the first examination and as needed.

The spirometry equipment is calibrated with an air pump specifically designed for it.

Calibration is done by pumping the calibration pump as the spirometry program instructs.



## Patient safety

When the patient arrives to the examination it is important to verify the patient's identity.

The patient is primarily identified by checking the patient's Kela card or some other identity card. If none of these are available, the patient is asked to tell their personal ID verbally.

Each employee performing the examination is responsible for ensuring that the patient is the right patient.

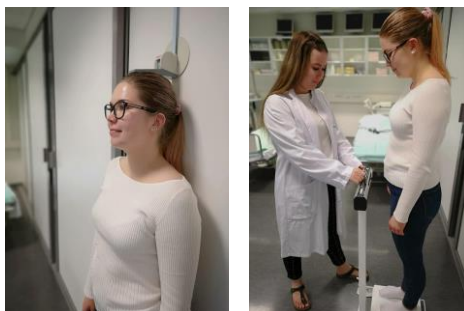
In 2007, WHO developed guidelines for patient identification. According to the instructions, the patient should always be identified using two different sources. For example, asking for the patient's name and personal identification number.

After the identification, the patient is briefly interviewed.

The pre-information is filled in, for example, the patient's medications and smoking history.

At the same time it is important to ensure that the patient has followed his / her preparation instructions.

When the pre-informations are filled in the biomedical laboratory scientist measures the height and weight of the patient.



The height and weight of the patient are added to the pre-information. This way the spirometer can calculate the right reference values for the patient.

The patient's normal range is calculated based on his/her :

- Age
- Height
- Weight
- Sex
- Ethnic background



## Hygiene



Nose clips and mouthpieces used in spirometry are disposable.

Disposable flow sensors are patient-safe. Breathed air doesn't get into the device in any point of the examination. This prevents cross-patient contamination and protects the spirometer.

When handling used parts, it is important to remember the risk of infection and protect yourself by not touching the used parts without any protection.

## Performing the examination

Before starting the blowing in the examination, it is important to explain to the patient the nature of the examination.

A comprehensive explanation and illustration of the blowing technique will help the patient understand the course of the examination and the criteria for blowing.

The guidance given at the beginning of the study will help the patient to perform reliable breaths and avoid frustration and disappointment.

## Blowing position

It's one of the biomedical laboratory scientist's tasks to guide the patient to find the best blowing position possible.



Incorrect blowing position of the patient can cause sources of error in the spirometry examination.



In a good position the patient sits up straight without leaning forward, shoulders relaxed and his/her feet touching the ground.



When starting the blowing part of the examination the patient's nose is closed with a soft plastic clip. This prevents the air from escaping from the nostrils while blowing.



It is important to instruct the patient to hold the mouthpiece properly so air can flow easily in the flow sensor.



For example biting the mouth piece, hand covering the back of the flow sensor, loose dentures can cause an obstruction of the mouthpiece. These should be avoided as they can cause errors in the results.

The technical quality and reliability of the results play an important role in the diagnosing.



To obtain reliable results the biomedical laboratory scientist has to:

- Identify the sources of error in the patient's blowing technique and try to correct them.
- Motivate and encourage the patient through the whole examination.
- Keep an eye on the patient. The hard blows needed for this examination are difficult for some people. If the patient seems tired or lightheaded during the examination, the patient should get a couple of minutes to catch their breath before trying again.

When measuring, the patient takes as much air to the lungs as possible and blows the lungs empty with maximum force.

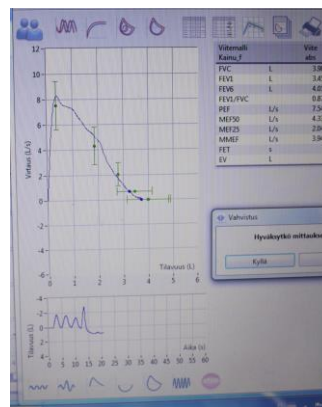
At least three blows should be made.

The curves should be consistent. The difference between the two largest FVC's must be less than 150 ml.

The blows are heavy, so the subject is allowed to rest between blows. When resting, the mouthpiece may be removed from the mouth.

More than 8 consecutive blows are not recommended during one study.

It's important for the success of the examination that the biomedical laboratory scientist is able to interpret the technical quality of the results during the examination.



Picture of a flow-volume curve blown during the examination.

## Analysing the results

The analysis of the results is always made by a doctor.

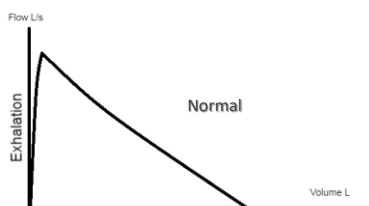
The doctor looks at the test scores and compares those values to the predicted values. The results are considered to be normal if the score is 80 percent or more of the predicted value.

The FEV1 and FVC values help the doctor to evaluate the severity of the patient's breathing problems.

- A lower than normal **FEV1** value shows that the patient might have a breathing **obstruction**.
- A lower than normal **FVC** value shows that the patient might have a breathing **restriction**.

If the patient's test results are abnormal, a further examination like chest and sinus X-rays or blood tests are sometimes needed.

## Normal spirometry curve



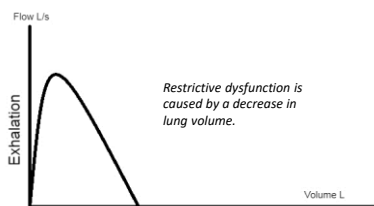
Normal spirometry curve. - Modeled accordingly British lung foundation, 2019.

The spirometer calculates the normal range for the patient based on his/her weight, height, age, gender and ethnicity.

If the patient's airways and lungs are in a healthy condition, they should be able to blow most of the air out in the first second of the forced exhalation.

This curve pattern tells the doctor that the patient's spirometry test is normal when compared to the expected results.

## Restrictive



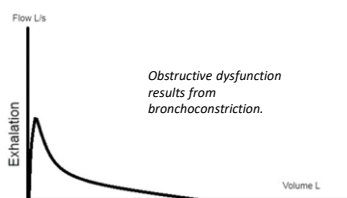
*Restrictive spirometry curve. - Modeled accordingly British lung foundation, 2019.*

In a restrictive curve pattern the speed of the airflow is preserved but the total amount of air that the patient can breathe in is reduced.

Restrictive finding is usually caused by a condition that affects the tissue of the patient's lungs or the capacity of the lungs to expand and hold the air.

Conditions like pulmonary fibrosis or weak breathing muscles can cause restrictive curve patterns.

## Obstructive



*Obstructive spirometry curve. - Modeled accordingly British lung foundation, 2019.*

In an obstructive curve pattern, the air flows out of the patient's lungs slower than it should.

In an obstructive pattern the **FEV1** is lower than predicted.

An obstructive finding on the spirometry examination is typical if the patient has a lung condition that narrows their airways like asthma or chronic obstructive pulmonary disease (COPD).

## Common errors

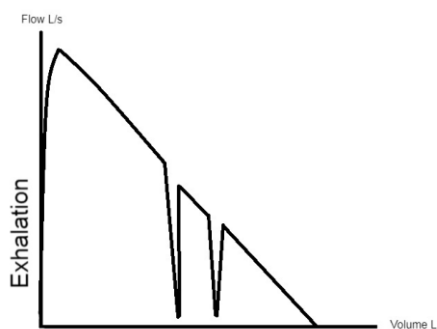
Errors in the flow-volume curve complicates the interpretation of the results.

While the patient is blowing, it is important for the biomedical laboratory scientist to know the common errors that may occur during the examination.

It is also important to be able to read the patient, the patient's well-being and the need for guidance, motivation and encouragement. Some patients may need an example of the correct blowing technique to improve their results.

Some errors cannot always be corrected, such as continuous coughing during blowing. In such situations, an individual consideration is required. If the error cannot be fixed, a comment should be added to the examination results for the doctor.

## Cough



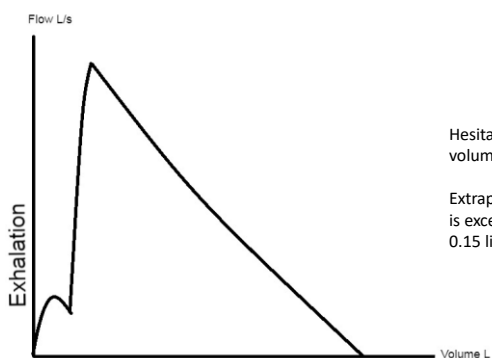
*Cough on a flow-volume curve. - Modeled accordingly Spirometry guru.*

The flow is suddenly dropped to zero and it rises again.

FEV1 may be affected if the patient coughs in the first second of the blow. If the coughing happens after the first second it doesn't affect the FEV1 measurement unless the patient stops the blow prematurely.

Some people may find that the test makes them want to cough. If this happens, try to get the patient to clear their throat before trying the blowing again.

## Hesitation

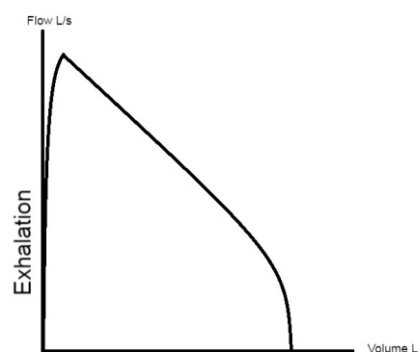


*Hesitation on a flow-volume curve. - Modeled accordingly Spirometry guru.*

Hesitation is most easily seen in the beginning of the flow-volume curve.

Extrapolated volume(EV) determines whether a hesitation is excessive or not. When the extrapolated volume exceeds 0.15 liters or 5% of the FVC, it is unacceptable.

## Premature ending



*Premature ending on a flow-volume curve. - Modeled accordingly Spirometry guru.*

The patient hasn't completely exhaled.

Can be seen at the end of the flow-volume curve.

## Rehearse questions

What does the biomedical laboratory scientist need to consider in order for the results to be successful?

What should the biomedical laboratory scientist do before the blowing part of the examination can begin?

What is the maximum difference between the top two results?

What does obstruction and restructuring mean? Which quantities are affected by these?

What should the biomedical laboratory scientist pay attention to when blowing a patient?

## Sources:

BRITISH LUNG FOUNDATION 2019. Spirometry and reversibility testing. [Viitattu 20.9.2019] Saatavissa: <https://www.bif.org.uk/support-for-you/breathing-tests/spirometry-and-reversibility>

CIRINO, E. SAMPSON, S. 2017. Spirometry: What to expect and how to interpret your results. Healthline. [Viitattu 1.10.2019] Saatavissa: <https://www.healthline.com/health/spirometry>

GULDBRAND, A. Spirometriatutkimuksen suorittaminen, käyrien valinta ja virhelähteet. Labquality. [Viitattu 2.10.2018] Saatavissa: [http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=LQD16\\_Abstrakti\\_Guldbrand\\_Anna.pdf](http://www.labquality.org/LQ/pdf.aspx?dir=3&path=LQD16_Abstrakti_Guldbrand_Anna.pdf)

MEDIKRO. Medikro® Pro PC-pohjainen diagnostinen spirometri. [Viitattu 15.10.2019] Saatavissa: <http://www.medikro.fi/ tuotteet/spirometri/medikro-pro-spirometri>

NIOSH. 2012. Spirometry Quality Assurance: Common Errors and Their Impact on Test Results [Viitattu 23.10.2019] Saatavissa: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2012-116/pdfs/2012-116.pdf>

POTILAAN LÄÄKÄRILEHTI. 2015. Spirometria auttaa astman ja keuhkohtaumataudin diagnoosissa. Suomen lääkäriliitto. [Viitattu 18.9.2018.] Saatavissa: <https://www.potilaanlaakarilehti.fi/uutiset/spirometria-auttaa-astman-ja-keuhkohtaumataudin-diagnoosissa/>

POTILAAN LÄÄKÄRILEHTI. 2014. Väärä potilas. [Viitattu 10.9.2019] Saatavissa: <https://www.potilaanlaakarilehti.fi/uutiset/vaara-potilas/>

QUANIER, P. 2012. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95 year age range: The global lung function 2012 equations. Report of the Global Lung Function Initiative (GLI), ERS Task Force to establish improved Lung Function Reference Values. [Viitattu 20.3.2019] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/eproxy.savonia.fi/pmc/articles/PMC3786581/>

SOVIJÄRVI, A. KAINU, A. MALMBERG, P. GULDBRAND, A. TIMONEN, K. PIIRILÄ, P. 2015. Spirometria- ja PEF-mittausten suoritus ja tulkinta, 13. painos - Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen suositus.

SOVIJÄRVI, A. KAINU, A. MALMBERG, P. GULDBRAND, A. TIMONEN, K. PIIRILÄ, P. 2016. Spirometrian suorittaminen ja tulkinta – uudet suomalaiset ja monikansalliset viitearvot käyttöön – Suomen Kliinisen Fysiologian yhdistyksen ja Suomen Keuhkolääkäriyhdistyksen suositus 2015. Lääkärilehti. [digilehti] 1673 – 1681. [Viitattu 1.10.2018] Saatavissa: <https://www-laakarilehti-fi.ezproxy.savonia.fi/tieteessa/katsausartikkeli/spirometrian-suorittaminen-ja-tulkinta-ndash-uudet-suomalaiset-ja-monikansalliset-viitearvot-kayttoon-ndash-suomen-kliinisen/>

SPIROMETRY GURU. Performing spirometry. [Viitattu 29.7.2019] Saatavissa: <https://www.spirometry.guru/performing-spirometry.html>

THE EUROPEAN LUNG FOUNDATION (ELF). 2018. Testing your lungs: spirometry. [Viitattu 22.10.2019] Saatavissa: <https://www.europeanlung.org/assets/files/en/publications/spirometry-en.pdf>

THE KOREAN ACADEMY OF TUBERCULOSIS AND RESPIRATORY DISEASES, 2017. Spirometry and bronchodilator test. [Viitattu 2.10.2019] Saatavissa: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5392482/>